

SWECO 	SWP-G2427-01	2015-02-26
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Rev. 02

LNG-SATAKUNTA HANKE **LNG toimitetaan käyttäjälle nesteinä** **CASE 2**

SWECO 	SWP-G2427-01	2015-02-26
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Rev. 02

Tiivistelmä

Selvitys on tehty Pizztech Oy, Matti Luhtasen toimeksiannosta ja pilottiyritykset olivat Boliden Harjavalta Oy (jäljempänä BOHA), Norilsk Nickel Harjavalta Oy (jäljempänä NNH) ja Suomen Teollisuuden Energiapalvelut - STEP Oy (jäljempänä STEP). Selvitys on osa LNG Satakunta-hanketta ja nesteytetyn maakaasuun käyttöönottoa satakunnassa.

Terminaali, jossa nesteytetty maakaasu (LNG) on varastoituna, sijaitsee Porin Tahkoluodossa ja Raumalla. LNG kuljetetaan "kumipyörillä" Harjavallan Teollisuuspuistossa sijaitsevaan LNG-varastotankkeihin. Ennen käyttöä LNG höyrystetään maakaasuksi LNG-varastotankkien läheisyydessä olevilla höyrystimillä, josta se johdetaan käyttökohteisiin.

Selvitykseen on kerätty lainsäädäntö, asetukset ja standardit, joita tulee noudattaa suunniteltaessa ja käyttöönotettaessa LNG:tä ja maakaasua.

Selvitys tehtiin tukemaan BOHA:n, NNH:n ja STEP:n investointipäätöstä siirryttäessä raskaasta polttoöljystä ja nestekaasusta maakaasuun.

Selvityksen lisäksi on kaikkien käyttöä suunnittelevien yritysten käytävä läpi nykyisen nestekaasulinjojen sopivuus maakaasulle ja tarvittaessa suunnitella putkisto uudelleen.

Yhtenä selvityksen osa on ollut lupamenettelyt, joita tarvitaan kun suunnitellaan LNG:n varastointia ja maakaasun käyttöä.

Riskien hallinta ja kartoitus on tärkeä osa LNG:n ja maakaasun käytössä. Riskien kartoitus ja hallinta voidaan tehdä erilaisilla riskinhallinta menetelmillä. Yksi yleisesti käytetty on Six Steps riskianalyysi.

Selvitys kertoo LNG:hen siirtymistä harkitsevalle teolliselle käyttäjälle tarvittavat tiedot tarvittavista luvista sekä standardeista ja asetuksista. Maakaasukäsikirja on olennainen osa maakaasun käyttöön siirryttäessä. Huomioitavaa on myös, että maakaasua käyttävä teollinen laitos tarvitsee käytön valvojan.

SWECO 	SWP-G2427-01	2015-02-26
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Rev. 02

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
1 Yleistä.....	6
2 Tavoitteet	6
3 LNG – Nesteytetty maakaasu	7
4 Maakaasu	7
4.1 Maakaasun poltto ja polttimeen toimintaperiaate	8
4.2 Wobbe-arvo	9
4.3 Maakaasun komponenttien ominaisuuksia	10
4.4 Ilmakerroin.....	11
4.5 Savukaasut ja lämmönsiirto	12
5 Maakaasuun ja LNG:hen liittyvä lainsäädäntö	13
5.1 LNG kuljetukseen, varastointiin, lataukseen ja tankkaukseen liittyvät lait ja asetukset	13
5.2 EU lainsäädäntö.....	15
6 Lupamenettelyt sekä turvallisuuden liittyvät määräykset ja niiden vaikutus	15
6.1 Lupakäytäntöön liittyvät asiat	15
6.1.1 YVA-menettely	15
6.1.2 Ympäristölupa	15
6.1.3 Vesilain mukainen lupa	16
6.1.4 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston myöntämät luvat	16
6.1.5 Kunnan myöntämät luvat	19
6.1.6 Muita mahdollisia lupia ja ilmoituksia.....	20
6.2 Räjähdyssuojasiasiakirja	20
6.3 BLEVE-räjähdys.....	21
6.4 Räjähdyssvaaran arviointi, estäminen ja suojaus	21
6.5 Käyttöturvallisuustiedote	22
6.6 Riskianalyysi.....	23
6.7 Maakaasuputkiston merkinnät.....	25
6.7.1 Siirtoputkiston merkinnät.....	25
6.7.2 Jakeluputkiston merkinnät.....	27
6.7.3 Käyttöputkiston merkinnät.....	29
6.8 Kaasulaitteen sijoittaminen	30
6.9 Paineenvähennyslaitteisto	30
6.10 Maakaasupolttimeen automaattiset sulkuventtiilit.....	31
6.11 Maakaasun hajustaminen	31
6.12 Maakaasun käyttöturvallisuuden seuranta.....	31
6.13 Vaaran arviointi	31
6.14 Toimintajärjestelmä	32
7 Suunnittelua ja toteutusta määräävät standardit	32
KEMIKAALILAKI	36
7.1 Suunnitteluohje	36
7.1.1 LNG:n toimitukset, purku ja lastaus.....	36
LNG suunnitteluperusteet ja toimintaperiaateasiakirja	36
Ajojärjestelyt.....	36
LNG-varastojen tilavaraukset.....	36
LNG-varastojen turvaetäisyydet.....	37
On kuitenkin huomattava, että yo. standardeissa tai muissa kansallisissa määräyksissä ei turvaetäisyyksistä ole määritelty.	37
Sähköistys ja instrumentointi	38

SWECO 	SWP-G2427-01	2015-02-26
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Rev. 02

Sähkölaitteiden osalta on huomioitava laitteiden riittävä maadoitus. Sähkölaitteiden ja instrumentoinnin osalta on huomioitava ATEX käyttö- ja olosuhdedirektiivin soveltaminen; tilaluokitukset ja laitevalinnat	38
LNG-säiliön suojaus	38
LNG-säiliön sijoitus kaasun käyttökohteisiin ei vaadi erityisiä suojaustoimenpiteitä, sillä säiliön sisäinen kaksoisvaipparakenne ja tyhjoeristys suojaavat säiliötä ulkopuolelta kohdistuvilta vahingoilta ja vaaroilta. Säiliöt, putkistot ja höyrystinlaitteet tulee kuitenkin suojata mahdollisia ajoneuvojen törmäyksiä vastaan. Säiliön ympärille ei vaadita erillistä vuotoallasta. Mahdollisen vuodon varalta on huomioitava vauriokohdan materiaalien kestävyys erittäin alhaiseen (-160).....	38
7.1.2 Maakaasuputkiston suunnittelua ohjaavia tekijöitä	39
7.1.3 Painelaitelainsäädäntö	40
7.1.4 Maakaasuputkiston sijoittaminen	42
7.1.5 Maakaasuputkiston peitesyvyudet	42
7.1.6 Kaivanto ja täytöt.....	42
7.1.7 Maakaasuputken etäisyydet maanalaisiin putkiin, kaapeleihin ja rakenteisiin	43
7.1.8 Maakaasuputken suojaputket ja -rakenteet	43
7.1.9 Maakaasuputkiston korroosiosuojaus	44
7.1.10 Maakaasuputkiston liitosmenetelmät.....	44
7.1.11 Maakaasuputken johtaminen rakennukseen ja läpiviennit.....	44
7.1.12 Maakaasun jakelu- ja käyttöputkiston sulkuventtiilit	45
7.1.13 Ulospuhallusputket ja tyhjennysliitännät	45
7.1.14 Maadoitukset.....	45
7.1.15 Maakaasuputkiston rakenneaineet.....	46
7.1.16 Maakaasuputkiston rakentamislupa	46
7.2 Asennukseen ja käyttöönottoon liittyvät asiat.....	46
7.2.1 Maakaasuputkiston asennusoikeudet	46
7.2.2 Siirtoputkistot ja korkeapaineiset käyttöputkistot	47
7.2.3 Teräksiset kaasun jakeluputkistot	47
7.2.4 Muoviset kaasun jakeluputkistot	48
7.2.5 Käyttöputkistot ja siihen liitetty laitteet	48
8 Alustava toimintakuvaus, tarvittavat prosessilaitteet ja niiden alustava mitoitus	48
8.1 Prosessikonseptin suunnittelu asiakkaan tarpeita vastaavaksi	48
8.2 Toimintakuvaus	49
8.3 Tarvittavat prosessilaitteet ja putkistot	52
8.3.1 Säiliövarasto ja höyrystysasema.....	52
8.3.2 Poltinlaitteistot.....	52
8.4 Maakaasuputkiston mitoitus	52
9 Laiteluettelo	53
9.1 Maakaasulaitteet	56
9.1.1 Maakaasupolttimet	56
9.1.2 Maakaasupolttimen sytytyslaitteet	58
10 Alustava kustannusarvio	59
11 Laitteiston operointiin huomioitavat asiat.....	60
11.1 Kaasupolttimen soveltuvuus eri kaasuille	61
12 Toimittajaluettelo	62
12.1 LNG tankit	62
12.2 Höyrystimet.....	62
12.3 Putkistot	62
13 Lähdeluettelo	62
14 Liitteet	64

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 5

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 6

1 Yleistä

LNG Satakunta hankkeen päätavoitteena on edesauttaa ja varmistaa LNG (Liquefied Natural Gas) terminaali-investointien tulo Tahkoluotoon ja Raumalle. Hankkeen pääkohderyhmänä ovat LNG:tä hyödyntävä teollisuus ja pk-yritykset. Lisäksi kohderyhmään kuuluvat palveluja ja teknologisia ratkaisuja tarjoavat sekä infrastruktuuria rakentavat yritykset. Erilaiset LNG:n käyttöönottoon ja infrastruktuurin rakentamiseen liittyvät sidosryhmät kuuluvat myös hankkeen kohderyhmään.

Hankkeen toiminnan päävaiheet ovat LNG:n tarvekartoitus, LNG:n jakeluun, varastointiin ja käyttöön liittyvät selvitykset, tarvittavan teknologian tunnistaminen ja LNG:hen liittyvän palveluliiketoiminnan selvittäminen sekä Satakunnalle optimaalisen ratkaisun kuvaus.

Satakunnan ELY-keskus on myöntänyt hankkeelle toimintaympäristön kehittämisavustusta Euroopan aluekehitysrahastosta.

Prizztech Oy toteuttaa LNG Satakunta-hanketta (jäljempänä LNG Satakunta), joka on EAKR-rahoitteinen yritysten toimintaympäristön kehittämishanke. Hankkeen ohjauksesta ja toteutuksesta vastaa Prizztech Oy:n projektipäällikkö Matti Luhtanen yhdessä hankkeen ohjausryhmän kanssa.

Tämä selvitys on osa LNG-Satakunta hanketta ja se on kohdennettu Boliden Harjavalta Oy:lle, Norilsk Nickel Harjavalta Oy:lle ja Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy:lle Harjavallan teollisuuspuistossa, jotka ovat suunnitelleet nesteytetyn maakaasun (LNG) käyttöönottoa. Selvityksessä käydään läpi LNG:hen siirtyvän teollisen käyttäjän investoinnit pilottiselvityksenä, jossa LNG toimitetaan käyttäjille nesteenä, teollisuuspuistossa oleviin LNG tankkeihin.

2 Tavoitteet

Tavoitteena tässä selvityksessä on saada voimassa olevan lainsäädännön ja standardien mukainen kohteen tekninen erittely käyttäjille investointipäätöksen tueksi. Raportti tullaan julkaisemaan siinä laajuudessa kuin pilottiyrityksien kanssa on sovittu ja se jaetaan Satakunnassa toimivien yritysten tarpeisiin. Nestemäinen maakaasu varastoidaan tarkoitusta varten Tahkoluodon tai Rauman terminaaliin rakennettaviin säiliöön, josta se toimitetaan nestemäisenä maantietiekuljetuksena Harjavallan Teollisuuspuistoon. Teollisuuspuiston propaanitankkien viereen on tarkoitusta perustaa LNG-asema, jossa on 3 kpl, 250 - 300m³ LNG-tankkia, lng:n höyrystys maakaasuksi sekä mahdolliset muut tarvittavat laitteistot.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 7

3 LNG – Nesteytetty maakaasu

LNG - Liquefied natural gas on nestemäistä maakaasua, joka on jäähdytetty – 162 asteeseen ja sillä on polttoaineena käytettynä samanlaiset ominaisuudet kuin maakaasulla. LNG:n tilavuus jää nestemäisenä vain kuudessadasosaan normaaliolotilassa olevan kaasun tilavuudesta.

LNG:tä käyttämällä hiilidioksidipäästöt alenevat noin 25 prosenttia raskaaseen polttoöljyyn verrattuna. LNG ei sisällä rikkiä tai raskasmetalleja eikä sen käytöstä synny haitallisia pienhiukkaspäästöjä. LNG on joustava energialaji, jonka käytöllä on paljon mahdollisuuksia teollisuudessa, merenkulussa ja maakuljetuksissa. Pienempi ympäristövaikutus, tehokkaampi palaminen ja paremmat tuotantoprosessit ovat LNG:n etuja monilla aloilla.

LNG on myös hajuton, mauton ja myrkytön kaasu, joka ei aiheuta korroosiota eikä se ole syövyttävää.

Viime vuosien aikana LNG:n hinta on pysynyt jatkuvasti vakaampana ja sen hintakehitys on ollut maltillisempaa kuin raskaan ja kevyen polttoöljyn hintakehitys. Energiasisällöltään 310 litraa LNG:tä vastaa öljybarrelia (159 l) ja yksi tonni LNG:tä vastaa 1370 m³ maakaasua.

LNG on turvallinen polttoaine vaihtoehto, sillä maakaasun syttymisalue ilmassa on kapeampi ja syttymislämpötila korkeampi kuin öljypohjaisilla polttoaineilla. Mahdollisen vuodon sattuessa LNG höyrystyy välittömästi ja haihtuu ilmaan.

4 Maakaasu

Maakaasu on maaperästä saatavaa pääasiassa metaania ja muita kevyitä hiilivetyjä sisältävää kaasuseosta. Tässä selvityksessä käsitellään LNG:stä höyrystettyä maakaasua, joka poikkeaa laadultaan Venäjältä putkella saapuvasta maakaasusta. Liitteessä 2 on esitetty toimittajan (Gasum Oy) ilmoittama maakaasun koostumus ja ominaisuudet. Maakaasua käytetään kahdessa lähes samansuuruisessa segmentissä:

- teollisuuskäyttöön.
- kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon

Maakaasun koostumus vaihtelee riippuen lähteen sijainnista. Taulukossa 1 on esitetty eri maakaasujen koostumuksia eri puolilla maailmaa.

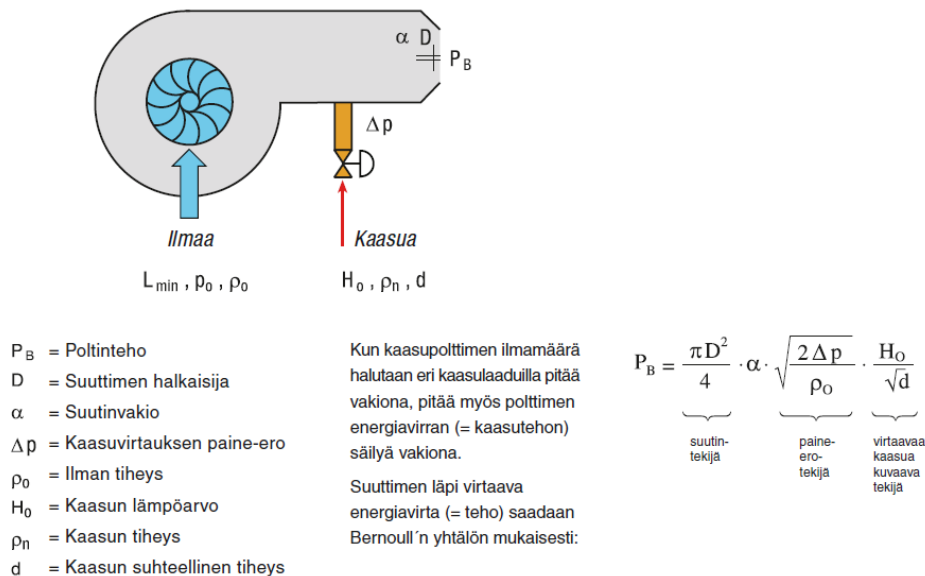
Taulukko 1 Eri maakaasujen koostumuksia [1].

Kenttä	LNG:stä höyrystetty maakaasu[2]	Venäjä Urengoi	Saksa Goldenstedt	USA Kansas	Hollanti Groningen	Norja Troll
Metaani, CH ₄	85 - 90%	98%	88,0%	84,1%	81,3%	93,2%
Etaani, C ₂ H ₆	7 - 9%	0,8%	1,0%	6,7%	2,8%	3,7%
Propani, C ₃ H ₈	2 - 3%	0,2%	0,2%	0,3%	0,4%	0,4%
Butaani, C ₄ H ₁₀	1%	0,02%	-	-	0,4%	0,5%
Typpi, N ₂	0,75 - 2%	0,9%	10,0%	8,4%	14,3%	1,6%
Hiilidioksidi, CO ₂	0,01 - 2%	0,1%	0,8%	0,8%	0,9%	0,6%

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 8

4.1 Maakaasun poltto ja polttimen toimintaperiaate

Maakaasua poltettaessa täydellisesti metaani hapettuu hiilidioksidiksi ja vesihöyryksi. Maakaasupolttimet ovat perusteknologiaaltaan samankaltaisia. Polttimen toimintaperiaate ja siihen vaikuttavat tekijät on esitetty kuvassa 1.



Termistö: [1]

LNG	Nesteytetty maakaasu
Wobbe-arvo	Kaasun lämpöarvo jaettuna kaasun suhteellisen tiheyden neliöjuurella
Tehollinen lämpöarvo	lämpöenergian määrä, joka vapautuu, kun sekä aineen sisältämän vedyn palamistuotteena syntyvä vesi että aineen sisältämä vesi (eli kosteus) oletetaan palamisen jälkeen vesihöyryksi.
Stökiometrinen piste	Palamisen reaktioyhtälön mukainen tasapainopiste, jossa palamiseen tarvittavaa happea on teoreettinen määrä. Savukaasussa ei ole jäännöshappea. Todellisessa palamistilanteessa tarvitaan happea enemmän, jolloin savukaasussa on jäännöshappea (ylistökiometrinen)
Ilmakerroin	Ilman määrä stökiometriseen määrään nähden
Ekonomaiseri	Ottaa talteen savukaasuissa jäljellä olevaa energiaa
BLEVE	Nestettä sisältävän vuotavan painesäiliön räjähdysmäinen vaurioituminen paineen laskun aiheuttaman voimakkaan kiehumisen seurauksena (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)
Lanssi	Polttinranka, jonka päässä on polttimen suutin
Kryogeeninen	Alhaisessa lämpötilassa oleva kaasu tai neste (alle -150 °C).

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 9

4.2 Wobbe-arvo

Taulukko 2 Kaasuryhmät [1]

Kaasuryhmät ja alaryhmät	Ylempi Wobbe-arvo, MJ/m ₃ (lämpötila 15°C ja paine 1013,25 mbar)	
	Minimi	Maksimi
Ensimmäinen kaasuryhmä - alaryhmä a	22,4	24,8
Toinen kaasuryhmä - alaryhmä H - alaryhmä L - alaryhmä E	39,1 45,7 39,1 40,9	54,7 54,7 44,8 54,7
Kolmas kaasuryhmä - alaryhmä B/P - alaryhmä P - alaryhmä B	72,9 72,9 72,9 81,8	87,3 87,3 76,8 87,3

Eri energiakaasut luokitellaan kolmeen kaasuryhmään ja niiden alaryhmiin taulukon 2 mukaisesti niiden lämpöarvon ja tiheyden avulla lasketun Wobbe-arvon perusteella. Erilaiset maakaasut kuuluvat toiseen kaasuryhmään ja esimerkiksi Suomessa käytettävä maakaasu toisen kaasuryhmän alaryhmään H (= korkean lämpöarvon maakaasu). Kaasujen luokittelu on tärkeää, koska vain Wobbe-arvoltaan samansuuruisia kaasuja voidaan käyttää samassa kaasulaitteessa tai –polttimessa ilman suuttimen tai paineensäätimen muutoksia. Myös kaasulaitteet jaetaan samasta syystä useaan eri laiteluokkaan. [1]

LNG:stä höyrystetyn maakaasun Wobbe-arvo on 53,2 – 55,3 MJ/m³(n).

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 10

4.3 Maakaasun komponenttien ominaisuuksia

Yleisimpien maakaasun hiilivetykomponenttien fysikaalisia ominaisuuksia on esitetty taulukossa 3 ja syttymisrajat taulukossa 4.

Taulukko 3 Kaasujen ominaisuuksia. [1]

	Metaani	Propani	Butaani
Molekyylikaava	CH ₄	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Molekyyllipaino, kg/mol	16,04	44,09	58,12
Tiheys, kg/m ³ n (kaasumaisena normaalitilassa)	0,72	2,01	2,70
Suhteellinen tiheys kaasumaisena (ilma 1,293 kg/m ³ n)	0,56	1,56	2,08
Kiehumispiste (atm), °C	-161,5	-42,1	-0,5
Tehollinen lämpöarvo, kWh/m ³ kWh/kg MJ/m ³ n MJ/kg	10,0 13,9 36,0 50,0	26,0 12,8 93,6 46,3	34,1 12,7 122,8 45,7
Kinem. viskositeetti, m ² /s	14,5	3,7	2,6
Syttymislämpötila, °C	650	510	490
Wobbe-arvo (teholl.), MJ/m ³ n	47,6	75,0	85,8
Teoreettinen palamislämpötila ilmassa, °C (Lambda = 1,0)	1915	1925	1900
Palamisnopeus ilmassa, cm/s	41	45	42
Palamisilman tarve (Lambda = 1,0), m ³ n/m ³ n kaasua	9,6	24,3	32,0

Taulukko 4 Kaasu-ilmaseosten syttymisrajat [1]

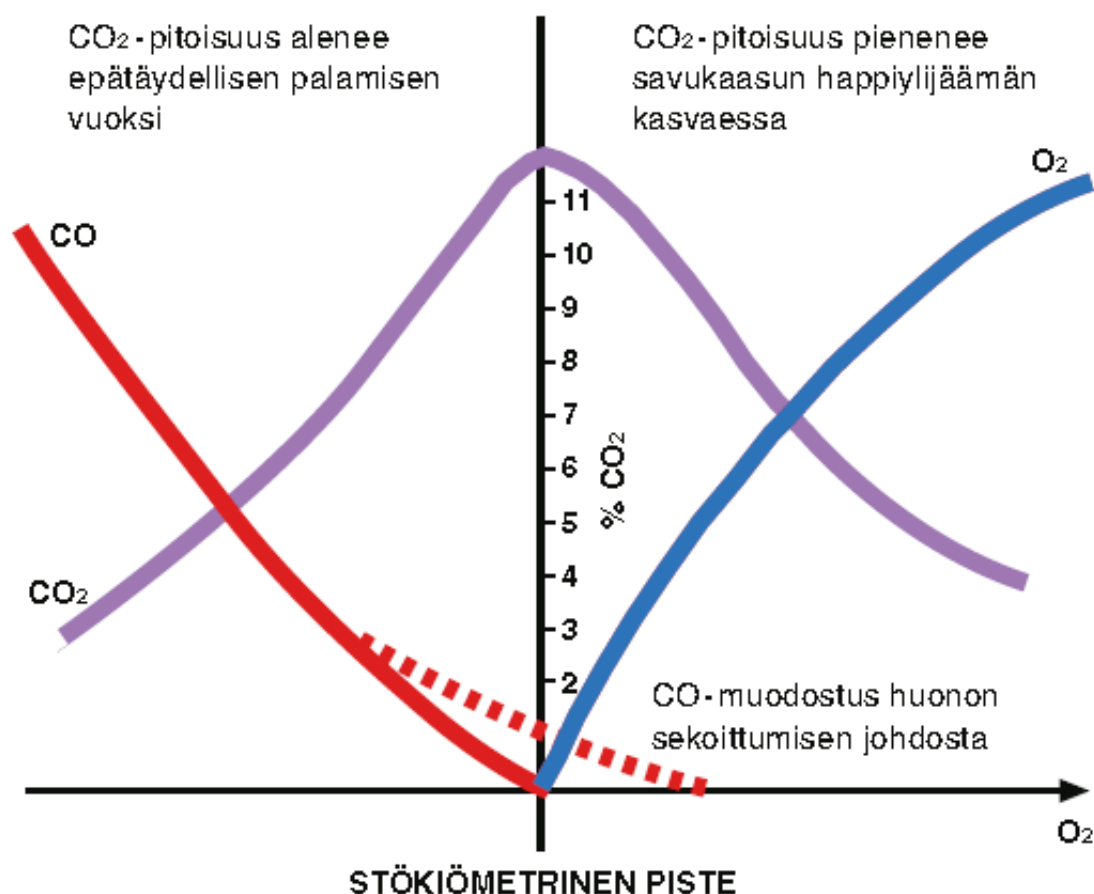
Tilavuus-% kaasua ilmassa/hapessa

	ilmassa 20°C	Ilmassa 200°C	Hapessa 20°C
Metaani CH ₄	5,0–15,0	4,2–14,7	5,0–60,0
Propani C ₃ H ₈	2,1–9,3	1,9–9,4	2,3–55,0
Butaani C ₄ H ₁₀	1,8–8,4	1,5–7,9	1,8–49,0

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 11

4.4 Ilmakerroin

Käytännössä täydellinen palaminen vaatii teoreettista määrää enemmän palamisilmaa. Maakaasulla ilmaylimäärä voidaan kuitenkin pitää pienenä. Tyypillisesti päästään jopa ilmakertoimeen 1,1. Liian suuri ilmaylimäärä heikentää palamishyötysuhdetta. On kuitenkin huolehdittava, ettei palaminen tapahdu ali-ilmalla, koska silloin muodostuu häkää ja savukaasuihin jää palamattomia hiilivetyjä. Jopa nokea voi muodostua. Kun palamista säädetään savukaasumittausten avulla, on varminta mitata aina sekä happi- että häkäpitoisuus (kuva 2). Pelkkä happiylijäämän mittaus ei takaa täydellistä palamista, sillä häkää voi syntyä kaasun ja palamisilman huonon sekoittumisen vuoksi. Myöskään CO₂-pitoisuus ei yksinään kerro sitä, tapahtuuko palaminen yli- vai ali-ilmalla. Jos käytössä ei ole savukaasun happijäännökseen perustuvaa palamisilmamäärän säätöä, kannattaa ilmakerroin pitää vähintään arvossa 1,2. [1]



Kuva 2 Happi-, hiilidioksidi- ja häkäpitoisuuksien riippuvuus ilmakertoimesta. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 12

4.5 Savukaasut ja lämmönsiirto

Savukaasujen CO₂-pitoisuus vastaa hiilidioksidin päästökerrointa 55,0 g CO₂ / MJ alemman lämpöarvon mukaan. Vastaavat arvot ovat esimerkiksi raskaalle polttoöljylle 78,8, kevyelle polttoöljylle 72,0, nestekaasulle 65,0 ja kivihiilelle 93,3 g CO₂ / MJ (Lähde: Tilastokeskus, Energiatilastot). Taulukossa 5 on esitetty savukaasujen koostumus maakaasua poltettaessa. [1]

Maakaasuliekin säteilyominaisuuksista johtuen lämmönsiirto tulipesässä on 5-20 % pienempää kuin öljyä poltettaessa. Eroa pienentää jossain määrin öljyn poltosta säteilypinnalle kertyvä noki. Kuitenkin maakaasua käytettäessä tulipesän loppulämpötila jää korkeammaksi kuin öljyä käytettäessä. Maakaasukattiloissa lämmönsiirto tapahtuukin korostetusti konvektion kautta. Tämä on otettava huomioon kattilaa ja sen rakenteita mitoitettaessa. Maakaasun poltossa syntyneet savukaasut voidaan jäähdyttää hyvin matalaan lämpötilaan esim. ekonomaiserin avulla. Kriittinen lämpötila maakaasun savukaasujen jäähdyttämiselle on vesikastepiste. Happokastepistettä ei maakaasulla tunneta. [1]

Taulukko 5 Savukaasujen koostumus maakaasua poltettaessa. [1]

	ilmakerroin			
kg / kg metaania	1,00	1,10	1,20	1,30
CO ₂	2,75	2,75	2,75	2,75
H ₂ O	2,25	2,25	2,25	2,25
N ₂	17,32	19,05	20,78	22,51
O ₂	0	0,40	0,80	1,20
Yht.	22,32	24,45	26,58	28,71

	ilmakerroin			
paino-%	1,00	1,10	1,20	1,30
CO ₂	12,3 %	11,2 %	10,3 %	9,6 %
H ₂ O	10,1 %	9,2 %	8,5 %	7,8 %
N ₂	77,6 %	77,9 %	78,2 %	78,4 %
O ₂	0,0 %	1,6 %	3,0 %	4,2 %
Yht.	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 13

5 Maakaasuun ja LNG:hen liittyvä lainsäädäntö

5.1 LNG kuljetukseen, varastointiin, lataukseen ja tankkaukseen liittyvät lait ja asetukset

LNG:hen liittyvä lainsäädäntö ja kemikaalilaki 599/2013

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130599>.

Tärkein asiakirja on maakaasuasetus, joka löytyy osoitteesta:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090551>.

Seuraavassa on esitetty maakaasuasetuksen sisältö.

Valtioneuvoston asetus maakaasun käytön turvallisuudesta 551/2009:

1 luku - Yleiset säännökset

1 § - Soveltamisala

2 § - Soveltamisalan rajoitukset

3 § - Suhde muuhun lainsäädäntöön

4 § - Määritelmiä

2 luku - Luvat

5 § - Rakentamislupa

6 § - Alueellinen rakentamislupa

7 § - Lupapäätös

8 § - Käyttö lupa

9 § - Maakaasun varastointi

3 luku - Asennus- ja huolto

10 § - Siirtoputkiston asentaminen

11 § - Teräksisen jakeluputkiston asentaminen

12 § - Muovisen kaasuputkiston asentaminen

13 § - Käyttöputkiston ja sen laitteiden asentaminen

14 § - Koekäyttö

15 § - Asennusliikkeen todistus

4 luku - Tarkastukset

16 § - Tarkastusvelvollisuus

17 § - Käyttöönottotarkastus

18 § - Käyttöönottotarkastuksen tekeminen

19 § - Määräaikaiset tarkastukset

20 § - Toiminnanharjoittajan tekemä tarkastus

21 § - Tarkastuslaitoksen toiminta

5 luku - Putkiston vastuuhenkilö

22 § - Putkiston vastuuhenkilön nimeäminen

23 § - Uuden käytön valvojan nimeäminen

24 § - Käytön valvojan tehtävät

25 § - Käytön valvojan pätevyysvaatimukset

6 luku - Käyttö

26 § - Yleistä

27 § - Hajustaminen

28 § - Toiminta maakaasuputkilinjoilla

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 14

29 § - Maankaivu-, louhinta- ja räjäytystyöt maakaasuputken läheisyydessä

30 § - Käytön aikainen valvonta

31 § - Valvontakirja

32 § - Käytöstä poistaminen

7 luku - Räjähdysten estäminen ja räjähdyksiltä suojautuminen

33 § - Räjähdysvaaran arviointi ja räjähdysuojasiasiakirja

34 § - Tilojen luokittelu

35 § - Suojaustoimenpiteet

8 luku - Onnettomuudet

36 § - Onnettomuudesta ilmoittaminen

9 luku - Valvonta

37 § - Valvontaviranomainen

10 luku - Erinäisiä säännöksiä

38§ - Poikkeusten myöntäminen

11 luku - Voimaantulo

39 § - Voimaantulo

40 § - Kumoamissäännös

41 § - Siirtymäsäännökset

Maakaasuun liittyviä suunnitteluohjeita ja yleisiä määräyksiä on kerätty Maakaasuyhdistyksen toimittamaan Maakaasukäsikirjaan ja uusin versio löytyy internet-osoitteesta:

http://kaasuyhdistys.fi/sites/default/files/kuvat/kirja/MaakaasuKasikirja_helmi2014.pdf

Maakaasukäsikirjan sisältö otsikkotasolla on:

1. Maakaasun koostumus ja ominaisuudet
2. Maakaasun palaminen
3. Maakaasun savukaasut, lämmönsiirto ja hyötysuhteet
4. Maakaasuputkistot
5. Maakaasun jakelu- ja käyttöputkiston rakentaminen
6. Maakaasuputkiston merkinnät
7. Maakaasun paineensäätö
8. Maakaasun mittaus
9. Kaasulaitteet ja -polttimet
10. Kaasulaitteiden sijoitustilat, palamisilma-aukot ja savuhormit
11. Maakaasun turvallisuus
12. Maakaasulainsäädäntö
13. Kaasutekniikan sanastoa

Painelaitelainsäädännöstä saadaan selville kaasuputkiston (painelaite) moduuli, joka määrittelee vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn. Aiheesta on kerrottu tarkemmin kappaleessa 7.1.1.

Muita huomioon otettavia lakeja ja asetuksia ovat:

Laki vaarallisen kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005

Asetus nestekaasulaitosten turvallisuusvaatimuksista 858/2012

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 15

Asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta 855/2012
Asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 551/2009
Asetus maakaasu-, nestekaasu-, ja öljylämmityslaitteistojen asennus- ja huoltotoimintaa sekä maanalaisten öljysäiliöiden tarkastusta harjoittavien hyväksymisestä 558/2012
Kaasulaiteasetus 1434/1993, muutokset: 804/1994 ja 1169/1995

Maakaasun käyttöturvallisuustiedote on esitetty liitteessä 3.[12]

5.2 EU lainsäädäntö

EU lainsäädännöstä löytyy muutamia jäsenvaltioita velvoittavia säädöksiä, kuten:

Direktiivi 97/23/EY Painelaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä
Direktiivi 2009/73/EY maakaasun sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä [3]

Suomessa EU:n antamat direktiivit pyritään saamaan sellaisenaan suomen omaan lainsäädäntöön.

6 Lupamenettelyt sekä turvallisuuteen liittyvät määräykset ja niiden vaikutus

Tässä kappaleessa kerrotaan maakaasun käyttöönottoon ja käyttöön vaadittavat luvat, hakumenettelyt ja lupia myöntävät viranomaiset. Lisäksi kappaleessa kerrotaan turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia ja kuvataan toimenpiteitä ja menettelyjä, joilla nämä vaatimukset täytetään.

6.1 Lupakäytäntöön liittyvät asiat

Maakaasu ja sen käyttö on suhteellisen tarkkaan säänneltyä. Tärkeimmät lupa-asioihin liittyvät toimivaltaiset viranomaiset ovat Tukes, ELY-keskus, kunnan ympäristölautakunta, rakennuslautakunta ja pelastustoimi. Toiminnanharjoittaja hakee itse luvan myöntävältä viranomaiselta. Liitteessä 1 on esitetty Gasumin LNG-terminaalin lupasuunnitelma esimerkkinä.

Seuraavissa kappaleissa on kerrottu tärkeimmät lupamuodot ja selvitetty niiden merkitystä.

6.1.1 YVA-menettely

Lainsäädännössä on määritelty hankkeet, joista on aina tehtävä ympäristövaikutusten arviointi. Menettelyä voidaan soveltaa myös tätä pienempiin tai muihinkin kuin asetuksessa mainittuihin hankkeisiin, jos niistä katsotaan aiheutuvan merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Jos arvelet, että hanke voi aiheuttaa haitallisia vaikutuksia, jotka edellyttävät ympäristövaikutusten arviointia, ota yhteys oman alueesi ELY-keskukseen, joka päättää menettelyn tarpeellisuudesta. [5]

6.1.2 Ympäristölupa

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toiminnoille tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa. Luvan myöntämisen edellytyksenä on muun muassa, että toiminnasta ei saa aiheutua terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. [6]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 16

Jos on epäselvyyttä siitä tarvitaanko lupa, on suositeltavaa ottaa yhteys elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukseen (ELY-keskus) tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaiseen. Ympäristölupia myöntävät aluehallintovirasto ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. [6]

6.1.3 Vesilain mukainen lupa

Vesilainsäädännön mukaan vesitaloushankkeella on oltava viranomaisen lupa, jos se voi muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä tai pohjaveden laatua tai määrää. Esimerkiksi toiminta, jossa pohjavettä otetaan yli 250 m³/vrk, vaatii aina vesiluvan. Yli 100 m³/vrk, mutta korkeintaan 250 m³/vrk pohjaveden ottaminen edellyttää kirjallista ilmoitusta valtion valvontaviranomaiselle. Aluehallintovirasto käsittelee vesilupa-asioita. [7]

6.1.4 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston myöntämät luvat

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) valvoo ja edistää teknistä turvallisuutta ja vaatimustenmukaisuutta sekä kuluttaja- ja kemikaaliturvallisuutta Suomessa.

Rakentamislupa

Maakaasun varastoinnille vaaditaan rakentamislupa, jos varastoitavan maakaasun määrä on vähintään 5 tonnia. Jos varastointimäärä on yli 0,2 tonnia mutta alle 5 tonnia, varastoinnista on tehtävä ilmoitus. [8]

Lupaa on haettava tai ilmoitus tehtävä ennen yksityiskohtaisten toteutusratkaisujen tekemistä hyvissä ajoin ennen varaston rakennustöiden aloittamista. [8]

Jos maakaasun varastointimäärä on vähintään 50 tonnia, varastoinnissa tulee ottaa huomioon vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetun asetuksen (59/1999) suuronnettomuusvaaran torjuntaa koskevat velvoitteet. [8]

Rakentamislupaa ei vaadita jakeluputkiston talohaaralle eikä käyttöputkistolle, jos käyttöputkiston suurin sallittu käyttöpaine on enintään 0,5 baaria tai putkiston nimellissuuruus on enintään DN 25. Rakentamislupa vaaditaan kuitenkin käyttöputkistolle, jos kohteessa olevien käyttölaitteiden yhteinen nimellinen polttoaineteho on 1,2 megawattia tai suurempi. [8]

Alueellinen rakentamislupa voidaan myöntää sellaisen jakelu- ja käyttöputkiston rakentamista varten, jonka suurin sallittu käyttöpaine on enintään 8 baaria. Alueellinen rakentamislupa annetaan luvassa mainittua maantieteellistä aluetta varten. [8]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 17

Rakentamislupavaatimukset varastoitavan määrän mukaan on kerätty taulukkoon 6 alla. Huom.: Tonni nesteytettyä maakaasua on tilavuudeltaan 2 - 2,5 m³ ja kaasumaisena 1 370 m³ normaali ilmanpaineessa.

Taulukko 6 LNG-säiliöiden rakentamislupavaatimukset varastoitavan määrän mukaan

Varastoitava määrä	Ilmoitus	Rakentamislupa	Toimintaperiaate-asiakirja (asetus 59/1999)	Turvallisuus-selvitys (asetus 59/1999)	Tarkastus
0,2 t - 5 t	vaaditaan	ei	ei	ei	
5 t - 50 t	-	vaaditaan	ei	ei	Käyttöönotto-tarkastus
50 t - 200 t	-	vaaditaan	vaaditaan	ei	Käyttöönotto-tarkastus Määräaikais-tarkastus joka 3. vuosi
>200 t	-	vaaditaan	vaaditaan	vaaditaan	Käyttöönotto-tarkastus Määräaikais-tarkastus joka vuosi

Jakelu- ja käyttöputkiston rakentamislupahakemuksessa on selvitettävä: [8]

1) Hakijan nimi, toimiala ja kotipaikka.

Hakemukseen on liitettävä jäljennös yhtiöjärjestyksestä tai säännöistä sekä kauppa- tai muun vastaavan rekisterin ote, kun hakijana on yhtiö, osuuskunta tai muu yhteisö, taikka selvitys rakentamiseen oikeutetusta kunnan viranomaisesta, kun hakijana on kunta,

2) Putkiston suunniteltu sijainti; hakemukseen on liitettävä vähintään 1:2000 mittakaavaan laadittu asemapiirustus tai linjauskartta, joka sisältää putkiston sijainnin, pituuden, nimellisuuruuden sekä materiaalin, kun kyseessä on jakeluputkiston rakentaminen, mittakaavaan 1:100 tai 1:500 tai muuhun sopivaan mittakaavaan laadittu asemapiirustus, joka sisältää putkiston sijainnin sekä putkisto- ja instrumentointikaaviot, kun kyseessä on käyttöputkiston rakentaminen,

3) Arvio putkiston merkittävistä ympäristövaikutuksista ja suunnitelma niiden ehkäisemisestä, kun kyseessä on jakeluputkiston rakentaminen,

4) Vaaran arviointi erillisille suurille käyttökohteille; selvityksessä tulee olla kuvaus maakaasun käyttöön ja käsittelyyn liittyvistä vaaralähteistä, kuvaus tyypillisistä vaaratilanteista ja niiden seurauksista, suunnitelma siitä, miten varaudutaan vaaratilanteen ehkäisemiseen sekä normaaleissa että poikkeavissa käyttötilanteissa ja -olosuhteissa.

Alueellista rakentamislupaa haettaessa linjauskartta laaditaan tarkoitukseen sopivaan mittakaavaan. Linjauskartassa selvitetään olemassa olevan jakelu- ja käyttöputkiston sijainti sekä arvioidut putkiston laajennukset. Aluelupahakemukseen on liitettävä selvitys hakijan organisaatiosta ja henkilöstöstä, kuvaus toimintajärjestelmästä sekä suunnitelma valvonnan järjestämisestä. [8]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 18

Rakentamislupahakemus ja sen liitteenä olevat piirustukset ja teknilliset selvitykset on toimitettava kahtena sekä linjauskartat ja asemapiirustukset kolmena kappaleena Turvatekniikan keskukselle. [8]

2 Asiakirjat [8]

Rakentamisen aikana kertyvistä asiakirjoista ja tarkastuspöytäkirjoista kootaan valvontakirja.

Valvontakirjassa tulee olla sisällysluettelo, selvitys rakentamisen seurannasta sekä kulloinkin kysymyksen tulevat asiakirjat seuraavana mainituista: [8]

- 1) jäljennös rakentamisluvasta,*
- 2) linjauskartat ja asemapiirustukset,*
- 3) todistus asennusliikkeen toimintajärjestelmästä,*
- 4) tarkastuslaitoksen pöytäkirjat,*
- 5) selvitys menetelmäkokeista,*
- 6) muut piirustukset ja kaaviot.*

Toiminnanharjoittaja laatii ja ylläpitää rakentamisen ja käytön aikaisista asiakirjoista toimintajärjestelmänsä mukaisen dokumentaation. [8]

Kemikaalilupa

Vaarallisen kemikaalin laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia saa kemikaalilainsäädännön mukaan harjoittaa vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) luvalla. Toiminnanharjoittajan tulee hakea kemikaalilupaa Turvallisuus- ja kemikaalivirastolta ennen yksityiskohtaisten toteutusratkaisujen tekemistä ja hyvissä ajoin ennen tuotantolaitoksen rakennustöiden aloittamista. Lupahakemuksessa on esitettävä tiedot ja selvitykset suunnitellusta toiminnasta ja turvallisuusjärjestelyistä. (390/2005: 23 §; 855/2012: 8 §) [7]

Toiminnanharjoittajan on esitettävä kemikaaliturvallisuuslain 23 §:n mukaista lupaa hakiessaan ympäristövaikutusten arviointiselostus, jos on kysymys ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetussa laissa (468/1994) tarkoitetusta hankkeesta. Siltä osin kuin selostukseen sisältyy kemikaaliturvallisuuslain säännösten soveltamiseksi tarpeelliset tiedot ympäristövaikutuksista, ei samoja tietoja vaadita uudestaan. Kemikaaliluvasta on käytävä ilmi, miten ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain mukainen arviointi on otettu huomioon. (390/2005: 26 §) [7]

Käyttölupa

Turvatekniikan keskus myöntää siirtoputkistolle käyttöluvan käyttöönottotarkastuksen perusteella. Jakelu- ja käyttöputkistolle luvan myöntää tarkastuslaitos. Kohteet, jotka eivät vaadi rakentamislupaa, voidaan ottaa käyttöön asennusliikkeen annettua kirjallisen todistuksen asennuksen säännöstenmukaisuudesta. [8]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 19

6.1.5 Kunnan myöntämät luvat

Rakennuslupa

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennuksen rakentamiseen on oltava rakennuslupa. Rakennuslupaa haetaan kirjallisesti, ja rakennuslupahakemukseen on liitettävä selvitys siitä, että hakija hallitsee rakennuspaikkaa. Lisäksi hakemukseen liitetään rakennuksen pääpiirustukset, jotka suunnittelija on varmentanut nimikirjoituksellaan. Hakijalta voidaan tarvittaessa edellyttää muutakin hakemuksen ratkaisemiseksi tarpeellista selvitystä. Rakennuslupan ratkaisee kunnan rakennusvalvontaviranomainen. (132/1999: 125 §, 130 §, 131 §)[7]

Jos rakentamisesta taikka muusta maankäyttö- ja rakennuslain mukaan luvanvaraisesta tai viranomaishyväksyntää vaativasta toimenpiteestä on laadittava ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/1994) mukainen arviointiselostus, se tulee liittää rakennuslupahakemukseen tai ilmoitukseen. Jos rakentamisen tarkoittamaan toimintaan tarvitaan ympäristönsuojelulaissa (86/2000) säädetty ympäristölupa, rakennuslupa-asian ratkaisemista voidaan lykätä, kunnes ympäristölupa-asia on ratkaistu, jos se rakennuksen käyttömahdollisuudet tai aiotun toiminnan ympäristövaikutukset huomioon ottaen on perusteltua. (132/1999: 132 §, 134 §)[7]

Toimenpideluvat

Rakennuslupan sijasta rakentamiseen voidaan hakea toimenpidelupa sellaisten rakennelmien ja laitosten, kuten maston, säiliön ja piipun pystyttämiseen, joiden osalta lupa-asian ratkaiseminen ei kaikilta osin edellytä rakentamisessa muutoin tarvittavaa ohjausta.

Toimenpidelupa tarvitaan lisäksi sellaisen rakennelman tai laitoksen pystyttämiseen ja sijoittamiseen, jota ei pidetä rakennuksena, jos toimenpiteellä on vaikutusta luonnonoloihin, ympäröivän alueen maankäyttöön taikka kaupunki- tai maisemakuvaan. Toimenpidelupa tarvitaan myös muuhun kuin rakennuslupaa vaativaan rakennuksen ulkoasua muuttavaan toimenpiteeseen sekä asuinrakennuksen huoneistojärjestelyihin. [9]

Maisematyöluvut

Maisemaa muuttavaa maanrakennustyötä, puiden kaatamista tai muuta näihin verrattavaa toimenpidettä ei saa suorittaa ilman lupaa (toimenpiderajoitus): [9]

1) asemakaava-alueella;

2) yleiskaava-alueella, jos yleiskaavassa niin määrätään; eikä

3) alueella, jolla on voimassa 53 §:ssä tarkoitettu rakennuskielto asemakaavan laatimiseksi tai jolle yleiskaavan laatimista tai muuttamista varten on niin määrätty.

Purkamisluvat

Rakennusta tai sen osaa ei saa ilman lupaa purkaa asemakaava-alueella tai alueella, jolla on voimassa 53 §:ssä tarkoitettu rakennuskielto asemakaavan laatimiseksi. Lupa on myös tarpeen, jos yleiskaavassa niin määrätään. [9]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 20

Rakennuksen tai sen osan purkamisesta on, jollei purkamiseen tarvita lupaa, kirjallisesti ilmoitettava kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle 30 päivää ennen purkamistyöhön ryhtymistä (purkamisilmoitus). Rakennusvalvontaviranomainen voi mainitun ajan kuluessa perustellusta syystä vaatia luvan hakemista. [9]

6.1.6 Muita mahdollisia lupia ja ilmoituksia

Seuraavassa on lista muita mahdollisia lupia, jotka tulee ottaa huomioon tapauskohtaisesti.

- Lentoestelupa
- Ilmoitus työmaan perustamisesta
- Työluvat (säiliö- ja putkityöt, hitsaustyöt jne.)
- Teiden alitus- ja/tai liittymälupa
- Rautatien risteämälupa
- Radiolaitelupa
- Ilmoitus, melua ja tärinää aiheuttava työ (louhinta, louheen murskaus)
- Lupa tilapäisille liikennejärjestelyille
- Sijoituslupa (esim. putket)
- Kaivulupa
- Yhdyskuntateknisen laitteen sijoittaminen
- Painelaitteet, sijoituslupa (rekisteröinti ja käyttöönottotarkastukset)
- Palonilmaisu- ja sammutuslaitteistot (käyttöönottotarkastukset)
- Sähkölaitteistot (ilmoitus viranomaisille, käyttöönottotarkastukset)

6.2 Räjähdyssuojasiasiakirja

ATEX -velvoitteet koskevat työnantajia, joiden tiloissa voi muodostua räjähdyskelpoinen ilmaseos kaasun, pölyn tai palavan nesteen höyryn takia. Tällaisissa tiloissa on kaikin tavoin minimoitava räjähdysten mahdollisuutta ja nämä toimenpiteet dokumentoidaan käytännössä räjähdysuojasiasiakirjaan. Asiakirja on vapaamuotoinen riippuen toiminnan luonteesta. [10]

Räjähdyssuojasiasiakirja on siis loppuraportti suoritetuista toimenpiteistä räjähdysvaaran minimoimiseksi. [10]

Räjähdyssuojasiasiakirja laaditaan työpaikan henkilöturvallisuuden parantamiseksi. Asiakirjaan kirjataan työpaikan syttyvien, räjähdysvaaran aiheuttavien nesteiden, kaasujen ja pölyjen tunnistaminen, riskinarviointi sekä toimenpiteet räjähdysten estämiseksi ja räjähdyksiltä suojautumiseksi. [10]

Yritys laatii räjähdysuojasiasiakirjan itseään varten. Asiakirjaa ei toimiteta viranomaisille. Työsuojeluviranomaiset valvovat määräysten noudattamista. TUKES valvoo määräaikaistarkastuksissa työpaikkoja, joissa vaarallisten kemikaalien käsittely on laajamittaista. Paloviranomainen puolestaan valvoo työpaikkoja, joissa kemikaalien käsittely on vähäistä. [10]

Räjähdyssuojasiasiakirjassa on esitettävä seuraavat asiat: [10]

- Räjähdysvaara on arvioitu.
- Tilat on luokiteltu ja niissä käytetään asianmukaisia laitteita.
- Luokitellut tilat on merkitty asianmukaisesti.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 21

- Työvälineiden turvallista käyttöä valvotaan
- Asianmukaiset suojaustoimenpiteet on toteutettu.

Räjähdyssuojausasiakirjaan kirjataan eri vaiheissa esille tulevat asiat eri lomakkeisiin. Valmistuvan räjähdysuojausasiakirjan sisältö muodostuu pääosin lomakkeille taulukkomuodossa esitetyistä asioista. [10]

Toiminnanharjoittajan itsenäisesti laatima räjähdysuojausasiakirja yhteistyössä työntekijöiden kanssa luo yhteisöllisyyden ja vastuuntunteen turvallisuudesta työpaikalla. Liitteessä 1 on yleispätevä ja yhteneväinen räjähdysuojausasiakirjamalli, joka soveltuu eri toimialoille. [11]

6.3 BLEVE-räjähdys

BLEVE (lyhenne sanoista Boiling liquid expanding vapour explosion) on paineellisille LNG, nestekaasusäiliöille ominainen räjähdystyyppi. Räjähdys johtuu kiehuvan nesteen ja höyryn laajenemisesta.

LNG tai Nestekaasu on kaasua, joka on paineellisen säilytyksen takia osittain nestefaasissa. Kun painesäiliöön tulee vuoto, säiliön sisäinen paine laskee rajusti. Tämä aiheuttaa nesteessä nopean kiehumisen joka vuorostaan vapauttaa suuret määrät kaasua. Tästä seuraa säiliössä suuri ylipaine, joka voi tuhota säiliön ja lennättää sirpaleita eli säiliön kappaleita ympäristöön. Samanlainen ylipaine voi syntyä myös läheisestä tulipalosta.

BLEVE-ilmiön synnyttämiseksi LNG tai nestekaasun ei välttämättä tarvitse olla syttyvää. Jos se kuitenkin on, räjähdyksessä voi syntyä tulipallo.

6.4 Räjähdysvaaran arviointi, estäminen ja suojautuminen

Laitteistot on suunniteltava siten, että ennakoitavissa toimintaolosuhteissa ei voi syntyä mainittavia kaasuvuotoja. Suojaustoimenpiteenä voidaan käyttää oikein suunniteltuja teknisiä ratkaisuja. Vuotokaasu on pyrittävä johtamaan kohdepoistona, ulospuhallusputkien tai kanavien avulla, ulos.

Laitetilan ilmanvaihto on suunniteltava siten, että räjähtävä ilmakaasuseos pääsee purkautumaan tilasta ulos vaarattomasti. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa tulee olla vähintään kaksi ilmanvaihtoaukkoa, joista toinen sijoitetaan lattian rajaan ja toinen seinän yläosaan tai kattoon. Kummankin aukon vapaa poikkipinta-ala tulee olla 0,1 % lattiapinta-alasta, vähintään 100 cm². Sähkölaitteistojen ja asennusten on oltava ko. tilaluokkaan soveltuvia ja hyväksytyjä.

Sähkölaitteistoille on tehtävä sähköturvallisuussäädösten edellyttämät tarkastukset. Räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokittelu tehdään taulukon 6 mukaan. Muiden kohteiden tilaluokitus tehdään räjähdysvaaran arvioinnin perusteella. [8]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 22

Taulukko 6 [8]

Maakaasun siirtoputkiston kohteiden tilaluokitus

Kohde	Tilaluokka/Etäisyys
Kompressoriasema	
- kompressorihalli	1
- kompressorihallin aukkojen ympäristö	1/1,5 m; 2/7,5 m
- laitesuoja	1
- laitesuojan aukkojen ympäristö	1/1,5 m; 2/7,5 m
- aseman ulospuhallusaukon ympäristö	1/3,5 m; 2/7,5 m
- laitteiden avattavien aukkojen ja ulospuhallusaukkojen ympäristö	1/1,5 m; 2/3,5 m
Paineenvähennysasema	
- paineenvähennystila	2
- paineenvähennystilan aukkojen ympäristö	2/1,5 m
- ulospuhallusaukkojen ympäristö	1/1,5 m
Venttiiliasema	
- siirtoputkiston ulospuhallusaukon ympäristö	1/1,5 m; 2/3,5 m
- avattavien aukkojen ympäristö	1/1,5 m, 2/3,5 m
- venttiilien ulospuhallusaukkojen ympäristö	1/1,5 m

Sellaiset tilat, joissa maakaasua johdetaan teknisesti tiiviissä olosuhteissa, ei ole tarvetta tilaluokitukseen. Teknisesti tiiviiksi ratkaisuksi katsotaan hitsatut liitokset, laippaliitokset ja muut kaasulle tarkoitetut erikoisliitokset. Avattavien liitosten osalta räjähdyskelpoisen seoksen esiintymisen todennäköisyys tulee kuitenkin ottaa huomioon huolto- ja kunnossapitotöiden yhteydessä.

Toiminnanharjoittajan on määriteltävä toimintajärjestelmässään henkilöstön koulutus ja ohjeistus. Räjähdysvaarallisen tilan sisäänkäyntien yhteydessä on oltava tarvittavat merkinnät ja tilasta on oltava riittävät hätäpoistumistiet. [8]

6.5 Käyttöturvallisuustiedote

Käyttöturvallisuustiedotteen laatii maakaasun toimittaja. Maakaasun käyttäjän tulee tutustua siihen ja ottaa sen antamat tiedot ja ohjeet huomioon sekä kaasun normaalissa käytössä että varautuessaan vaara- ja onnettomuustilanteisiin. Gasum Oy:n toimittaman maakaasun käyttöturvallisuustiedote on esitetty liitteessä 3, [12]. Sen kohdassa 2.3 "Muut vaarat" listataan seuraavat maakaasun vaarat:

Turvallisuusvaarat:

Maakaasu on ilmaa kevyempää ja muodostaa ilman kanssa syttyvän/räjähtävän kaasuilma seoksen.

Terveysvaarat:

Suurina pitoisuuksina hengitettynä maakaasu voi aiheuttaa uneliaisuutta, mahdollisesti päänsärkyä, pahoinvointia tai huimausta. Suuret kaasupitoisuudet voivat syrjäyttää ilman happea. Seurauksena on hapen puute, mikä jatkuessaan voi johtaa tukehtumiseen.

Nopeasti haihtuessaan paineistettu maakaasu voi aiheuttaa paleltumia.

Ympäristövaarat:

Tuotetta ei ole luokiteltu vaaralliseksi.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 23

6.6 Riskianalyysi

Riskianalyysin menetelmät voidaan jakaa vaarojen tunnistamismenetelmiin, onnettomuuksien mallintamismenetelmiin sekä seurausanalyysiin. Vaarojen tunnistamismenetelmät soveltuvat rajattujen kohteiden yksityiskohtaiseen tutkimiseen. Onnettomuuksien mallintamismenetelmät kuvaavat yksityiskohtaisesti tapahtumien kulkua ja antavat pohjan onnettomuuksien todennäköisyyden arvioinnille. Seurausanalyysillä arvioidaan mahdollisten onnettomuuksien, kuten vaarallisten aineiden päästöjen, tulipalojen ja räjähdysten välittömiä seurausvaikutuksia.

Vaarojen tunnistamismenetelmät

- [Poikkeamatarkastelu](#) (HAZOP)
- [Potentiaalisten ongelmien analyysi](#) (POA)
- [Reaktiomatriisi](#)
- [Riskien arviointi työpaikalla -työkirja](#)
- [Satunnaispäästöriskianalyysi](#) (SARA)
- [Toimintovirheanalyysi](#) (TVA)
- [Työn turvallisuusanalyysi](#) (TTA)
- [Työtapojen analyysi](#)
- [Vaarallisten skenaarioiden analyysi](#) (HAZSCAN)
- [Vika- ja vaikutusanalyysi](#) (VVA)

Onnettomuuksien mallintamismenetelmät

- [Syy-seuraus-kaavio](#) (SSK)
- [Tapahtumapuuanalyysi](#) (TPA)
- [Vikapuuanalyysi](#) (VPA)

Seurausanalyysit

- [Johdanto](#)
- [Seurausanalyysissä tarkasteltavien tapausten valinta](#)
- [Vuotomäärien arviointi](#)
- [Kemikaalien leviäminen](#)
- [Räjähdykset](#)
- [Kemikaalien tulipalot](#)
- [Kirjallisuus](#)

On olemassa Six Steps menetelmä, jota voitaisiin soveltaa tässä tapauksessa. Kaksi ensimmäistä vaihetta tehdään ennen investointiesityksen jättämistä.

Six Steps menetelmän ohjeistuksen sisällysluettelo:

1. Luontainen turvallisuus
 - a. Projektin määrittely
 - b. Prosessin kuvaus,
 - i. virtaus- tai lohkokaavio
 - ii. sijainti
 - c. Säättöjen periaatteet
 - i. Automaatioaste
 - ii. Varajärjestelmät

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 24

- iii. Miehitys
 - iv. Muut oleelliset asiat
 - d. Aikaisemmat vaaratilanteet
 - e. Luontainen HSE
 - f. Materiaalien vaaratekijät
 - g. Turvallisuus
 - h. Työterveys
 - i. Ympäristö
 - j. Kuljetukset ja sijoituspaikka
 - k. Lakisääteiset vaatimukset tunnistettu
 - l. Viranomaiset
 - m. Suunnitteluohjeet
 - n. Organisaatio
 - o. Vaaratilanteisiin varautuminen
 - p. Johtopäätökset
 - q. Kokoukset ja muutokset
2. Tunnista vaaratekijät
- a. Yleistä
 - b. Vaaratekijöiden kuvaus
 - c. Vertailu kriteereihin
 - d. Vaiheessa 1 sovitut toimenpiteet
 - e. Riskien arviointi
 - i. Erillinen lomake
 - f. Lausunto ympäristövaikutuksista
 - g. Viranomaishyväksynnät ja kirjeenvaihto
 - h. Erityiset terveystriskit
 - i. Varolaitteiden toimintaperiaatteet
 - j. Tarvittavat aputoiminnot
 - k. Kokoukset ja muutokset

Liitteessä 5 on Six Steps -menetelmän vaiheen 2.e riskien arviointiin käytettävä lomake: Vaihe 2 Työlomake.

3. Hazop
- a. Prosessin tarkastelu, PI-Kaavio
 - b. Layout
 - c. Prosessin ohjausjärjestelmä
 - d. Turvallisuusnäkökohdat
 - i. Esim. Nostot
4. Mekaanisen valmiuden varmistaminen
- a. Laitetestaus ja vesiajovalmiuden toteaminen
 - b. Suunnitelmien mukaisuus
 - c. Valmiusaste ja aikataulu
 - d. Ohjeet jatkoa varten
5. Käynnistysvalmiuden tarkistaminen
- a. Tarkastuslaitoksen käynti.
 - i. Paineastiat
 - ii. Prosessinturvallisuus

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 25

- iii. Kemikaalit
- iv. Lupa-asiat
- b. Organisaatio
- c. Koulutus

6. Jälkikatselmus ja ensimmäisten käyttökokemusten puinti
 - a. Toimiiko prosessi suunnitellusti
 - i. Prosessiohjelma, Reseptit
 - ii. Mekaaniset toiminnot
 - iii. Instrumentointi
 - b. Turvallisuuskäsitteet
 - i. Turvallisuuden toteutuminen, Palo- ja räjähdys
 - ii. Kemikaalien käyttö
 - c. Suunnitelmien auditointi
 - d. Suunnitelmien "as-built"-revisiot

Näitä pitää täydentää muiden projektitoimintojen riskianalyysillä kuten työmaan toiminnot, nostot, muun tehtaan käytettävyyden tarkastelu asennusvaiheen aikana.

Six Steps -menetelmän lisäksi on olemassa myös muita riskianalyyssimenetelmiä.

6.7 Maakaasuputkiston merkinnät

Maakaasuasetuksen mukaan:

Maakaasuputkistot on merkittävä tahattoman vahingoittamisen estämiseksi. Pääsulkuventtiilin sijainti on osoitettava venttiilin tunnuskilvellä. Maakaasuputkiston vesistöälytys on merkittävä ilmaisutauluilla, jos vesialuetta käytetään kulkemiseen ja mikäli putki on laskettu painotettuna pohjaan. [1]

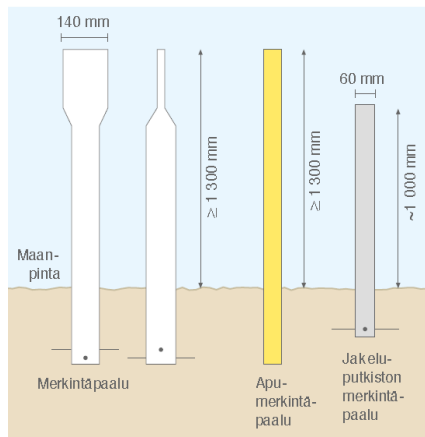
Maakaasuputkistoilla tarkoitetaan siirtoputkistoa, jossa maakaasua siirretään korkeassa paineessa pitkiä matkoja. Jakeluputkistossa maakaasua siirretään pienemmässä paineessa käyttökohteisiin. Käyttöputkistolla siirretään maakaasua kaasun käyttökohteessa kaasulaitteesta toiseen.

6.7.1 Siirtoputkiston merkinnät

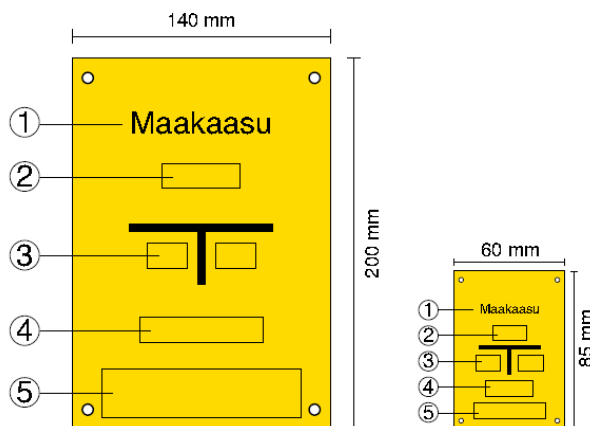
Siirtoputkistoa on Suomessa noin 1300 km ja se sijoittuu Etelä- ja Kaakkois-Suomeen. Siirtoputkistossa on kompressoriasemia kaasun paineen korottamiseksi, ne sijaitsevat Imatralla, Valkealassa ja Mäntsälässä. Siirtoputkiston paine on noin 30 bar. Suuret käyttäjät, kuten voimalaitokset, on liitetty suoraan siirtoputkistoon paineenvähennysaseman kautta. Siirtoputkisto on maanalaista teräsputkea.

Siirtoputkisto merkitään siten, että putkilinjan jokaiseen kohtaan näkyy kummastakin suunnasta vähintään yksi putkiston kulkua osoittava merkki, joka koostuu kuvassa 3 esitetystä merkintäpaalusta ja kuvassa 4 esitetystä merkintäkivestä. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 26



Kuva 3 Merkintäpaalu



Kuva 4 Merkintäkilpi

Siirtoputkiston merkintäkilven koko on 200 mm x 140 mm. Jakeluputkiston merkintäkilven koko voi olla sama tai vaihtoehtoisesti pienempi, esimerkiksi 85 mm x 60 mm.

Keltaiseen merkintäkilpeen tehdään mustin kirjaimin seuraavat merkinnät:

1. teksti "Maakaasu" tai "Naturgas"
2. putken nimelliskoko (esim. DN 500 tai PEH 110)
3. kilven sivupoikkeama putkesta metreinä, jos sitä ei voida sijoittaa suoraan putkilinjan kohdalle. Sivupoikkeama merkitään putken sijaintipuolelle. Jos kilpi sijoitetaan talon seinään, merkitään kilpeen putken kohtisuoraetäisyys merkintäkilvestä ja nuolella virtaussuunta.
4. kilven järjestysnumero ja/tai kilometrilukema, josta ilmenee merkin sijainti
5. putkiston käytöstä vastaavan toiminnanharjoittajan nimi ja puhelinnumero. [1]

Vesistön alittava siirtoputkisto merkitään ilmaisutaululla, jos maakaasuputki alittaa väylän tai muun kulkemisen käytettävän vesialueen. Ilmaisutaulu sijoitetaan vesistön kummallekin rannalle siten, että tauluja yhdistävä suora osoittaa maakaasuputken sijainnin. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 27

Siirtoputkiston venttiili- ja paineenvähennysasemat varustetaan näkyvälle paikalle sijoitettavalla tunnuskilvellä sekä varoitustaululla, jolla kielletään tupakointi ja avotulenteko.

Siirtoputkistossa ennen paineenvähennysasemaa sijaitseva pääsulkuventtiili on merkittävä venttiilin tunnuskilvellä, jossa lukee "MAAKAASU – PÄÄSULKUVENTTIILI". [1]

Maakaasulinjalle pystytetään kaivukieltotauluja tarpeelliseksi katsottaviin paikkoihin. Taulut voidaan kiinnittää merkintäpaaluihin. Kaivukieltotaulun koko on 300 mm x 300 mm. Kilpi on keltainen ja tekstin väri musta. Taulussa on

1. teksti "MAAKAASU"
2. kaivukieltoteksti
3. putkiston käytöstä vastaavan toiminnanharjoittajan nimi ja puhelinnumero.

Jakeluputkistossa käytettävän kaivukieltotaulun mitat voivat olla pienemmät, esimerkiksi 150 mm x 200 mm. [1]

Siirtoputkiston kaivantoon, alku- ja lopputäytön väliin, asennetaan keltainen, vähintään 100 mm leveä varoituss nauha tai -verkko, jossa on tasaisin välimatkoin teksti "MAAKAASU", "NATURGAS" tai "NATURAL GAS". Jos siirtoputkiston rakentamisessa käytetään kaivannottomia menetelmiä (kaivamaton tekniikka), ei varoituss nauhaa asenneta. [1]

Maanpäällisen siirtoputkiston tunnusväri on violetti. Värikoodi on RAL 4004. Siirtoputkistoon kuuluvien paineenvähennysasemien laitteistojen tulopaineisen osan tunnusväri on violetti ja lähtöpaineisen osan keltainen. [1]

6.7.2 Jakeluputkiston merkinnät

Jakeluputkistolla kaasu siirretään siirtoputkistosta siirtoputkistoa matalammassa paineessa, noin 4-8 bar, käyttökohteisiin. Jakeluputkiston pituus Suomessa on noin 500 km. Jakeluputkisto on pääosin maanalaista muoviputkea.

Jakeluputkisto voidaan merkitä merkintäpaaluilla ja merkintäkilvillä ja/ tai kiintopistemerkinnoin siten, että putkiston sijainti on myöhemmin tarkasti määritettävissä. Rinnakkain kulkevien putkien merkintäkilvet voidaan kiinnittää samaan merkintäpaaluun. Maakaasulinjalle voidaan pystyttää kaivukieltotauluja tarpeelliseksi katsottaviin paikkoihin. [1]

Maanalaisen jakeluputkiston kaivantoon, alku- ja lopputäytön väliin, asennetaan keltainen, vähintään 100 mm leveä varoituss nauha tai -verkko, jossa on tasaisin välimatkoin teksti "MAAKAASU", "NATURGAS" tai "NATURAL GAS". Yhdellä varoituss nauhalla tai -verkolla voidaan merkitä kaksi rinnakkain asennettua maakaasun jakeluputkea. Jos jakeluputkiston rakentamisessa käytetään kaivannottomia menetelmiä, ei varoituss nauhaa asenneta. [1]

Muovisen maakaasun jakeluputken ulkopintaan kiinnitetään päällystetty ilmaisinelä tai viestikaapeli, jolla maakaasuputki voidaan jälkeäpäin paikantaa. Signaalien syöttöpisteet sijoitetaan putkiston päihin sekä sopivaksi katsottuihin paikkoihin putkiston varrella siten, että syöttöpisteitä on riittävä määrä. Ilmaisinelä suositellaan kiinnitettäväksi myös sellaiseen jakeluputkistoon, joka asennetaan kaivannottomilla menetelmillä. [1]

Maanpäällisen jakeluputkiston tunnusväri on keltainen. Värikoodi on RAL 1021. [1]

Maanalaisen jakeluputkiston venttiilit paikallistetaan sopivilla merkinnöillä, esimerkiksi

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 28

venttiilikaivon kansimerkinnällä. Venttiilin käyttökarasta tulee ilmetä venttiilin "auki/kiinni"-asento. Jakeluputkiston vesistöalitukset merkitään siirtoputkiston tavoin ilmaisutauluin. [1]

Liikenneväylän ylittävä jakeluputkisto merkitään maakaasuputkea osoittavilla merkintäteipeillä sekä tarvittaessa alikulkukorkeutta osoittavalla kilvellä. Jakeluputkistossa ennen putkiston rakennukseen sisään vientiä oleva pääsulkuventtiili merkitään venttiilin tunnuskilvellä. Tunnuskilpeen voidaan lisätä tarvittavaa informaatiota. Venttiilin tunnuskilven vähimmäiskoko on 60 mm x 85 mm. [1]

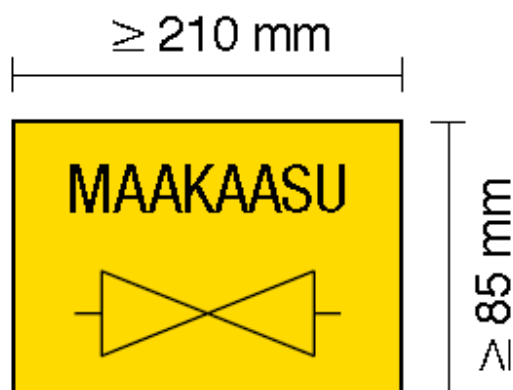
SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 29

6.7.3 Käyttöputkiston merkinnät

Käyttöputkistolla kaasun siirretään kaasun käyttökohteessa eri kaasulaitteille. Käyttöputkisto sijaitsee usein käyttäjän omalla alueella. Käyttöputkisto on usein terästä.

Käyttöputkistot merkitään keltaisella tunnusvärillä. Värikoodi on RAL 1021. Teollisuus- tai vastaavissa tiloissa sijaitseva käyttöputkisto merkitään keltaisen tunnusvärin lisäksi maakaasuputkea osoittavilla merkintäteipeillä. [1]

Käyttöputkistossa olevat pääsulkuventtiilit merkitään kuvassa 5 esitetyllä tunnuskilvellä. Käyttöputkiston muita venttiileitä voidaan myös tarvittaessa merkitä venttiilin tunnuskilvellä sekä mahdollisilla selventävillä tiedoilla venttiilin käyttötarkoituksesta. [1]



Kuva 5 Venttiilin tunnuskilpi.[1]

Ulkona sijaitseva, liikenneväylän ylittävä käyttöputkisto merkitään maakaasuputkea osoittavilla merkintäteipeillä sekä tarvittaessa alikulkukorkeutta osoittavalla kilvellä. [1]

Kaasupolttimen ohjausvirran pääkatkaisija on merkittävä selkeästi tekstillä "KAASUPOLTIN". [1]

Räjähdysvaaralliseksi luokiteltujen tilojen (Ex-tila) sisäänkäyntien yhteydessä on tarvittaessa oltava kolmion muotoinen Ex-tilojen varoitusmerkki, joka on esitetty kuvassa 6. Varoitusmerkki on kolmion muotoinen ja siinä on mustat kirjaimet, keltainen tausta ja musta reunus. Keltaisen osuuden on peitettävä ainakin 50 prosenttia merkin alasta. [1]



Kuva 6 Ex-tilojen varoitusmerkki. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 30

6.8 Kaasulaitteen sijoittaminen

Kaasulaitteen saa sijoittaa vain sellaisiin huonetiloihin, joiden koko ja ilmanvaihto ovat riittävät. Jos kaasulaite liitetään suljettuun järjestelmään (palamisilma otetaan suoraan ulkoa ja palamiskaasut johdetaan suoraan ulos), voidaan kaasulaite sijoittaa mihin tahansa huonetilaan. [1]

Jos kaasulaitteen toiminta tai sen sijoituskohde edellyttää kyseisen sijoitustilan koneellista ilmanvaihtoa, on kaasulaite varustettava laitteella, joka estää kaasun tulon polttimelle, ellei koneellinen ilmanvaihto ole toiminnassa. [1]

Kaasulaite on aina liitettävä savukaasujen poistohormiin, jos kaasulaitteen valmistajan ohjeet sitä edellyttävät. Mikäli kaasulaitetta ei ole liitetty savukaasujen poistohormiin tai -kanavaan, on laitteen sijoitustila varustettava sellaisella ilmanvaihdolla ja/tai Kohdepoistolla, jotta palamisessa syntyvien aineiden sallittuja enimmäispitoisuuksia ei oleskeluvyöhykkeellä ylitetä. [1]

6.9 Paineenvähennyslaitteisto

Maakaasuputkisto on aina varustettava sellaisilla säätö- ja turvalaitteilla, ettei putkiston suurinta sallittua käyttöpainetta ylitetä. Ennen paineenvähennyslaitteistoa on maakaasun tuloputkessa oltava sulkuventtiili. [1]

Paineenvähennyslaitteisto voidaan sijoittaa joko sisä- tai ulkotiloihin tulopaineen mukaan seuraavasti:

- 1. tulopaine enintään 200 mbar: Paineenvähennyslaitteiston voi sijoittaa sisätiloihin tai ulos suojakaappiin.*
- 2. tulopaine yli 200 mbar, mutta enintään 4 bar: Paineenvähennyslaitteiston voi sijoittaa joko ulos suojakaappiin tai sellaiseen sisätilaan, josta ei ole välitöntä yhteyttä asuin- tai vastaaviin tiloihin. Jos sijoitustilasta on välitön yhteys asuin- tai vastaaviin tiloihin, tulee paineenvähennyslaitteisto sijoittaa tiiviiseen suojakaappiin, josta on suora tuuletusyhteys ulos.*
- 3. tulopaine yli 4 bar, mutta enintään 16 bar: Paineenvähennyslaitteisto on sijoitettava ulos mekaanisilta vaurioilta suojattuun kaappiin tai laitteistoa varten erikseen varattuun sisätilaan, josta on suora yhteys ulos. Tila on varustettava vähintään kahdella suoraan ulos johtavalla ilmanvaihtaukolla, joista toinen sijoitetaan lattian rajaan ja toinen seinän yläosaan tai kattoon. Tila luokitellaan räjähdysvaaralliseksi tilaksi. [1]*

Jos maakaasun tulopaine on enintään 4 bar, vaaditaan vähintään yksi turvalaite ja jos tulopaine on yli 4 bar mutta alle 16 bar, vaaditaan vähintään kaksi toisistaan riippumatonta turvalaitetta. Lisäksi, jos tulopaine on yli 1 bar, on paineenvähennyslaitteisto varustettava laitteella (apuväroventtiili), joka estää mahdollisen säätölaitteiston läpi pääsevän vuotokaasun aiheuttaman paineen nousun yli sallitun arvon silloin, kun laitteisto on käyttämättömänä. Tulopaineeltaan enintään 4 baarin paineenvähennyslaitteiston apuväroventtiili voidaan korvata toisella turvalaitteella. Mahdolliset ulospuhallusputket on johdettava ulos. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 31

6.10 Maakaasupolttimien automaattiset sulkuventtiilit

Automaattisia sulkuventtiileitä on pääpolttimella (pääkaasu) aina kaksi. Myös sytytyspolttimella (sytytyskaasu) venttiileitä on pääsääntöisesti kaksi. Automaattisten sulkuventtiileiden varustus ja tiiviytsluokka määräytyvät kaasupolttimen tehon ja polttimen esituuletuksen perusteella. Automaattisten sulkuventtiileiden toimivuutta valvotaan automaattisella tiiviydentestausjärjestelmällä, joka vaaditaan aina yli 1200 kW:n polttimelle. Sulkuventtiilien välistä paineenpoistoa ei enää käytetä uusissa asennuksissa. Myös esituuletus voidaan tietyin edellytyksin korvata tiiviydentestausjärjestelmällä. [1]

6.11 Maakaasun hajustaminen

Maakaasun hajustaminen on yleisesti käytetty keino, jolla lisätään mahdollisuutta havaita pienikin vuoto erityisesti sisätiloissa. Maakaasuasetuksessa (551/2009) sanotaan että: *Maakaasu on hajustettava. Hajustusvaatimus ei kuitenkaan koske varastoitavaa maakaasua, siirtoputkistossa johdettavaa maakaasua eikä biokaasua.* [8]

Lisäksi asetus antaa määräyksiä hajustuksen toiminnan seuraamisesta. Jakelualueilla joilla on merkittävää kotitalouskäyttöä, hajustuksen toimivuutta on seurattava jatkuvasti.

Tukes voi antaa yksittäistapauksessa ja määräämillään ehdoilla luvan, ettei jakelu- tai käyttöputkistoon johdettavaa maakaasua tarvitse hajustaa. Tämä voi tulla kysymykseen käyttökohteissa, joissa kulutus on erittäin suurta, ympäristön hajut estävät aistinvaraisen havaitsemisen tai prosessin vaatimukset eivät salli hajustamista.

Hajustamiseen käytetään Suomessa tetrahydrotiofeenia (THT). Hajustuksen perusteella maakaasu on normaalisti aistittavissa, kun kaasun pitoisuus ilmassa on vähintään 0,02%. Pilottiprojektissa on sovittu että maakaasu hajustetaan höyrystämisen yhteydessä LNG-termiinaalissa.

6.12 Maakaasun käyttöturvallisuuden seuranta

Maakaasun käyttöturvallisuutta seurataan Turvalisuus- ja kemikaaliviraston VARO-rekisterin avulla.

Toiminnanharjoittajan on toimitettava maakaasuputkelle tai käyttölaitteelle sattuneesta vakavasta onnettomuudesta tai vaaratilanteesta selvitys Turvalisuus- ja kemikaalivirastolle. Selvityksessä

1. kuvataan onnettomuustilanne ja olosuhteet onnettomuuden sattuessa
2. selvitetään onnettomuuden vaikutukset ihmisiin, ympäristöön ja omaisuuteen
3. kuvataan pelastus- ja torjuntatoimet, joihin on ryhdytty
4. selvitetään, mihin toimenpiteisiin toiminnanharjoittaja aikoo ryhtyä vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi. [1]

Selvitys on tehtävä myös vaurioista, joilla saattaa olla merkitystä käyttöturvallisuuteen, kuten rakenteellisista vioista tai materiaalivioista johtuvista vaurioista. [1]

6.13 Vaaran arviointi

Maakaasun rakentamisluvan hakemusmenettelyyn liittyy tiettyjen kohteiden osalta velvoite erillisen selvityksen – vaaran arvioinnin – tekemisestä. Lisäksi toiminnanharjoittajan on arvioitava laitteiston räjähdysvaara ennen sen käyttöönottoa.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 32

Jakelu- ja siirtoputkistoille edellytetään vaaran arvioinnin lisäksi arviota putkiston merkittävistä ympäristövaikutuksista ja suunnitelmaa niiden ehkäisemisestä. [1]

Siirtoputkiston osalta onnettomuusriskien arviointi koskee putkistoa, sekä paineenkorotus- ja paineenvähennysasemia. [1]

Vaaran arviointi on tehtävä erillisille suurille käyttökohteille. (kohteen käyttölaitteiden yhteinen nimellinen polttoaineteho vähintään 6 MW).

Jos arvioidaan, että kohteessa voi esiintyä räjähdysvaara, toiminnanharjoittajan on laadittava räjähdys-suojausasiakirja. Räjähdys-suojausasiakirjassa tulee olla räjähdysvaaran arvioinnin tulokset, tekniset ja organisatoriset suojaustoimenpiteet ja räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu. [1]

Arviointi tulee tarkistaa määräaikaistarkastusten yhteydessä sekä aina merkittävien muutosten yhteydessä. [1]

Tilojen luokittelu tulee tehdä ainakin seuraaville kohteille: [1]

- 1) paineenlisäysasemat ja -laitteistot
- 2) paineenvähennysasemat
- 3) kaasuturbiinin suojakotelot
- 4) paineenvähennyslaitteistot, joiden tulopaine on yli 4 baaria
- 5) siirtoputkiston venttiiliasemat
- 6) tankkausasemat
- 7) putkistot, jotka ovat alttiina värähtelylle tai huomattavalle paineen ja lämpötilan vaihtelulle
- 8) biokaasun paineenlisäysasemat.

Kaasun käyttölaitetta ympäröivää tilaa ei luokitella. [1]

Erillisille suurille käyttökohteille tehtävässä selvityksessä tulee olla kuvaus maakaasun käyttöön ja käsittelyyn liittyvistä vaaralähteistä, kuvaus tyypillisistä vaaratilanteista ja niiden seurauksista, suunnitelma siitä, miten varaudutaan vaaratilanteen ehkäisemiseen sekä normaaleissa että poikkeavissa käyttötilanteissa ja -olosuhteissa. [1]

6.14 Toimintajärjestelmä

Toimintajärjestelmällä tarkoitetaan sitä osaa toiminnanharjoittajan yleisestä hallintajärjestelmästä, joka kattaa maakaasun osalta henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkojen ehkäisemiseksi asetetut tavoitteet sekä maakaasun suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön liittyvät toimintamenettelyt. [1]

Toimintajärjestelmää edellytetään mm. siirtoputkiston suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä. Asennusliikkeeltä edellytetään toimintajärjestelmää siirtoputkiston ja teräksisen jakeluputkiston asennuksessa. Toiminnanharjoittajan hakiessa jakelu- ja käyttöputkiston alueellista rakentamislupaa edellytetään toimintajärjestelmää. [1]

7 Suunnittelua ja toteutusta määräävät standardit

Tässä kappaleessa on lueteltu kotimaiset ja EU:n standardit. Näiden lisäksi suunnittelussa tulee käyttää Maakaasukäsikirjaa. [1], [13], [14]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 33

SFS 2897	Maakaasuputkisto. Paine DOE	1987
SFS 5717	Maakaasun siirto putkiston sijoittaminen suurjännite johdon tai kytkinlaitoksen läheisyyteen	1992
SFS-EN 1555-1:en	Muovi putkijärjestelmät kaasumaisten polttoaineiden jakeluun. Polyeteeni (PE). Osa 1: Yleistä	2011
SFS-EN 1555-2:en	Muovi putkijärjestelmät kaasumaisten polttoaineiden jakeluun. Polyeteeni (PE). Osa 2: Putket	2011
SFS-EN 1555-3:en	Plastic piping for the supply of gaseous fuels – Polyethylene (PE) – Part 3: Fittings	2013
SFS-EN 1555-4:en	Plastic piping for the supply of gaseous fuels – Polyethylene (PE) – Part 4: Valves	2011
SFS-EN 1555-5:en	Plastic piping for the supply of gaseous fuels – Polyethylene (PE) – Part 5: Fitness for purpose of the system	2011
SFS-EN 1594	Kaasuputkistot. Maksimikäyttöpaine yli 16 bar. Toiminnalliset vaatimukset	2014
SFS-EN 1775	Kaasuputkistot rakennuksiin. Maksimikäyttöpaine enintään 5 bar. Toiminnalliset suositukset	2008
SFS-EN 1776	Maakaasun mittausasemat. Toiminnalliset vaatimukset	1999
SFS-EN 12007-1:en	Kaasuputkistot. Maksimikäyttöpaine enintään 16 bar. Osa:1 Yleiset toiminnalliset suositukset	2013
SFS-EN 12007-2:en	Kaasuputkistot. Maksimikäyttöpaine enintään 16 bar. Osa 2: Toiminnalliset suositukset polyeteenille (maksimikäyttöpaine enintään 10 bar)	2013
SFS-EN 12007-3	Kaasuputkistot. Maksimikäyttöpaine enintään 16 bar. Osa 3: Toiminnalliset suositukset teräkselle	2000
SFS-EN 12007-4:en	Kaasuputkistot. Maksimikäyttöpaine enintään 16 bar. Osa 4: Toiminnalliset suositukset putkiston uusimiselle	2013
SFS-EN 12186	Kaasuputkistot. Siirto- ja jakeluputkistojen	2000

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 34

	paineenvähennysasemat. Toiminnalliset vaatimukset	
SFS-EN 12186/A1:en	Kaasuputkistot. Siirto- ja jakeluputkistojen paineenvähennysasemat. Toiminnalliset vaatimukset	2006
SFS-EN 12279	Kaasuputkistot. Paineenvähennyslaitteistot taloliittymissä. Toiminnalliset vaatimukset	2006
SFS-EN 12279/A1:en	Kaasuputkistot. Paineenvähennyslaitteistot taloliittymissä. Toiminnalliset vaatimukset	2006
SFS-EN 12327:en	Kaasuputkistot. Paineenkestävyys, käyttöönotto ja käytöstä poistaminen. Toiminnalliset vaatimukset	2013
SFS-EN 12583	Kaasuputkistot. Kompessoriasemat. Toiminnalliset vaatimukset	2001
SFS-EN 12732:en	Kaasuputkistot. Teräsputkiston hitsaus. Toiminnalliset vaatimukset	2014
SFS-EN 15001-1	Kaasuputkistot. Kaasun käyttöputkistot teollisuudessa, käyttöpaineen ollessa yli 0,5 bar sekä teollisuudessa ja muualla käyttöpaineen ollessa yli 5 bar. Osa 1: Yksityiskohtaiset toiminnalliset vaatimukset suunnittelulle, materiaaleille, rakentamiselle, tarkastamiselle ja testaukselle.	2010
SFS-EN 15001-2	Kaasuputkistot. Kaasun käyttöputkistot teollisuudessa, käyttöpaineen ollessa yli 0,5 bar sekä teollisuudessa ja muualla käyttöpaineen ollessa yli 5 bar. Osa 2: Yksityiskohtaiset toiminnalliset vaatimukset käyttöönotolle, käytölle ja kunnossapidolle	2009
SFS-EN 16348	Kaasuputkistot — Kaasun siirtoverkoston turvallisuus-johdatusjärjestelmä (SMS) ja siirtoverkoston eheys- ja käytettävyyden järjestelmä (PIMS) — Toiminnalliset vaatimukset	2013
SFS-KÄSIKIRJA 58-1	Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 1: Säädökset	2013
SFS-KÄSIKIRJA 58-2	Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 2: Nesteytetty maakaasu (LNG)	2013

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 35

SFS-KÄSIKIRJA 58-3 Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 3: Standardit. Kaasun siirto 2013

SFS-KÄSIKIRJA 58-4 Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 4: Standardit. Kaasun jakelu 2013

SFS-KÄSIKIRJA 58-5 Palavat kaasut. Säädökset ja standardit. Osa 5: Standardit. Käyttöputkisto 2013

EU standardit

CEN/TS 14399 Kaasuputkistot. Ohjeita maakaasun jakelun toimintajärjestelmälle 2007

CEN/EN 676:2003+A2:2008 Automaattiset puhallinpolttimet kaasumaisille polttoaineille

CEN/EN 88-1:2007 Kaasulaitteiden paineensäätimet sekä niiden varolaitteet. Osa 1: Paineensäätimet, tulopaine enintään 500 mbar.

CEN/EN 88-1:2007 Kaasulaitteiden paineensäätimet sekä niiden varolaitteet. Osa 1: Paineensäätimet, tulopaine enintään 0,5 - 5 bar.

CEN/EN 125:2010 Liekinvalvontalaitteet kaasun käyttölaitteille. Lämpösähköiset liekinvalvontalaitteet.

CEN/EN 126:2004 Kaasulaitteiden monitoimiset säätö-, ohjaus ja turvalaitteet.

CEN/EN 161:2007 Kaasulaitteiden sulkuventtiilit kaasupolttimille ja kaasulaitteille.

CEN/EN 298:2003 Poltinautomaatiikat puhaltimilla varustetuille tai ilman niitä oleville kaasupolttimille ja kaasulaitteille

CEN/EN 1127-1:2011 Räjähdysvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät.

CEN/EN 13463-1:2009 Räjähdysvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 1: Perusmenetelmä ja vaatimukset.

CEN/EN 15198:2007 Räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen muiden kuin sähkölaitteiden ja

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 36

komponenttien riskin arvioinnin menetelmä

Cenelec/EN 60079-0:2012

Räjähdysvaaralliset tilat – Osa 0: Laitteet – Yleisvaatimukset

KEMIKAALILAKI 599/2013

7.1 Suunnitteluohje

7.1.1 LNG:n toimitukset, purku ja lastaus

LNG suunnitteluperusteet ja toimintaperiaateasiakirja

Standardin SFS-EN 13645 mukaan LNG-asennukset tulee suunnitella siten, että riskit omaisuudelle sekä ihmisille laitoksen sisä- ja ulkopuolella minimoidaan. Standardin mukaan laitoksille pitää tehdä turvallisuussuunnitelma suunnittelun aikana, kun paikallisissa säädöksissä määritelly varastointikapasiteetti ylittyy.

Suomessa toimintaperiaateasiakirja vaaditaan yli 50 tonnia maakaasua varastoivilta laitoksilta. Toimintaperiaateasiakirjassa selostetaan toimintaperiaatteet suuronnettomuuksien ja muiden onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Tukesin varastointilupa vaaditaan yli 5 tonnia maakaasua varastoivilta laitoksilta.

Ajojärjestelyt

Ajoväylä on tehtävä sellaiseksi, että ajoneuvon saa nopeasti pois vaara-alueelta mahdollisen vuodon tai vaurion ilmaantuessa. Tankkauspisteen on täytettävä vähimmäisetäisyys säiliöstä ja höyrystinasemasta. Suosituksena on käyttää 5 metrin etäisyyttä tankkauspisteen ja LNG-asiakasvaraston välillä.

Ajoneuvon saa peruuttaa purkauspaikalle, mutta lähdön on tapahduttava ajamalla eteenpäin.

Säiliöautojen purku- ja lastauspaikat päällystetään betonilaatalla, kivetyksellä tai muulla palamattomalla materiaalilla. Palamattoman (päällystetyn) alueen koko on purkupisteestä vähintään 3 m x 4 m.

LNG-asiakasvarasto

LNG-asiakasvarastot ovat maakaasun käyttökohteiden yhteydessä toimivia nestemäisen maakaasun varastoja ja höyrystimiä. LNG-asiakasvarasto koostuu vaak- tai pystymallisesta säiliöstä, höyrystimestä sekä apulaitteista, kuten hajustus- ja kaasunlämmitysyksiköistä.

LNG-varastojen tilavaraukset

LNG-varastojen sijoittaminen ja tarvittavat etäisyydet muihin rakenteisiin määräytyvät ensisijaisesti kohteiden käyttötarkoituksen mukaan. Tilavarauksen tulee olla sellainen, että alueen liikennöinti, käytännön toimet sekä huolto- ja kunnossapitotehtävät hoituvat ongelmitta, koska LNG-asiakasvaraston säiliö on aina kaksoisvaippainen useimmiten tyhjoeristetty paineastia, on sen sijoittaminen helpompaa kuin esimerkiksi vastaavan kokoisen nestekaasuvaraston.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 37

LNG-varastojen turvaetäisyydet

LNG-asiakasvarastojen varastoinnin suunnittelussa tulee noudattaa standardeissa esitettyjä ohjeita. LNG:n varastoinnille on olemassa eurooppalaiset standardit:

- SFS-EN 13645 Nesteytetyn maakaasun laitteistot ja asennukset. Maalla olevien laitteistojen suunnittelu. Varastointikapasiteetti 5-200 t.
- SFS-EN 1473 Nesteytetyn maakaasun laitteistot ja asennukset. Maalla olevien laitteistojen suunnittelu.

On kuitenkin huomattava, että yo. standardeissa tai muissa kansallisissa määräyksissä ei turvaetäisyyksistä ole määritelty.

Varastosäiliöt ja niiden täyttö

LNG-varastosäiliön koko valitaan yleensä noin viikon kaasutarvetta vastaavaksi ja enimmäistäyttöaste on 90%. Säiliöt ovat kaksivaippaisia ja tyhjoeristettyjä painelaitteita, joiden eristeenä on tyhjän lisäksi perliittäyte. Säiliön suunnittelupaine on tavallisesti 15-17 bar(g) ja sen tulee täyttää painelaitedirektiivin vaatimukset. Yli 250 m³ kokoiset säiliöt valmistetaan vaakamallisena. Säiliöt varustetaan varoventtiilillä säiliön suunnittelupaineen mukaisesti. Varoventtiilin ulospurkausputki on johdettava mahdollisen rakennuksen ulkopuolelle ja riittävän kauaksi mahdollisista sytytyslähteistä.

Ennen täytön tai tyhjennyksen aloittamista ajoneuvo maadoitetaan, jotta siihen ei tule vaarallista sähkövarausta. Purkaus- tai täyttölaitteisto yhdistetään johtavasti ajoneuvoon. Maadoituskaapeli on pidettävä kytkettynä, kunnes ajoneuvo on valmiiksi kuormattu ja täyttövarret irrotettu. Joissakin tapauksissa voi myös pumppujen käynnistymisen kytkeä maadoitukseen.

Täytön aikana kaikki mahdolliset syttymislähteet on varmistettava tai vietävä turvaetäisyyden päähän.

LNG on johdettava pois rakenteista ja pintavesiviemärikaivot sijoitetaan betonoidun alueen ulkopuolelle. Maahan mahdollisesti vuotavat pienet nestemäärät höyrystyvät ennen nesteen joutumista viemäriin. Lastauksen ja purkamisen ajaksi ajoneuvon liikkuminen estetään pyörien alle asetetuilla kiiloilla tai liukuesteillä. Alue hiekoitetaan tarvittaessa talvella. Kuljettaja valvoo lastausta ja purkausta sekä noudattaa toimipaikan antamia ohjeita. Lastauksen tai purkauksen aikana kuljettaja ei saa oleskella vetovaunun hytissä.

Lastauksen ja purkamisen jälkeen säiliöiden venttiilien tiiveys tarkistetaan. Lastaus- ja purkupaikan läheisyydessä on tarvittaessa hätäpysäytyspainikkeet pumpun pysäytystä varten sekä tarvittaessa myös valvontakamerat ja pikapuhelimet. Hätäpysäyttimiä sekä pumppuja on voitava käyttää myös tulipalon aikana.

LNG-säiliöauton minimietäisyydet ovat alan määräysten mukaiset. Suositeltava säiliöauton purkausletkun pituus on enimmillään viisi metriä. Säiliöauton purkuyhteet ovat vasemmalla kyljellä säiliön keskellä.

Putken tai letkun irrotessa tai vaurioituessa täyttö- ja tyhjennysputkiston venttiilien on sulkeuduttava automaattisesti, tai ne on voitava sulkea turvallisesta paikasta. Täyttö- ja tyhjennysputken ja -letkun sisältö on pystyttävä tyhjentämään vaarattomasti ennen niiden irrottamista säiliöstä.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 38

Höyrystimet

Tarkoituksena on muuttaa LNG takaisin kaasumaiseen olomuotoon. Tavallisesti siihen käytetään ilmahöyrystimisiä, joiden määrä on tuplamitotettu kaasun tarpeeseen verrattuna. Kaksinkertaisen mitoituksen taustana on höyrystimien ajoittainen huurtuminen ja kytkeytyminen pois päältä. Mikäli höyrystimen ulkovaippa ilman kosteudesta huurtuu, kytkeytyy toinen höyrystinlinja automaattisesti käyttöön. Ilmahöyrystimen välittämän kaasun lämpötila on n. 15 °C alempi kuin höyrystimintä ympäröivän ilman lämpötila. Tarvittaessa käytetään lisälämmitintä, jolla kaasun lämpötila saadaan halutuksi.

Höyrystys ja paineenvähennys

LNG-asiakasvaraston säiliön sisältö on höyrystettävä ennen käyttöä. Tyypillisesti maakaasun ulostulopaine höyrystimen jälkeen on 4...8 bar(g). LNG siirtyy säiliöstä höyrystimelle höyrynpaineen avulla, joten erillisiä pumppuja ei normaalisti tarvita.

Paineenvähennyslaitteisto (kts. kohta 6.9) sijoitetaan asetuksen (551/2009) mukaisesti. Jos paineenvähennyslaitteisto sijoitetaan ulos, tulee laitteisto varustaa suojakatoksella tai -kaapilla. Ulkotiloihin sijoitettavien paineenalennuslaitteistojen valinnassa ja sijoituksessa tulee ottaa huomioon lämpötilojen vaihteluiden aiheuttamat rasitukset säätimien toiminnalle.

Asennukset ja liitokset

Säiliö-, höyrystin- ja putkistoasennusten jälkeen kaikki liitokset ja venttiilit on tarkistettava mahdollisen vuodon varalta. Samoin eristysten on oltava tarkoituksenmukaisia. Varolaitteet on testattava ja tarkastuksesta tehtävä pöytäkirja. Höyrystimen jälkeisissä laitteissa ja asennuksissa käytetään maakaasun jakeluun tehtyjä ohjeita, esimerkiksi Kauppa- ja Teollisuusministeriön päätös kaasuasennuksista 1286/1993 ja sen muutos 1200/1995.

Sähköistys ja instrumentointi

Sähkölaitteiden osalta on huomioitava laitteiden riittävä maadoitus. Sähkölaitteiden ja instrumentoinnin osalta on huomioitava ATEX käyttö- ja olosuhtedirektiivin soveltaminen; tilaluokitukset ja laitevalinnat.

LNG-säiliön suojaus

LNG-säiliön sijoitus kaasun käyttökohteisiin ei vaadi erityisiä suojaustoimenpiteitä, sillä säiliön sisäinen kaksoisvaipparakente ja tyhjoeristys suojaavat säiliötä ulkopuolelta kohdistuvilta vahingoilta ja vaaroilta. Säiliöt, putkistot ja höyrystinlaitteet tulee kuitenkin suojata mahdollisia ajoneuvojen törmäyksiä vastaan. Säiliön ympärille ei vaadita erillistä vuotoallasta. Mahdollisen vuodon varalta on huomioitava vauriokohdan materiaalien kestävyys erittäin alhaiseen (-160 °C) lämpötilaan. Nestemäinen LNG on ohjattava hallitusti turvalliseen paikkaan alueelle, mistä siitä on mahdollisimman vähän haittaa. Höyrymäinen maakaasu on -100 °C lämpötilassa ilmaa kevyempi kaasu.

Vaarojen arviointi

LNG:n fyysinen kosketus tai vuoto aiheuttaa vahinkoja ihmisille ja laitteille. Rakentamislupahakemukseen kuuluu osana myös varastointipaikan vaarojen arviointi sekä pelastussuunnitelman laadinta.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 39

Käyttökokemusten perusteella suurin vaaran aiheuttaja on putken tai letkun rikkoutuminen. LNG vuodon sattuessa on vuotokohta pyrittävä sulkemaan. Nestemäinen maakaasu tulee johtaa vaarattomalle maastoalueelle mahdollisimman kauaksi syttymislähteistä ja sen annetaan haihtua itsestään ilmaan. Mahdollinen kaasupilvi voidaan tarvittaessa hajottaa vesisuihkulla. Höyrystynyt maakaasu nousee ylöspäin suurin piirtein samassa suunnassa ja nopeudella kuin irrotettu ilmapallo.

Kaasujen syttymisominaisuuksiin voidaan vaikuttaa muuttamalla ilman koostumusta. Metaani menettää syttymisominaisuutensa, kun ilmaan lisätään inerttiä kaasua, kuten hiilidioksidia tai typpeä. Esimerkiksi kun ilman happipitoisuus inertoidaan alle 12 %:iin, metaani ei syty tällaisella ilman seoksella ollenkaan. Seoksen happipitoisuutta kutsutaan myös happi-indeksiksi.

Käyttöturvallisuus ja vuotojen toteaminen

Käyttöturvallisuuden edistämiseksi maakaasu yleensä hajustetaan. Tietyissä käyttökohteissa (erittäin suuri kulutus, ympäristön hajut, prosessin vaatimukset) maakaasu saattaa olla myös hajustamatonta. LNG toimitetaan aina hajustamattomana. Tarpeen vaatiessa LNG:stä höyrystetty maakaasu hajustetaan höyrystämisen yhteydessä.

Hajustamiseen käytetään Suomessa tetrahydrotiofeenia (THT). Hajustamisen perusteella maakaasu on normaalisti aistittavissa, kun kaasun pitoisuus ilmassa on vähintään 0,02 %. On kuitenkin huomattava, että hajun perusteella ei voida arvioida ilmassa olevan kaasun määrää, ainoastaan sen olemassaolo.

Maakaasuvuotojen toteamiseen käytetään vuotokaasun ilmaisimia. Ilmaisia on erilaisia: kiinteitä, kannettavia, hälyttäviä, pitoisuutta mittaavia, jne. Olennaista on kuitenkin, että vuodosta saadaan luotettava tieto ja voidaan välittömästi ryhtyä asian vaatimiin toimenpiteisiin.

Yksinkertaisimmat vuotokaasun ilmaisimet kertovat vain, onko mittauskohteessa kaasua vaiko ei. Jos ilmaisin sisältää myös mittarin, se kertoo tavallisesti kaasun suhteellisen pitoisuuden alemmasta syttymisrajasta. Tällöin mittaria käytettäessä tulee varmistua, että se on kalibroitu mitattavalle kaasulle.

Jos vuotokaasun ilmaisimeen sisältyy hälytys, se on yleisimmin säädetty arvoon, joka on 1/5 alemmasta syttymisrajasta.

Jos laitoksessa käytetään hajustamatonta maakaasua, on kohteessa aina käytettävä kiinteästi asennettua vuotokaasun ilmaisinjärjestelmää, joka tulee testata määrävälein.

Huolto ja kunnossapito

LNG-säiliöiden laitetoimittajien huolto-ohjeita on noudatettava. Säiliöiden tilaa on seurattava mahdollisen vuodon tai muun vaurion kannalta. Mekaanisten laitteiden, kuten venttiileiden ja laippatiivisteiden kuntoa on seurattava ja huoltotoimista on pidettävä kirjaa. Laitteistoa pitää huoltaa ja pitää kunnossa säännöllisesti ennakolta suunnitellun kunnossapito-ohjelman mukaisesti.

7.1.2 Maakaasuputkiston suunnittelua ohjaavia tekijöitä

Maakaasun siirtoputkiston rakennusalue jaetaan alueluokkiin. Alueluokka määritellään asutustiheyden tai alueella olevien erillisten kohteiden laadun perusteella. Putkiston mitoituksessa käytettävät varmuuskertoimet määräytyvät alueluokan mukaan.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 40

Maakaasuputkiston suunnittelupaine tulee valita vähintään yhtä suureksi kuin suurin paine, jonka alaiseksi putki käyttöolosuhteissa joutuu. Teräksisten putkien ja putken osien (käyrä, haaroitus, palje, supistus, laippa) suunnittelupaineen tulee olla vähintään 10 bar.

Putkiston varusteiden (venttiili, paineensäädin, suodatin, määrämittari jne.) suunnittelupaineena käytetään vähintään putkiston suurinta sallittua käyttöpainetta.

Suunnittelulämpötilana tulee käyttää korkeinta tai alinta lämpötilaa, johon putkisto voi käytön aikana joutua. Maahan asennettavalle sekä veteen upotettavalle putkelle suunnittelulämpötila on -10 °C ja maanpäälliselle, ulos sijoitetulle putkelle - 40 °C. [1]

Säädöksissä ei aseteta suunnittelijalle muodollisia pätevyysvaatimuksia. Luonnollisesti suunnittelussa tulee ottaa huomioon kaikki maakaasua koskevat säännökset ja vaatimukset. [1]

Maakaasuputkistot jaetaan käyttötarkoituksensa mukaan

- siirtoputkistoon, jolla maakaasua siirretään käyttöön jaettavaksi

- jakeluputkistoon, jolla maakaasua jaetaan siirtoputkistosta vähennetyllä paineella alueelliseen kulutukseen

- käyttöputkistoon, jolla maakaasua johdetaan vähennetyllä paineella kaasulaitteelle tai muuhun käyttökohteeseen. [1]

7.1.3 Painelaitelainsäädäntö

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista (938/1999) sisältää painelaitedirektiivin (97/23/EY) menettelyt painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien suunnittelulle, valmistukselle ja vaatimustenmukaisuuden arvioinnille. Painelaitteita ovat säiliöt, putkistot, höyryn tai ylikuumennetun veden tuotannon painelaitteet (höyry- ja kuumavesikattilat), varolaitteet ja paineenalaiset lisälaitteet. [16]

Painelaitteiden luokittelu

Painelaitteet ja laitekokonaisuudet jaetaan suunnittelua, valmistusta ja vaatimustenmukaisuuden arviointia varten kahteen ryhmään:

-suunnittelussa ja valmistuksessa on noudatettava olennaisia turvallisuusvaatimuksia.

-suunnittelussa ja valmistuksessa on noudatettava hyvää konepajakäytäntöä.

Painelaitteet ja laitekokonaisuudet, joissa on noudatettava olennaisia turvallisuusvaatimuksia, luokitellaan kasvavan riskin mukaan neljään luokkaan I – IV. [16]

Säiliöille, putkistoille ja höyryn tai ylikuumennetun veden tuotannon painelaitteille hyvän konepajakäytännön ja luokkien I – IV rajat on esitetty päätöksen (938/1999) liitteen II kuvissa 1 – 9. [16]

Painelaitteen vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt on esitetty päätöksen (938/1999) liitteessä III ja taulukossa 7.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 41

Taulukko 7 Painelaitteiden vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt

VAATIMUSTENMUKAISUUDEN ARVIOINTIMENETTELTY MODUULI TAI MODUULIYHDISTELMÄ		
LUOKKA I	LUOKKA II	LUOKKA III
A	A1	B1 + D
	D1	B1 + F
	E1	B + E
		B + C1
		H
Arviointimenettely (moduuli)		Kuvaus
A	Valmistuksen sisäinen tarkastus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat ja tekee loppuarvioinnin.
A1	Valmistuksen sisäinen tarkastus ja loppuarvioinnin valvonta	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat ja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo.
B	EY-tyyppitarkastus	Ilmoitettu laitos tarkastaa tyyppin vaatimustenmukaisuuden.
B1	EY-suunnitelmataarkastus	Ilmoitettu laitos tarkastaa suunnitelman vaatimustenmukaisuuden.
C1	Tyyppimukaisuus	Valmistaja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo.
D	Tuotannon laadunvarmistus	Valmistaja soveltaa valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatu järjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos.
D1	Tuotannon laadunvarmistus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat sekä soveltaa valmistuksessa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatu järjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos.
E	Tuotteiden laadunvarmistus	Valmistaja soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatu järjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos.
E1	Tuotteiden laadunvarmistus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat sekä soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatu järjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos.
F	Tuotekohtainen todennus	Ilmoitettu laitos tekee tuotekohtaisen loppuarvioinnin.
G	Yksikkökohtainen EY-todennus	Ilmoitettu laitos tekee tuotteen suunnitelma- ja loppuarvioinnin.
H	Täydellinen laadunvarmistus	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatu järjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos.
H1	Täydellinen laadunvarmistus ja suunnitelmataarkastus sekä loppuarvioinnin erityisvalvonta	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatu järjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos. Lisäksi ilmoitettu laitos tekee suunnitelmataarkastuksen ja valvoo loppuarviointia.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 42

7.1.4 Maakaasuputkiston sijoittaminen

Rakennusten ulkopuoliset jakelu- ja käyttöputkistot on rakennettava yleensä maanalaisena. Alueilla ja paikoissa, joissa maanalainen putkisto voi vahingoittua maan laadun tai liikkumisen johdosta tai joissa maanalaisen putkiston rakentaminen on teknisesti vaikeata, saadaan putkistot rakentaa maanpäällisenä. Tehdasalueilla saa putkistot rakentaa myös maanpäällisenä. Rakennusten sisäpuoliset käyttöputkistot asennetaan mahdollisimman paljon pinta-asennuksena. Käyttöputkistoa ei saa sijoittaa läpivientejä lukuun ottamatta ontelarakenteiden, savuhormien, ilmanvaihto- tai tuuletuskanavien sisälle eikä hissi- ja tavarankuljetuskuihuihin. [1]

7.1.5 Maakaasuputkiston peitesyvyydet

Maanalaisten jakelu- ja käyttöputkistojen vähimmäispeitesyvyys on 0,8 metriä, kun putkiston suurin sallittu käyttöpaino on enintään 4 bar. Yli 4 barin jakelu- ja käyttöputkistojen vähimmäispeitesyvyys on 1 metri. Erikoiskohteissa voidaan vähimmäispeitesyvyyttä pienentää, jos vastaava turvallisuustaso säilyy. Kallioon louhitun kaivannon vähimmäispeitesyvyydeksi riittää, jos kallion pinta ulottuu 0,6 metriä putken yläpinnan yläpuolelle. Lisäksi eräiden kohteiden alituksille on määritelty edellisestä poikkeavia peitesyvyyksiä taulukossa 8. [1]

Taulukko 8 Putkiston vähimmäispeitesyvyyksiä. [1]

Maasto tai erityiskohteet	Minimi-peitesyvyys, m
Viljelyt, viljelyskelpoiset tai kuivatettavat alueet	1,20
Rautatien alitus maanpinnasta mitattuna	1,35
Rautatien alitus ojan pohjasta mitattuna	0,80
Moottori-, moottoriliikenne-, valta- ja kantateiden sekä muiden raskaasti liikennöityjen teiden ja katujen alitus	1,35
Muiden teiden ja katujen alitus	1,00
Teiden ja katujen alitus ojan pohjasta mitattuna	0,80
Purojen ja ojien alitus niiden peratusta pohjasta mitattuna	0,60

7.1.6 Kaivanto ja täytöt

Jakelu- ja käyttöputkiston putkikaivannon leveyden on oltava vähintään 200 mm putken halkaisijaa leveämpi. Kaivannon pohja, asennusala, on tasattava kivettömällä kitkamaalla ts. luonnonsoralla (raekoko 0/32) tai hiekalla. Asennusalaan voi käyttää myös mursketta, jonka raekoko on 0/20 mm. Asennettaessa putkisto perusmaan (savi, siltti) varaan, kaivannon pohjan kivettömyys (raekoko < 32 mm) on varmistettava 150 mm syvyyteen. Kaivannon seinämän kaltevuus valitaan siten, että sortumisvaara vältetään. Tarvittaessa kaivanto tuetaan. [1]

Putken alkutäyttö ulottuu vähintään 0,3 metriä putken tai sen suojaputken yläpuolelle. Alkutäytön materiaalina käytetään ensisijaisesti kivetöntä kaivumaata (turve, savi, siltti, hiekka tai sora). Alkutäyttöön voidaan käyttää myös mursketta, jonka raekoko on 0/20 mm. Alkutäyttö ei saa sisältää luonnonkiviä, joiden raekoko on yli 50 mm. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 43

Alkutäyttö pyritään tekemään välittömästi asentamisen jälkeen siten, ettei putkisto pääse siirtymään eikä vahingoittumaan.
Kaivannon lopputäytön materiaalina käytetään ensisijaisesti kaivumaata, mutta se ei saa sisältää luonnonkiviä, joiden koko on yli 200 mm. Lopputäyttö voidaan tehdä myös murskeesta, jonka raekoko on 0/150 mm.
Kaivantoon, alku- ja lopputäytön väliin, asennetaan keltainen varoitusnauha tai -verkko. [1]

Jakelu- ja käyttöputkiston rakentamisessa voidaan käyttää myös kaivannottomia menetelmiä (kaivamaton tekniikka). Niitä käytettäessä on huolehdittava, ettei putki tai sen pinnoite vaurioidu rakentamisen aikana. Kaivamattomia tekniikoita ovat mm. erilaiset poraus-, mikrotunnelointi- ja sujutusmenetelmät. [1]

7.1.7 Maakaasuputken etäisyydet maanalaisiin putkiin, kaapeleihin ja rakenteisiin

Jakelu- ja käyttöputkiston etäisyydet muihin maanalaisiin putkistoihin, kaapeleihin ja muihin rakenteisiin on valittava siten, etteivät ne aiheuta huomattavaa haittaa toistensa käytölle, korjaukselle tai kunnossapidolle.

Vähimmäisetäisyys yhdensuuntaisasennuksissa on 1 metri ja risteilyissä 0,5 metriä, kun putkiston suurin sallittu käyttöpaine on yli 8 bar.

Suurimman sallitun käyttöpaineen ollessa 8 bar tai alle, on vähimmäisetäisyys yhdensuuntaisasennuksissa 0,2 metriä ja risteilyissä 0,1 metriä. Vähimmäisetäisyys maanalaiseen paineettomaan viemäriin, salaojaputkeen, suljettuun putkikanavaan tai vastaavaan on kuitenkin yhdensuuntaisasennuksissa 1 metri ja risteilyissä 0,5 metriä.

Yksittäistapauksissa edellä mainituista etäisyyksistä voidaan poiketa, jos vastaava suojaustaso voidaan saavuttaa muulla tavoin. Muoviset maakaasuputket saa asentaa rinnakkain toistensa kanssa.[1]

Maanalaisia jakelu- ja käyttöputkistoja ei saa sijoittaa rakennusten alle lukuun ottamatta putken sisäänvientiä. Jakelu- ja käyttöputkiston etäisyys rakennuksesta, kun putkella ei johdeta kaasua kysymyksessä olevaan kohteeseen, on vähintään 1 metri. Yli 4 barin putkistoille etäisyydeksi suositellaan 4 metriä. Etäisyyttä voidaan tarvittaessa pienentää, ei kuitenkaan alle kahden metrin. [1]

Jakelu- ja käyttöputkiston etäisyys liikenneväylään tai raskaasti liikennöityyn alueeseen tulee valita niin, ettei putkisto vaurioidu siihen kohdistuvien kuormitusten ja rasitusten vuoksi. Kaasuputken risteilyistä teiden ja junaratojen kanssa löytyy omat Liikenneviraston ohjeet. [1]

7.1.8 Maakaasuputken suojaPUTKET ja -rakenteet

Raskaasti liikennöidyn liikenneväylän tai muun alueen alituksissa jakelu- ja käyttöputkistoon aiheutuvat lisäkuormitukset on otettava huomioon lisäämällä putken seinämäpaksuutta tai peitesyvyyttä taikka varustamalla putki suojaPUTKella tai -rakenteilla. SuojaPUTKET ja -rakenteet eivät saa aiheuttaa rasituksia maakaasuputkistoon. [1]

Maanalaisen kaasuputken varusteet, kuten sulkuventtiilit, joihin on asennettu maan pintaan asti ulottuva käyttökara sijoitetaan liikennöidyn alueen ulkopuolelle.

Maanpintaan ulottuvat varusteet on tuettava niin, ettei maan routiminen, liikkuminen tai liikennekuorma aiheuta putkistoon haitallisia rasituksia. Jos varuste ulottuu maanpinnan tason yläpuolelle, on se aidattava tai muutoin suojattava. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 44

Maanpäällinen kaasuputkisto on aina suojattava paikoissa, joissa se saattaa liikenteen tai muun syyn vuoksi mekaanisesti vaurioitua. Suojarakenteena voidaan käyttää suojapalkkia, -kaidetta tai -aitaa. [1]

7.1.9 Maakaasuputkiston korroosiosuojaus

Maanalaiset teräksiset jakelu- ja käyttöputkistot on suojattava korroosiolta. Korroosiosuojaus tehdään ensisijaisesti polyeteenipinnoitteella, jonka paksuus on vähintään 1,8 mm. Korroosiosuojaukseen saa käyttää myös muita suojausteholtaan ja kestävyydeltään vastaavia pinnoitteita. Pinnoite on tarkastettava sähköisellä läpilyöntikojeella ennen putken peittämistä. Maanalaisten teräsputkien korroosiosuojauspinnoitteen lisäksi voidaan käyttää myös katodisuojausta, ellei siitä aiheudu haittaa muille rakenteille. Maanpäällinen kaasuputkisto tulee korroosiosuojata, jos sille esim. kosteudesta johtuen voi aiheutua korroosiorasitusta. Korroosiosuojaus voidaan tehdä maalaamalla. Kaasuputkea ei saa asentaa suoraan eristämättömän kylmävesiputken tai kaasuputkea syövyttävää ainetta sisältävän putken alapuolelle. [1]

7.1.10 Maakaasuputkiston liitosmenetelmät

Maakaasuputkien liittäminen toisiinsa sekä putken osiin on tehtävä niin, ettei liitoskohta heikennä putken mekaanista lujuutta tai korroosiosuojausta. Liitosten, mukaan lukien varusteiden liitokset, on oltava rakenteeltaan tiiviitä. Maanalaiset maakaasuputket on pääsääntöisesti liitettävä hitsaamalla. Hitsaus tulee tehdä asianmukaisella tavalla ja lopputuloksen tulee vastata yleisesti hyväksyttyä teknistä tasoa. Maanalaisissa putkistoissa ei sallita kierrelliitoksia. [1]

Muovisten maakaasuputkien hitsausmenetelminä ovat pusku- ja sähkömuhvihitsaus. [1]

Maanpäällisten kaasuputkien ja varusteiden liitokset tehdään myös pääasiassa hitsaten tai kupariputkien osalta kovajuottaen. Kupariputkien kovajuottamiseen tarkoitetun juotosaineen sulamispisteen tulisi olla vähintään 540 °C. Varusteiden liittämiseen voidaan käyttää laippaliitoksia. Maakaasukäyttöön tarkoitettujen ja kyseessä olevalle materiaalille soveltuvia erikoisliittimiä voidaan käyttää varusteiden, putken osien ja maakaasukäyttöön tarkoitettujen erikoisputkien liittämiseen. Jos varusteita liitetään kierrelliitoksilla, saa putken nimellissuuruus olla enintään DN 50. Kierrelliitoksia ei tule käyttää putkiosuuksissa, jotka ovat yli 50 m pitkiä. [1]

7.1.11 Maakaasuputken johtaminen rakennukseen ja läpiviennit

Putkiston läpivienti on rakennettava siten, etteivät maanalainen putkiosuus ja rakennuksessa oleva putkiosuus aiheuta toisiinsa huomattavia liikkeitä tai rasituksia esim. rakennuksen painumisen tai roudan vuoksi. Muovi- ja teräsputken mekaanisen liitoksen on sijaittava maan alla vähintään 1,0 m ennen rakennusta. Vaihtoehtoisesti liitos voi sijaita maan päällä ennen pääsulkuventtiiliä edellyttäen, että muovinen nousuputki on suojattu maan alle ulottuvalla metalliputkella. Nousuputkessa käytettävän muoviputken raaka-aineen on oltava vähintään PE 100 ja metallisen suojaputken korroosiosuojattua.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 45

Jos läpivienti on maanalainen, voi muovi- ja teräspuutken välinen mekaaninen liitos olla edellisen kohdan mukaisesti rakennuksen ulkopuolella tai vaihtoehtoisesti rakennuksen sisäpuolella edellyttäen, että maanalainen pääsulkuventtiili sijaitsee vähintään 2 metriä rakennuksen ulkoseinästä. Lisäksi pääsulkuventtiiliin kara on suojattava. Läpiviennissä putkea ei saa haaroittaa eikä putkessa saa olla liitosta. Läpiviennin tiivistämiseen on käytettävä joustavaa tiivistemassaa.[1]

7.1.12 Maakaasun jakelu- ja käyttöputkiston sulkuventtiilit

Jakeluputkistot on varustettava käytön, huollon ja käyttöturvallisuuden edellyttämällä linjasulkuventtiileillä. Linjasulkuventtiilien sijainti ja lukumäärä valitaan siten, että haluttu putkiston osa voidaan turvallisesti ja kohtuujassa eristää muusta putkistosta. Tavoitteena on, että erilaisista putkiston laajennus-, huolto- tai vastaavista töistä huolimatta maakaasua pystytään toimittamaan mahdollisimman laajalle alueelle. Mahdollisissa vahinkotapauksissa linjasulkuluvuventtiileillä voidaan vauriokohta erottaa tyhjentämistä ja korjaamista varten. Jokainen maakaasun käyttökohde on varustettava rakennuksen ulkopuolisella pääsulkuventtiilillä. Pääsulkuventtiili voidaan sijoittaa rakennukseen sisään johtavaan maakaasuputkeen joko maanalaisena tai maanpäällisenä.

Ennen paineenvähennyslaitteistoa on maakaasun tuloputkessa oltava sulkuventtiili. Jos paineenvähennyslaitteisto on ulkona, voi kyseinen sulkuventtiili toimia samalla pääsulkuventtiilinä. [1]

7.1.13 Ulospuhallusputket ja tyhjennysliitännät

Ulospuhallusputkia käytetään sisätiloissa olevan putkiston tyhjentämiseen tai turvalaitteisiin liittyvään paineenpoistoon.

Sisätiloissa olevat putkistot, joiden koko on DN 50 tai suurempi, on varustettava liitännällä tai kiinteällä putkella, jonka kautta putkisto voidaan tyhjentää turvallisesti ulos. Liitännän tai putken koko on vähintään DN 20 ja se varustetaan vähintään yhdellä sulkuventtiilillä. Jos kaasuputkiston tyhjennysliitännästä ei ole kiinteää putkikyhteyttä ulos, varustetaan liitäntäventtiili umpilaipalla tai tulpalla. Putkiston tyhjennysliitännän sijainti on paineensäätimen jälkeen olevassa putkistossa. [1]

Ulospuhallusputken ja mahdollisen paineenvähennyslaitteiston apuvaroventtiilin ulospuhallusputken voi yhdistää yhteiseksi ulospuhallusputkeksi. Yhteisen ulospuhallusputken on oltava kooltaan vähintään yhtä nimelliskokoa suurempi kuin apuvaroventtiilin ulostuloliitäntä. Kaikki ulospuhallusputket on johdettava ulos. Putkiston tyhjennykseen käytettävän ulospuhallusputken aukko on sijoitettava vähintään 2,5 m maanpinnan yläpuolella ja vähintään 1,5 m etäisyydelle avattavista ikkunoista, ovista ja ilmanvaihtoaukoista. [1]

7.1.14 Maadoitukset

Rakennukseen sisään johtava kaasuputki on maadoitettava. Rakennuksessa oleva metallinen kaasuputkiston runko-osa liitetään sähkönjakokeskuksen päämaadoituskiskoon tai vastaavaan. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 46

7.1.15 Maakaasuputkiston rakenneaineet

Maakaasuputkistossa käytettävien rakenneaineiden tulee olla mekaanisesti riittävän lujia, ja kestää niitä paineita ja lämpötiloja, joihin putkisto tavanomaisessa käytössä voi joutua. Maakaasun siirtoputkistossa käytetään joko hitsattuja tai saumattomia paineenalaiseen käyttöön tarkoitettuja teräsputkia. Rakenneaineen tulee olla lujuudeltaan, muodonmuutoskyvyltään, sitkeydeltään ja hitsattavuudeltaan asennus- ja käyttöolosuhteisiin sopivaa tiivistettyä teräslaattaa. Maakaasun jakeluputkistossa voidaan käyttää joko edellä kuvattun mukaisia teräsputkia tai muoviputkia. Muoviputkia saa käyttää maanalaisiin asennuksiin, vesistöjen alituksiin sekä rakennukseen tulevaan nousuputkeen pääsulkuventtiiliin asti. Maanpäällisen jakeluputkiston on oltava terästä. [1]

Muoviputkina saa käyttää saumattomia keskikovasta tai kovasta polyeteenistä valmistettuja putkia ja niiden osia. Muoviputkien suurin sallittu käyttöpaine on materiaalista ja kohteesta riippuen joko 4 bar (PE 80) tai 8 bar (PE 100). Maakaasun käyttöputkiston tulee olla joko terästä, kuparia tai muuta maakaasukäyttöön tarkoitettua materiaalia. Muusta kuin teräksestä valmistettuja putkia saa pääsääntöisesti käyttää vain maanpäällisissä sisäasennuksissa käyttöpaineen ollessa enintään 200 mbar. Poikkeuksen muodostavat kaasuputken johtaminen rakennuksen sisälle ulkoseinällä olevalta paineensäätimeltä sekä tietyt erikoiskohteet, joissa kaasuputki sijoitetaan rakenteeseen yhtenäisen, vapaasti tuulettuvan suojaputken sisälle (esim. keittiösaarekkeet). [1]

Lisäksi varusteiden rakenneosina, liitoskappaleina ja tiivisteinä saa olla myös muita materiaaleja, edellyttäen, että varuste on maakaasukäyttöön tarkoitettu, ja että mainitut osat kuuluvat itse varusteeseen. Rakenneaineet on merkittävä pysyvästi siten, että merkinnän perusteella voidaan todeta yhteys rakenneaineen ja ainestodistuksen välillä. Standardisoitujen putkien, putken osien ja varusteiden merkitsemiseen riittävät sellaiset tunnuksset, joiden perusteella käytetty rakenneaine voidaan tunnistaa. [1]

7.1.16 Maakaasuputkiston rakentamislupa

Maakaasuputkistolle tarvitaan yleensä rakentamislupa. Rakentamislupaa ei vaadita jakeluputkiston talohaaralle eikä käyttöputkistolle, jos käyttöputkiston suurin sallittu käyttöpaine on enintään 0,5 bar tai putkiston koko on enintään DN 25. Rakentamislupa vaaditaan kuitenkin käyttöputkistolle, jos kohteessa olevien käyttölaitteiden yhteinen nimellinen polttoaineteho on 1,2 MW tai suurempi. Rakentamislupa voidaan myöntää alueellisesti sellaisen jakelu- ja käyttöputkiston rakentamista varten, jonka suurin sallittu käyttöpaine on enintään 8 bar. Alueellinen rakentamislupa annetaan luvassa mainittua maantieteellistä aluetta varten. Jakeluputkistolle haettu alueellinen rakentamislupa koskee myös jakeluputkistoon liitettyjä käyttöputkistoja lukuun ottamatta erillistä suurta käyttökohdetta (polttoaineteho 6 MW tai enemmän). Maakaasuputkiston rakentamislupaa haetaan Turvallisuus- ja kemikaalivirastolta. [1]

7.2 Asennukseen ja käyttöönottoon liittyvät asiat

7.2.1 Maakaasuputkiston asennusoikeudet

Maakaasun käyttöputkiston ja siihen liitettyjen kaasulaitteiden asentamista saa suorittaa Turvallisuus- ja kemikaaliviraston hyväksymä asennus- ja huoltoliike (hyväksytty liike). Maakaasulaitteistojen asennus- ja huoltotoimintaa harjoittavan on haettava kirjallisesti hyväksyntää ennen toiminnan aloittamista Turvallisuus- ja kemikaalivirastolta. Hyväksytyn

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 47

liikkeen asennus- ja huolto-oikeus vahvistetaan samaksi tai suppeammaksi kuin liikkeen palveluksessa olevan nimetyn vastuuhenkilön pätevyysalue. Vastuuhenkilöiden asennus- ja huoltopätevyudet jaetaan kolmeen luokkaan. Muovisia maakaasuputkistoja (jakeluputkistot) saa asentaa vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston hyväksymä muovisten kaasuputkistojen asennusliike. Jakeluputkistoon kuuluvia lyhyitä metallisia putkiosuuksia, joilla muovinen jakeluputkisto liitetään käyttöputkistoon, saavat asentaa käyttöputkistoja asentamaan oikeutetut hyväksytyt liikkeet. Nousuputken saa liittää muoviputkeen muovisten kaasuputkistojen asennusliike. [1]

Hyväksytty liike vastaa siitä, että sen tekemä asennus tai huolto täyttää tehtyä toimenpidettä koskevat säästösten vaatimukset. Hyväksytyn liikkeen tulee antaa työn teettäjälle vastuuhenkilön allekirjoittama todistus tehdyn toimenpiteen vaatimuksenmukaisuudesta. Teräksisiä maakaasun jakeluputkistoja saa asentaa asennusliike, jolla tulee olla maakaasun jakeluputkiston rakentamista ja asentamista koskeva toimintajärjestelmä, riittävästi ammattitaitoista henkilöstöä, toiminnan edellyttämät laitteet ja välineet sekä palveluksessaan pätevä, maakaasuasetuksen mukainen vastuuhenkilö. [1]

Maakaasun siirtoputkistoja ja korkeapaineisia käyttöputkistoja (16 bar tai yli) saa asentaa asennusliike, jolla on riittävät tekniset toimintaedellytykset, jotka ovat seuraavat:

- liikkeellä on maakaasun siirtoputkiston rakentamista ja asentamista koskeva toimintajärjestelmä
- liikkeellä on riittävät henkilöresurssit ja kalusto
- liikkeellä on valmistusmenetelmien ja niihin liittyvien menetelmäkokeiden hyväksyntä
- liikkeellä on nimettynä maakaasuasetuksen mukainen vastuuhenkilö, jolla on oltava tehtävään tarvittava tekninen koulutus, työkokemus ja maakaasusäästösten tuntemus. [1]

7.2.2 Siirtoputkistot ja korkeapaineiset käyttöputkistot

Maakaasun siirtoputkistoja ja korkeapaineisia käyttöputkistoja (16 bar tai yli) saa asentaa vain asennusliike, jolla on riittävät tekniset toimintaedellytykset, jotka ovat seuraavat: [1]

- 1) liikkeellä on maakaasun siirtoputkiston rakentamista ja asentamista koskeva toimintajärjestelmä,
- 2) liikkeellä on riittävät henkilöresurssit ja kalusto,
- 3) liikkeellä on valmistusmenetelmien ja niihin liittyvien menetelmäkokeiden hyväksyntä,
- 4) liikkeellä on nimettynä maakaasuasetuksen mukainen vastuuhenkilö, jolla tulee olla tehtävään tarvittava tekninen koulutus, työkokemus ja maakaasusäästösten tuntemus.

Toiminnanharjoittajan tulee omin toimenpitein varmistaa, että putkiston asennusliikkeen pätevyys ja ammattitaito ovat kohteen vaatavuustaso huomioon ottaen riittäviä. [8]

Kappaleessa toimittajaluettelo on esitetty Satakunnassa toimivat asennusliikkeet.

7.2.3 Teräksiset kaasun jakeluputkistot

Teräksisiä jakeluputkistoja saa asentaa asennusliike, jolla tulee olla maakaasun jakeluputkiston rakentamista ja asentamista koskeva toimintajärjestelmä, riittävästi ammattitaitoista henkilöstöä, toiminnan edellyttämät laitteet ja välineet sekä palveluksessaan pätevä, asetuksen mukainen vastuuhenkilö. [8]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 48

7.2.4 Muoviset kaasun jakeluputkistot

Muovisia kaasuputkistoja saa asentaa vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston hyväksymä muovisten kaasuputkistojen asennusliike. Asennusliikkeellä tulee olla riittävästi ammattitaitoista henkilöstöä, toiminnan edellyttämät laitteet, välineet ja järjestelmät sekä palveluksessaan pätevä, asetuksen mukainen vastuuhenkilö. [8]

Muovisten kaasuputkistojen asennusliikkeeksi aikovan toiminnanharjoittajan on tehtävä kirjallinen hakemus Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle. Hakemukseen on liitettävä;

- 1) kaupparekisterin tai muun vastaavan rekisterin ote,
- 2) selvitys vastuuhenkilöstä ja hitsaajista,
- 3) selvitys näytetyöstä,
- 4) selvitys asennustyössä käytettävistä laitteista.

Turvatekniikan keskuksen on arvioitava, täyttääkö toiminnanharjoittaja säädetyt vaatimukset sekä annettava vaatimusten täyttymisestä kirjallinen todistus toiminnanharjoittajalle. [8]

7.2.5 Käyttöputkistot ja siihen liitetyt laitteet

Maakaasun käyttöputkiston ja siihen liitetyt kaasulaitteet saa asentaa Turvallisuus- ja kemikaaliviraston hyväksymä asennus- ja huoltoliike. [8]

Maakaasun käyttöputkiston, lukuun ottamatta käyttölaitteita, saa asentaa myös asennusliike, jolla on painelaitesäädösten mukainen pätevyys. Käyttöputkistoja asentamaan oikeutettu liike saa asentaa myös jakeluputkistoon kuuluvia lyhyitä metallisia putkiosuuksia, joilla käyttöputkisto liitetään jakeluputkistoon. [8]

8 Alustava toimintakuvaus, tarvittavat prosessilaitteet ja niiden alustava mitoitus

8.1 Prosessikonseptin suunnittelu asiakkaan tarpeita vastaavaksi

Asiakkaiden kanssa sovitut lähtöarvot toimintakuvaukselle ja mitoitukselle:

A. Käyttäjät: Boliden Harjavalta Oy (BOHA), Norilsk Nickel Harjavalta Oy (NNH) ja Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy.

- STEP n. 11500 t/a (LNG:tä)
- Norilsk Nickel Harjavalta Oy 7000 t/a (LNG:tä)
- Boliden Harjavalta Oy 1400 t/a (LNG:tä) (propanin korvike) ja 14000 t/a (LNG:tä) (myös öljy korvataan)

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 49

B. Kulutukset t/a

LNG – asema on tarkoitus toteuttaa kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tulee ottaa huomioon laajennusvaraus vaiheelle 2

- a. 1. Vaihe $11500 \text{ t/a} + 7000 \text{ t/a} + 1400 \text{ t/a} = 19900 \text{ t/a}$
- b. 2. Vaihe $11500 \text{ t/a} + 7000 \text{ t/a} + 14000 \text{ t/a} = 32500 \text{ t/a}$

C. Tankkeja 3 kpl x 300 m³

D. Höyrystimet 1. vaiheessa 2 kpl ja 2. vaiheessa 1 kpl.

8.2 Toimintakuvaus

Tässä hankkeessa suunnitelma on NNH, BOHA ja Step laitosten polttoaineen vaihto nestekaasusta maakaasuun. Nestemäinen LNG kuljetetaan säiliöautoilla Harjavaltaan LNG-terminaalista. Harjavallassa rakennetaan LNG:lle kolme varastosäiliötä kooltaan noin 300 m³. Säiliöt ovat 15 bar(g) painesäiliöitä. Kaasun paine varastosäiliöissä pidetään lukemassa 12 bar(g), jolloin säiliöissä höyrystyvä LNG saadaan käyttöön ilman erillistä kompressoria.

LNG pumpataan varastosäiliöistä höyrystimeen, missä LNG höyrystetään noin 11 bar(g) paineessa maakaasuksi. Höyrystymisenergia saadaan kuumasta vedestä, joka tulee rikkihappolaitoksesta. Veden lämpötila on noin 70 °C.

Kaasu höyrystyy noin -120 °C:ssa höyrystimessä. Höyrystyksen jälkeen lämmitetään kaasu noin 30 °C:een kuumalla vesivirralla ja säädetään paine alle 4 bar(g) ylipainetta ennen jakelua kulutusasteille. Jos jakeluputkiston paine ylittää 4 bar(g), luokitellaan jakeluputkisto ja poltinlaitteisto tiukemmin.

Kaasu siirretään putkea pitkin Harjavalan tehdasalueelle. Jokaiselle käyttäjälle mitataan käytetty kaasumäärä erikseen.

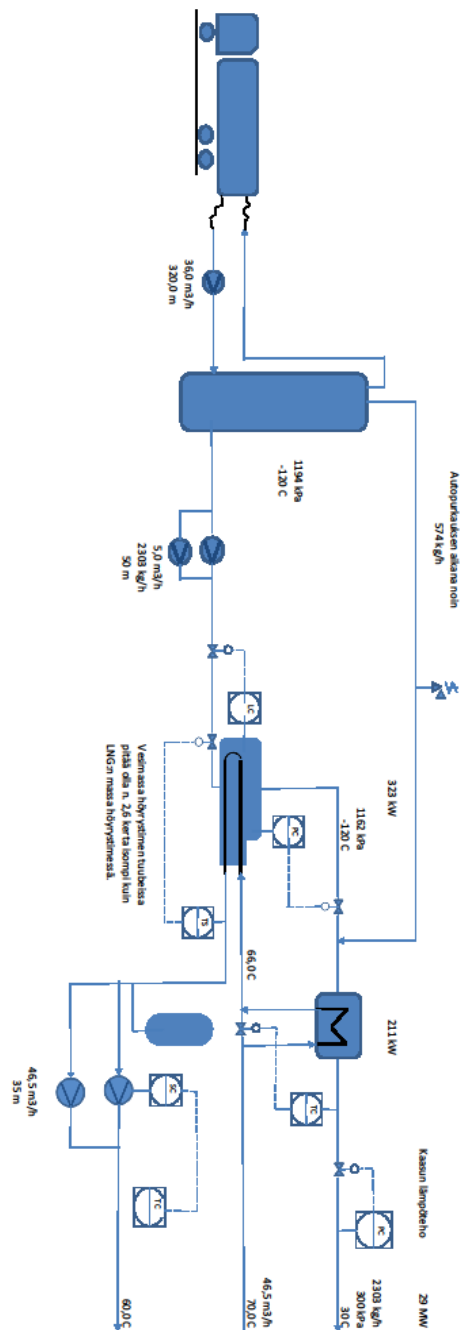
Jakeluputkistossa maakaasu johdetaan kaikille nykyisin propaanilla toimiville kohteille. Ennen polttimia säädetään kaasun paine polttimille sopivaksi ja säädetään kaasumäärä tehotarpeen mukaan.

Kuvissa 8.1 on esitetty ensimmäisen vaiheen virrat ja tehot periaatekuvauksena. Kuva 8.2 näyttää arvot toisen vaiheen mukaan.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 50

Vaihe 1:

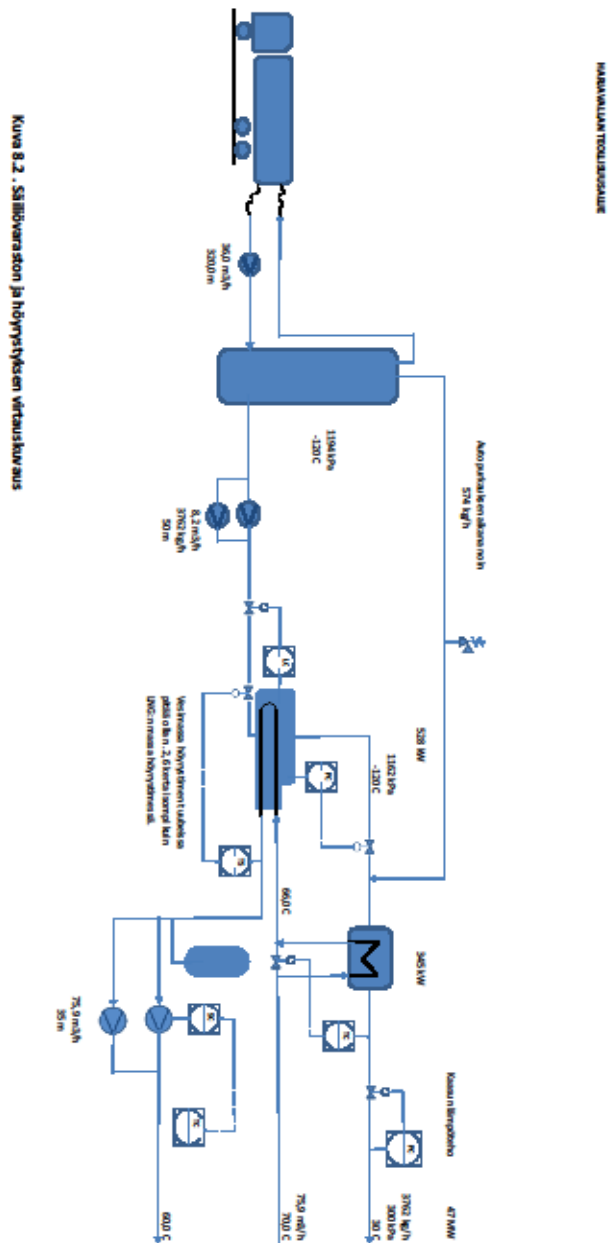
Kuva 8.1. Sallivaraston ja höyrytyksen virtauskuvaus



MAKKAALAN TILAILIUSKÄSITTE

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 51

Vaihe 2:



Kuva 8.2: SÄBövaraston ja höyrytyksen virtauskuvaus

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 52

8.3 Tarvittavat prosessilaitteet ja putkistot

LNG on kryogeeninen aine ja sen säilytykseen tarvitaan uudet säiliöt sekä höyrystimet sen höyrystämiseksi kaasuksi. Polttimen laitteistot vaihdetaan maakaasulle sopiviksi.

8.3.1 Säiliövarasto ja höyrystysasema

Kaavioissa G2427-150 (sivulla 52) ja G2427-151 (sivulla 53) on esitetty säiliö- ja höyrystysvarusteet.

Nesteytetty maakaasu (LNG) on kohtalaisissa paineissa erittäin kylmä neste. Varastosäiliöt pitää olla samankaltaisia kuin nesteytetyillä ilmakaasuilla. Tankit ovat kaksivaippaisia säiliöitä. Välitila on täytetty alipaineisella eristysmateriaalilla. Tässä suunnitelmassa varastotankit ovat paineellisia tankkeja suunnittelupaineella noin 15 bar(g).

Mikäli tankkiauton pumpput eivät nosta LNG painetta 12 bariin, tarvitaan auton purkauksessa myös kryogeeninen pumppu.

Höyrystimien suunnittelupaine pitää olla vähintään 15 bar(g) ja suunnittelulämpötila -160 - +30 °C. Höyrystimien suunnittelussa täytyy ottaa huomioon, että vesitila on tarpeeksi suuri verrattuna LNG:n nestetäytteeseen tilaan. Jos kuumen veden virtauksessa tapahtuu katkos, tai jos veden lämpötila höyrystimestä laskee liian alas, täytyy LNG-virtaus sulkea höyrystimelle. Höyrystimessä oleva vesimäärä pitää silloin höyrystää vaihtimessa oleva LNG-määrä ennen kuin veden lämpötila laskee jäätymispisteelle.

On myös mahdollista siirtää lämpöä kuumasta vedestä höyrystimille glykolitäytteisellä välipiirillä. Tarkemmassa detaljisuunnittelussa pitää tutkia millä konseptilla kannattaa toteuttaa höyrystimien lämmitystä. On arvioitava glykoliveden alempi jäätymislämpötila vasten sen alempi ominaislämpö ja alempi lämmönjohtavuus.

8.3.2 Polttinlaitteistot

Maakaasu eroaa propaanikaasusta lähinnä sen tiheydessä. Propaanin tiheys on melkein kolminkertainen maakaasuun verrattuna samassa paineessa. Sen sijaan tehollinen lämpöarvo kiloa kohti on lähes samansuuruinen. Tarvittava ilmamäärä täydelliseen polttoon kiloa kohti on sekä maakaasulla että propaanilla lähes sama. Tämän johdosta polttoilmapuhaltimet molemmille kaasuille on suunnilleen samankokoiset. Polttimissa käytettävissä paineissa maakaasun tilavuusvirta on kuitenkin melkein kolminkertainen propaanikaasuun verrattuna. Polttimien suuttimet (ja mahdolliset lanssit) on siten vaihdettava, kun siirrytään propaanista maakaasuun. Putkiston koko kasvaa yleisesti maakaasuun siirryessä, jos paine pidetään samana.

Putkiston arviointimenettely (Moduuli) valitaan putkiston luokan ja putkiston koon mukaan. (Taulukko 7, sivulla 39)

8.4 Maakaasuputkiston mitoitus

Putkistot mitoitetaan yleisten putkistomitoitusohjeiden mukaan.

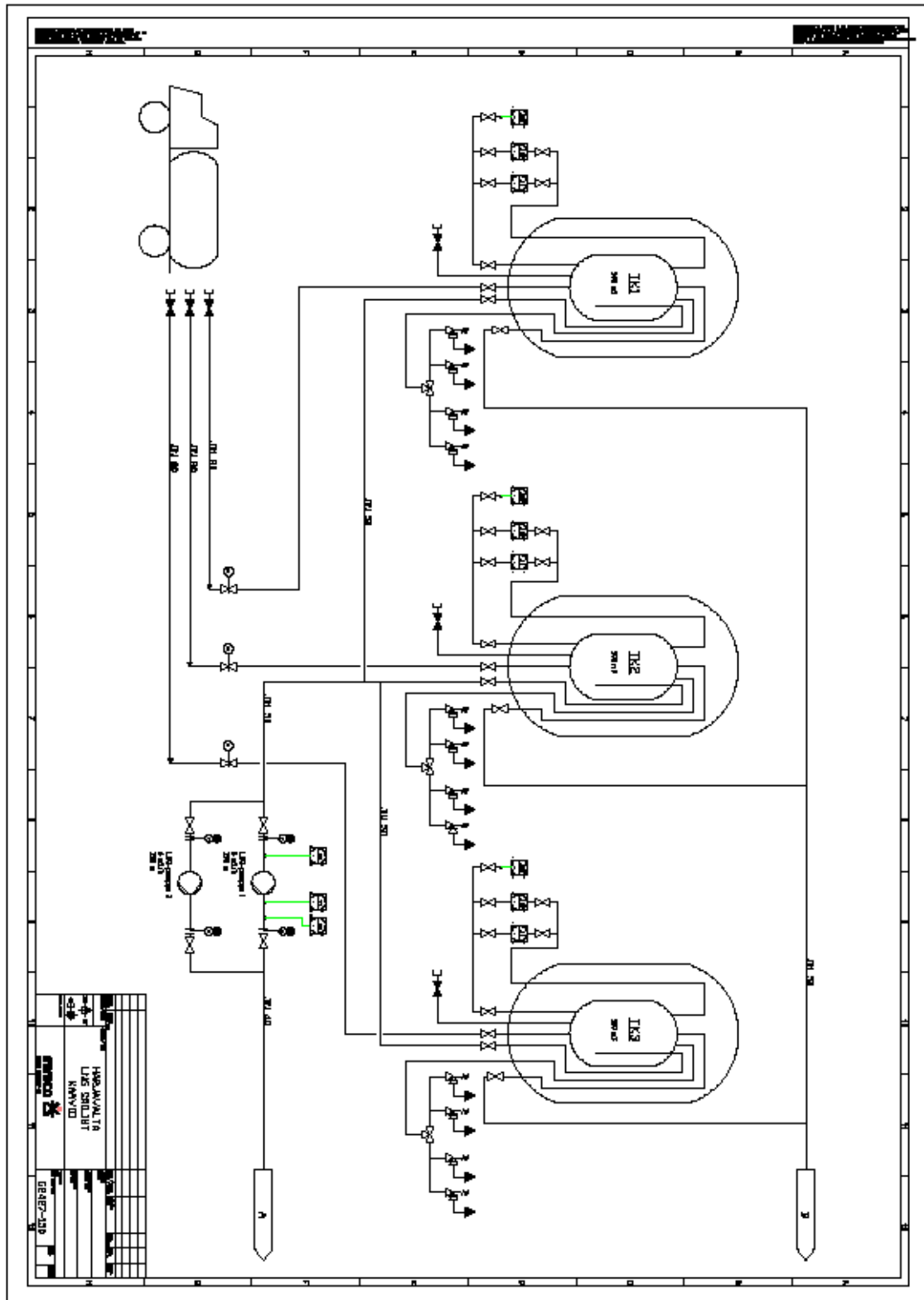
SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 53

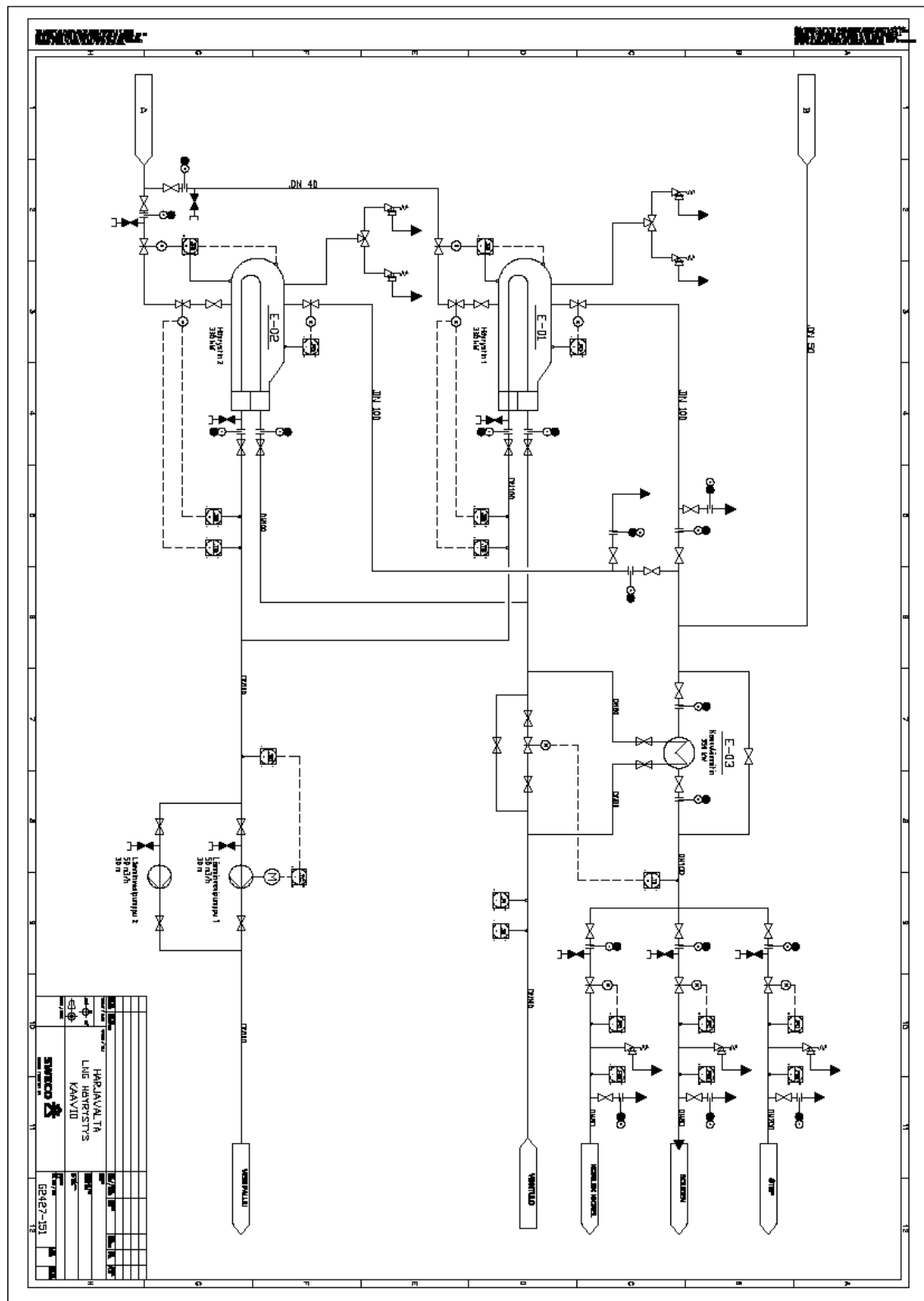
9 Laiteluettelo

Taulukossa 9 on esitetty säiliöalueen ja höyrystysaseman päälaitteet.

Taulukko 9 Päälaitteiden luettelo

Positio	Kuvaus	Teho (kW)	Nosto (m)	Koko (m3) Kapasiteetti (m3/h)	Lisätietoa
Vaihe 1					
TK1	LNG säiliö 1			300	
TK2	LNG säiliö 2			300	
	Purkauspumppu	21	320	36	Kryogeeninen
	LNG pumppu 1	4,5	300	8,5	Kryogeeninen
	LNG pumppu 2	4,5	300	8,5	Kryogeeninen
E-01	Höyrystin 1	330			
E-02	Höyrystin 2	330			
E-03	Kaasulämmitin	350			
	Lämminvesipumppu 1	15	30	76	
	Lämminvesipumppu 2	15	30	76	
Vaihe 2	(Lisättävät laitteet)				
TK3	LNG säiliö 3			300	
E-04	Höyrystin 3		300		





SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 56

9.1 Maakaasulaitteet

Maakaasukäsikirjassa [1] on kerrottu seuraavat vaatimukset kaasulaitteille:

Kaikkien Euroopan talousalueella markkinoille saatettavien ja käyttöön otettavien kaasulaitteiden (eräitä teollisuudessa käytettäviä kaasulaitteita lukuun ottamatta) on täytettävä tietyt kaasulaiteasetuksessa 1434/1993 määritellyt olennaiset vaatimukset mm. rakenteen ja toimivuuden suhteen.

Vaatimusten mukaisuuden merkiksi kaasulaiteisiin kiinnitetään CE-merkintä. Myös turva-, säätö- ja ohjauslaitteiden sekä muiden osaksi kaasulaitetta suunniteltujen oheislaitteiden vaatimustenmukaisuus on osoitettava. Näiden varusteiden mukana on toimitettava kirjallinen todistus. Todistuksessa ilmoitetaan varusteen ominaisuudet ja kuinka se on liitettävä kaasulaitteeseen tai koottava ollakseen valmiiseen kaasulaitteeseen sovellettavien olennaisten vaatimusten mukaisia.

Kaasulaitteessa on oltava liekinvalvontalaite paitsi silloin, jos kohteen muu jatkuvatoiminen sytytyslähde tai kaasun syttymisrajan yläpuolella oleva jatkuva prosessilämpötila varmistaa kaasun häiriöttömän palamisen. [1]

Kaasulaitteet jaetaan laiteluokkiin sen mukaan, mille kaasuille ja paineille ne on tarkoitettu. Tarjolla olevista kaasuista johtuen Suomessa on käytössä laiteluokat I_{2H} , $I_{P/B}$ ja $II_{2H3P/B}$, jotka tarkoittavat seuraavaa:

I_{2H} = alaryhmän H maakaasua käyttävä laite

$I_{P/B}$ = nestekaasua (propania tai butaania) käyttävä laite

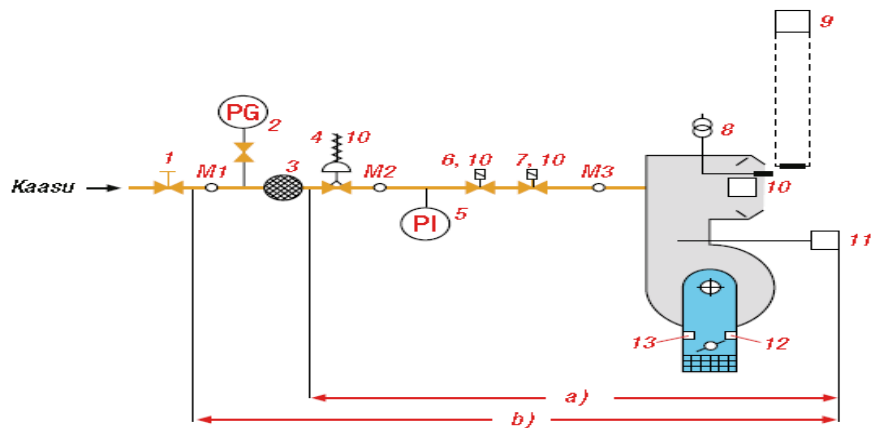
$II_{2H3P/B}$ = laite, joka voi käyttää sekä maakaasua (korkean lämpöarvon) että nestekaasua. [1]

9.1.1 Maakaasupolttimet

Kaasupolttimen toiminta ja käyttöturvallisuus edellyttävät tietyn varustuksen. Puhallinpolttimen vähimmäisvarustus, joka on esitetty kuvassa 7, riippuu polttimen tehosta. Suuremmille polttimille tarvitaan esimerkiksi erillinen sytytyspolttin, joka edellyttää omat ohjaus- säätö- ja valvontalaitteensa.

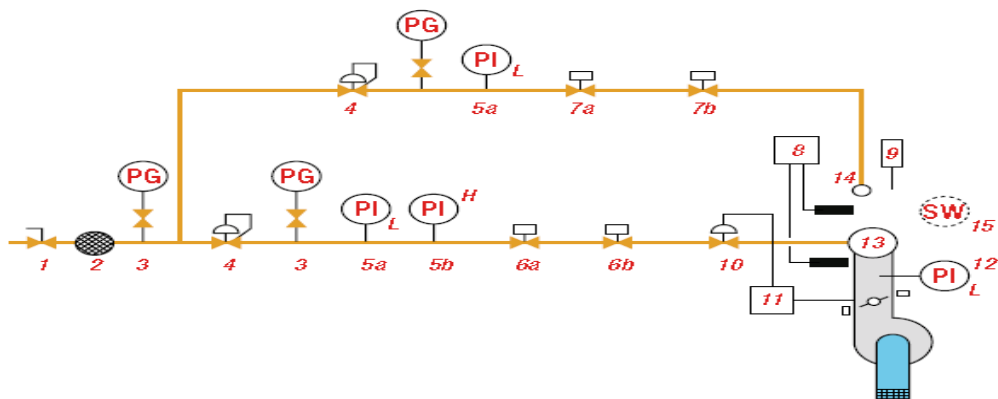
Erillisellä sytytyspolttimella varustetun kaasupolttimen varustus on esitetty kuvassa 8. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 57



- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 Käsikäyttöinen sulkuventtiili | 11 Puhaltimen valvontalaite |
| 2 Painemittari | 12 Ilmavirtauksen alarajakytkin |
| 3 Suodatin | 13 Ilmavirtauksen ylärajakytkin |
| 4 Paineensäädin | M1 Tulopaineen mittauspiste |
| 5 Kaasunpainekeytkin | M2 Säättöpaineen mittauspiste |
| 6 Sulkuventtiili | M3 Poltinpään mittauspiste |
| 7 Säästöventtiili | a) Vähimmäisvarustus |
| 8 Sytytyslaite | tyypitestausta varten |
| 9 Liekinvalvontalaite | b) Polttimen varustus |
| 10 Esisääätölaite | |

Kuva 7 Polttimen vähimmäisvarustus. [1]



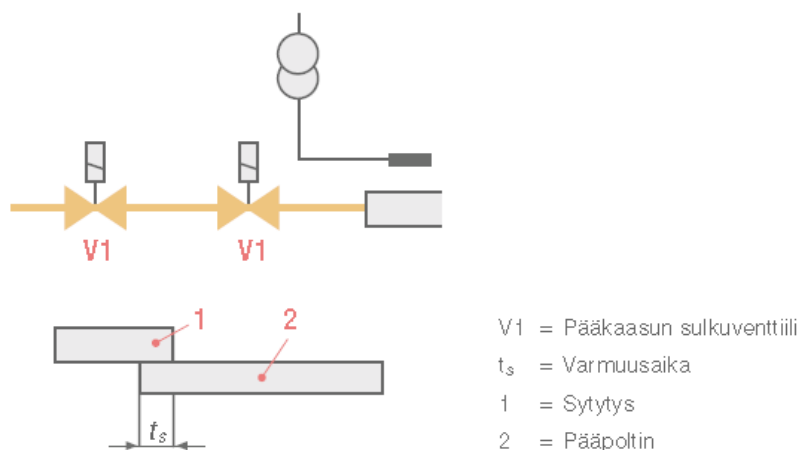
- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 Pääsulkuventtiili | 10 Tehonsäästöventtiili (kaasu) |
| 2 Suodatin | 11 Palamisilman säästö- ja ohjauslaitteisto |
| 3 Painemittausliitäntä | 12 Palamisilman minimipainemittari (puhaltimen valvontalaite) |
| 4 Paineensäädin (tarvittaessa) | 13 Pääpoltin |
| 5 a, b Kaasunpainekeytkimet | 14 Sytytyspoltin |
| 6 a, b Pääkaasun sulkuventtiilit | 15 Polttimen mahdollinen asentokytkin |
| 7 a, b Sytytyskaasun sulkuventtiilit | |
| 8 Liekinvalvontalaite | |
| 9 Sytytyslaitteisto | |

Kuva 8 Erillisellä sytytyspolttimella varustetun kaasupolttimen varustus. [1]

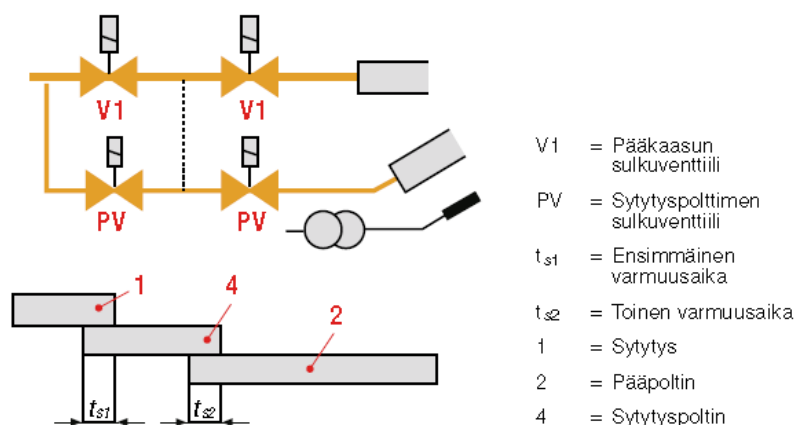
SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 58

9.1.2 Maakaasupolttimen sytytyslaitteet

Kaasupoltin sytytetään joko suoraan täydellä tai vähennetyllä teholla tai erillisen sytytyspolttimen avulla. Kaasupolttimen sytytyksessä tarvitaan tarkasti määritelty kaasu-ilma-seos. Kaasumaisilla polttoaineilla erillisten sytytyspolttimien tarve onkin suurempi kuin esim. öljyllä. Kaasupolttimen suora sytytys täydellä teholla on sallittu vain teholtaan enintään 120 kW:n polttimille. Tämä on esitetty kuvassa 9. Itse sytytys tapahtuu yleensä sähköisellä sytytysjärjestelmällä, joka koostuu sytytysmuuntajasta ja sytytyskärjistä. Pääpolttimen sytytys erillisellä sytytyspolttimella on esitetty kuvassa 10. [1]



Kuva 9. Pääpolttimen sytytys täydellä teholla. [1]



Kuva 10 Pääpolttimen sytytys erillisellä sytytyspolttimella. [1]

Kaasulaitteessa on oltava liekinvalvontalaite paitsi silloin, jos kohteen muu jatkuvatoiminen sytytyslähde tai kaasun syttymisrajan yläpuolella oleva jatkuva prosessilämpötila varmistaa kaasun häiriöttömän palamisen. [1]

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 59

Kaasupolttimen käynnistäminen tapahtuu ennalta määritellyn ohjelman mukaisesti. Ohjelma suorittaa sytytystä edeltävät toimet oikeassa järjestyksessä ja varmistaa erilaisten lukitusehtojen täyttymisen. Lukitusehtoja ovat mm.

- *polttimen asento*
- *kaasun paine*
- *palamisilman paine*
- *liekkisignaalin olemassaolo*
- *savukaasupeltien (hormin sulkulaitteen) asento.*

Lukitukset voivat olla joko pysyviä tai palautuvia. Pysyvän lukituksen jälkeen uudelleen käynnistys voidaan tehdä vain käsin ohjattuna. Yleensä kaasupolttimen tulipesä (palotila) on tuuletettava ennen polttimen sytytystä. Esituuletusaika on vähintään 20 sekuntia, kun esituuletus tehdään täydellä polttimen nimellistehoa vastaavalla

palamisilmamäärällä. Jos esituuletuksen ilmamäärä on pienempi, on esituuletusaika vastaavasti pitempi. Esituuletuksen ilmamäärä ei kuitenkaan saa olla pienempi kuin 33 % täydestä palamisilmamäärästä. Käytön aikainen kaasupolttimen tehonsäätötapa valitaan kohteen edellyttämien tarpeiden mukaisesti. Yksinkertaisimmillaan tehonsäätö perustuu on/off-ratkaisuun. Vastaavasti vaativimmissa kohteissa käytetään portaatonta moduloivaa tehonsäätöä. Portaaton tehonsäätö edellyttää samanaikaista ilma- ja kaasumäärän ohjausta. Atmosfäärisillä polttimilla tehonsäätö tapahtuu kaasuvirtaa kuristamalla palamisilmamäärän säätyessä itsestään. Puhallinpolttimilla kaasu-ilmasuhteen säätämiseksi tarvitaan säätölaitteet sekä palamisil malle että kaasulle. [1]

10 Alustava kustannusarvio

LNG-tankit 3 kpl, karkea hinta-arvio noin 500 000 €/kpl

Höyrystimet: 1. vaiheessa 2 kpl ja 2. vaiheessa 1 kpl, karkea hinta-arvio noin 25 000 €/kpl

Perustustöiden hinta määräytyy maaperän mukaan tapauskohtaisesti.

Hintoihin on huomioitava nostoapulaitteet kunkin kohteen mukaan sekä putkiston maalaus värillä RAL 1021. Näiden hintoja ei ole tässä huomioitu.

Selvitystä tehtäessä putkiston määrää ei määritelty ja siksi kaikki hinnat ovat yksikköhintoja, jotka tulee päivittää investointilaskelmaa tehtäessä.

Putkiston yksikköhinnat on esitetty liitteessä 6. Venttiilien hinnat on päivitettävä venttiilitoimittajalta materiaalin ja tyyppin mukaan. Esimerkiksi liitteen 6 venttiilien hinnat ovat syksyn 2014 asennushintoja, jotka myös on päivitettävä asennusyrityksen kanssa.

NDT-Tarkastus on suoritettava standardin SFS-EN 15001-1 mukaisesti. Taulukossa 10 on esitetty rikkomattoman aineenkoetuksen minimilaaajuus. Tässä tapauksessa paine on alle 5 bar.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 60

Taulukko 10 Rikkomattoman aineenkoetuksen minimilaaajuus.[17]

Laatuluokka suunnittelupaineen ja perusaineen mukaan	Hitsin tyyppi ja asento	Hitsausasian- tuntijan silmämääräinen tarkastus	Radiografiset ja/tai ultraääni-tarkastukset	Pinta halkeama-tarkastukset
Suunnittelupaine ≤ 5 bar ja perusaine: Ryhmä 1 EN ISO 15614-1 mukaan Myötölujuus $R_{t0,5} \leq 360$ N/mm ²	Putkien ja putkenosien kehähitsit $R_{t0,5} \leq 360$ N/mm ²	10 %	10 %	
	Yhteet, pienahitsit	10 %		10 %
	Pituussuuntaiset hitsit	100 %	10 %	
Suunnittelupaine yli 5 bar ja alle 16 bar ja perusaine: Ryhmä 1 EN ISO 15614-1 mukaan Myötölujuus $R_{t0,5} \leq 360$ N/mm ²	Putkien ja putkenosien kehähitsit $R_{t0,5} \leq 360$ N/mm ²	20 %	10 %	
	Putkisto taajama-alueilla	20 %	10 %	
	Yhteet, pienahitsit	100 %		10 %
	Pituussuuntaiset hitsit	100 %	100 %	
	Hitsit, joihin ei voida tehdä painekoetta	100 %	100 %	
Suunnittelupaine > 16 bar ja perusaine: seostamaton teräs tai niukkaseosteinen teräs Ryhmä 1-3 EN ISO 15614-1 mukaan Myötölujuus $R_{t0,5} \leq 360$ N/mm ²	Putkien ja putkenosien kehähitsit $R_{t0,5} \leq 360$ N/mm ²	100 %	20 %	
	Putkien ja putkenosien kehähitsit $R_{t0,5} \geq 360$ N/mm ²	100 %	20 %	
	Istutukset, pienahitsit	100 %		20 %
	Pituussuuntaiset hitsit	100 %	100 %	
	Sweepolet			
	Hitsit, joihin ei voida tehdä painekoetta	100 %	100 %	
	Taajama-alueelle asennettu putkisto/laitteisto (laitteet)	100 %	100 %	

11 Laitteiston operointiin huomioitavat asiat

Toiminnanharjoittajan on huolehdittava siitä, että rakentamisluvan vaatinut putkisto tarkastetaan ennen käyttöönottoa (käyttöönottotarkastus) ja sen jälkeen määräajoin (määräaikaistarkastus). Tarkastuksista on laadittava pöytäkirja, joka annetaan toiminnanharjoittajalle. Tarkastuksia tekevät Turvallisuus- ja kemikaaliviraston hyväksymät ja valvomat tarkastuslaitokset.[1]

Käyttöönottotarkastuksessa tulee tarkastaa, että maakaasuputkisto on voimassa olevien säännösten sekä rakentamisluvassa asetettujen ehtojen mukainen. Tarkastukseen kuuluu putkiston sijoituksen, rakenteen ja käyttövalmiuden tarkastaminen. Käyttöönottotarkastukseen, joka voidaan tehdä yhdellä kertaa tai useassa osassa, sisältyy painekoe, joka tehdään vedellä, ilmalla tai inerttikaasulla. Paineekokeella testataan putkiston lujuutta. [1]

Siirtoputkiston koepaine on vähintään 1,3 kertaa putkiston suunnittelupaine. Jakeluputkiston koepaine on vähintään 1,3 kertaa suurin sallittu käyttöpaine ja käyttöputkistolla vähintään 1,43 kertaa suurin sallittu käyttöpaine.
Peitetyillä putkistoilla koeaika on vähintään 24 h. Peittämättömillä putkilla, joissa koko putkisto hitsausseamoinen on nähtävissä, on koeaika vähintään 30 min.
Paineekokeesta voidaan jättää pois sellaiset varusteet (esim. määramittari), joiden paine on rajoitettu suurimpaan sallittuun käyttöpaineeseen. Paineekokeen saa tehdä kaasunpaineekokeena yli 8 barin putkistolle vain, jos olosuhteet ja koejärjestelyt ovat sellaiset, että kokeesta ei aiheudu

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 61

vaaraa tarkastukseen osallistuville eikä ulkopuolisille. Vesipainekokeen jälkeen putkisto kuivataan huolella. Ennen käyttöönottoa jakelu- ja käyttöputkistolle tulee tehdä tiiviyskoe. Tiiviyskoe tehdään maakaasulla ja käyttöpaineella. Tiiviyskokeessa on oltava mukana kaikki putkistoon kuuluvat osat ja varusteet. [1]

Laitevalmistajien valmistamille ja testaamille siirtoputkiston osille (esim. suodattimet, lämmönvaihtimet, paineenvähennyslaitteistot, joille ei tehdä painekoetta asennuksen jälkeen) tulee tehdä tiiviyskoe ilmalla tai inerttikaasulla ennen käyttöönottoa. Tiiviyskokeen kesto aika on vähintään 15 minuuttia ja koepaineen vähintään 1,1 kertaa suurin sallittu käyttöpain. Ulospuhallusputkille ei tarvitse tehdä paine- eikä tiiviyskoetta. Maakaasuputkistoille, jotka edellyttävät käyttöönottotarkastusta, on tehtävä määräaikaistarkastus ensimmäisen kerran kahdeksan vuoden kuluttua käyttöönotosta ja sen jälkeen kahdeksan vuoden aikavälein. Tietyissä tapauksissa määräaikaistarkastus voidaan korvata toiminnanharjoittajan oman organisaation tekemillä käyttö-, valvonta- ja tarkastustoimenpiteillä. [1]

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto myöntää siirtoputkistolle käyttöluvan käyttöönottotarkastuksen perusteella. Jakelu- ja käyttöputkiston hyväksyy käyttöön tarkastuslaitos. Kohteet, jotka eivät vaadi rakentamislupaa, voidaan ottaa käyttöön hyväksytyn liikkeen annettua kirjallisen todistuksen asennuksen säännösten mukaisuudesta. [1]

11.1 Kaasupolttimen soveltuvuus eri kaasuille

Vaikka eri energiakaasuja voidaan käyttää samanlaisissa kohteissa ja ulkoiselta varustukseltaan samankaltaisilla kaasulaitteilla ja —polttimilla, on kaasuilla silti selviä polttoteknisiä eroja. Ne on otettava huomioon, jos samaa kaasulaitetta aiotaan käyttää eri kaasuilla. Polttotekniikan kannalta keskeinen tekijä on Wobbe-arvo, joka poikkeaa eri kaasuilla huomattavasti. Toisaalta eri hiilivedyt tarvitsevat palamisilmaa suhteessa energiamäärään likimain yhtä paljon (n. 0,24 m³/MJ). [1]

Kaasusuuttimen läpi virtaavaan tehoon vaikuttaa kolme päätekijää: [1]

- suutintekijä, joka ottaa huomioon suuttimen **poikkipinta-alan** ja **geometrisen muodon**
- **paine-erotekijä**, johon kaasun tulopaine vaikuttaa suoraan sekä
- Wobbe-arvo, joka on kyseisen kaasun lämpöarvo jaettuna kaasun suhteellisen tiheyden neliöjuurella.

Jos kaasulaitetta, -poltinta halutaan käyttää eri kaasuilla ja siten, että palamisilmamäärä ja teho pysyvät ennallaan, on kolme vaihtoehtoa: [1]

- vaihdetaan suuttimen kokoa (ja/tai tyyppiä)
- säädetään kaasun paine sellaiseksi, että suuttimessa syntyvä paine-ero pitää energiavirran samansuuruuisena tai
- muutetaan poltettavan kaasun Wobbe-arvoa keinotekoisesti.

Wobbe-arvon muuttamisesta on tyypillisin esimerkki propaanin ja ilman sekoittaminen sopivassa suhteessa siten, että kyseisen kaasuseoksen Wobbe-arvo on lähellä maakaasun Wobbe-arvoa. Maakaasu voidaan siten korvata propaani-ilma-seoskaasulla ilman, että kaasulaitteisiin tai

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 62

*paineensäätimeihin tarvitsee tehdä muutoksia. Tätä hyödynnetään mm. maakaasun varajärjestelmissä.
 Propanista maakaasulle muutettaessa, ainoat vaihtoehdot ovat suuttimet vaihtaminen ja paineen kasvattaminen, jolloin saadaan massaa enemmän. Näin ollen kg/h saadaan vastaamaan samaa energiamäärää. [1]*

12 Toimittajaluettelo

12.1 LNG tankit

Viafinn Oy	Marko Sipola	Tekniikantie 12 02150 Espoo
Sahala Works	Reijo Rintala	PL 137, 78201 Varkaus, Kiertotie 21–23
Iin Konepaja Oy	Pentti Aula	Länsi-lilaakso, Sahatie 4, 91100 Ii
Caverion Oy	Mauri Nurmenniemi	Teollisuustalotie 1, 79100 Leppävirta
Satatrio Ltd Oy	Raimo Kivioja	P.O.Box 17 26101 Rauma
Technip Offshore Finland Oy	Seppo Virta	Reposaaren maantie 170, 28900 PORI

12.2 Höyrystimet

Höyrystimien toimittajat tarkastellaan erikseen tapauskohtaisesti myöhemmin kapasiteettitarpeen mukaan.

Skangass Oy myös vuokraa LNG tankkeja ja höyrystimiä.

12.3 Putkistot

Satakunnasta löytyy seuraavat hyväksytyt teräksisten maakaasuputkien asennusliikkeet:

Porin Teollisuusputki Oy	Harri Peltomaa	Nyrhintie 19	Pori
Satalämpö Oy	Samppa Takala	Nyrhintie 14	Pori
Viafin Process Piping Oy	Janne Jauhola	Karjalankatu 20	Pori
Lämpöpalvelu Vuoristo	Jouni Vuoristo	Koivupuistontie 11	Rauma
YIT Teollisuus- ja verkkopalvelut Oy		Hevoshaankatu 3	Pori

Satakunnasta löytyy seuraavat hyväksytyt muovisten maakaasuputkien asennusliikkeet:

Porin Teollisuusputki Oy	Nyrhintie 19	Pori
YIT Teollisuus- ja verkkopalvelut Oy	Hevoshaankatu 3	Pori

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) internetsivulta löytyvät kaikki hyväksytyt maakaasuputkien asennusliikkeet.

13 Lähdeluettelo

1. Suomen Kaasuyhdistys ry -
http://www.kaasuyhdistys.fi/sites/default/files/pdf/kasikirja/maakaasun_kasikirja.pdf
2. Gasum Oy

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 63

3. Euroopan unioni, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0094:0136:FI:PDF>
4. Euroopan unioni, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008R1272&from=FI>
5. Ympäristöhallinto, <http://www.ymparisto.fi/YVA>
6. Aluehallintovirasto, https://www.avi.fi/web/avi/pohjois-suomi-toiminta-ja-tehtavat-kysymyksia-ja-vastauksia-ymparistoluvista?p_p_id=122_INSTANCE_aluevalinta&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_r_p_564233524_resetCur=true&p_r_p_564233524_categoryId=14251#.VAQUYqPyWkk
7. Teknologiateollisuus ry, 3.4.2014, Ympäristölainsäädännön veloitteiden kustannukset tuotteen elinkaaren aikana, Osaprojekti 2: Case Ympäristönsuojelulaki, päästöt ilmaan, veteen ja maaperään, lainsäädäntöjen päällekkäisyydet sekä lupaprosessit
8. Oikeusministeriö, Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta 551/2009, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090551>
9. Oikeusministeriö, Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
10. Etelä-Pohjanmaan pelastuslaitos, http://www2.seinajoki.fi/pelastuslaitos/palvelut/onnettomuuksien_ehkaisy_-_neuvontaa_ja_ohjeita/yritykset/atex.html
11. Työterveyslaitos, <http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/atex/sivut/default.aspx>
12. Gasum Oy, <http://www.gasum.fi/globalassets/kayttoturvallisuustoiedotteet/maakaasu.pdf>
13. Tukes, http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/ohjeet/maakaasustandardit.pdf
14. Jaskari Arto, 10.6, Tukes, Maakaasuun liittyvä lainsäädäntö, Kaasua Satakunnassa
15. Gasum Oy, Gasum http://europa.eu/business/eu-standards/index_fi.htm
16. Tukes, Tukes opas - Painelaitteet
17. SFS-EN 15001-1 Kaasuputkistot. Kaasun käyttöputkistot teollisuudessa käyttöpaineen ollessa yli 0,5 bar sekä teollisuudessa ja muualla käyttöpaineen ollessa yli 5 bar. Osa 1: Yksityiskohtaiset toiminnalliset vaatimukset suunnittelulle, materiaaleille, rakentamiselle, tarkistuksille ja testauksille
18. Oikeusministeriö, Maakaasuasetus 551/2009, 599/2013 <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090551>
19. Kemikaalilaki <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130599>
20. Tukes, Kemikaalien täyttö- ja tyhjennyspaikkojen turvallisuus, http://www.tukes.fi/tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/kemikaaliesite.pdf

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-17
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Sivu 64

21. Tukes, Vaarallisten kemikaalien varastointi,
http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Vaarallisten_kemikaalien_varastointi.pdf
22. Riskianalyysi http://www2.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_menetelmat.jsp

14 Liitteet

- Liite 1 Tehdas-alue, Harjavalta
- Liite 2 Energian jakautumiskaavio, Energy Balance
- Liite 3 Maakaasun käyttöturvallisuustiedote
- Liite 4 Yleispätevä ja yhteneväinen räjähdys-suojausasiakirjamalli, joka soveltuu eri toimialoille.
- Liite 5 Six Steps menetelmän vaiheen 2.e riskien arviointiin käytettävä ”työkalu” vaihe 2 Työlomake.
- Liite 6 Putkiston yksikköhinnat

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [1]



KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Maakaasu

Päiväys: 13.6.2012

Sivu 1 / 8

fin

Edellinen päiväys: 22.12.2011

KOHTA 1. AINEEN TAI SEOKSEN JA YHTIÖN TAI YRITYKSEN TUNNISTETIEDOT

1.1 Kemikaalin tunnistustiedot

Kauppanimi
Maakaasu
Biokaasu

Tunnuskoodi
CAS nro. 8006-14-2 (Maakaasu)

Reach-rekisteröintinumero
Ei ole; Maakaasu on vapautettu REACH-rekisteröinnistä (Liite V)

1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella

Käyttötarkoitus
Polttoaine. Moottoripolttoaine. Kemian teollisuuden raaka-aine. Paineistettu maakaasu.
Voidaan käyttää myös nimeä CNG Paineistettu maakaasu, kun P > 55 bar.

Toimialakoodi
D 35 Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto
C 20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus

Käyttötarkoituskoodi
55 Muut kemikaalit

Kemikaalia voidaan käyttää yleiseen kulutukseen ☒

Kemikaalia käytetään vain yleiseen kulutukseen ☐

1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot

Valmistaja, maahantuoja tai muu toiminnanharjoittaja
Gasum Oy

Yhteystiedot
Katuosoite Miestentie 1
Postinumero ja -toimipaikka 02151 ESPOO
Postiosoite PL 21
Postinumero ja -toimipaikka 02151 ESPOO
Puhelin 020 4471
Telefax 020 44 78619
Sähköpostiosoite asiakaspalvelu@gasum.fi
Y-tunnus 0969819-3

1.4 Hätäpuhelinnumero

1.4.1 Numero, nimi ja osoite
09-471 977 tai 09-4711 Myrkytystietokeskus / HUS
PL 790, 00029 HUS (Helsinki)

KOHTA 2. VAARAN YKSILOINTI

2.1 Aineen tai seoksen luokitus

CLP-luokitus:
Erittäin helposti syttyvä kaasu (Syttyvät kaasut, vaarakategoria 1; H220)

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [2]

Gasum

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 2 / 8

Maakaasu

fin

Päiväys: 13.6.2012

Edellinen päiväys: 22.12.2011

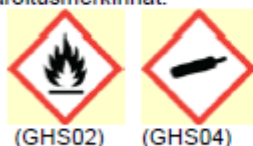
Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa. (Paineen alaiset kaasut; H280)

EY-luokitus:

Erittäin helposti syttyvää (F+, R12)

2.2 Merkinnät

Varoitusmerkinnät:



Huomiosana:

VAARA

Vaaralausekkeet:

Fysikaaliset vaarat:

H220 Erittäin helposti syttyvä kaasu

H280 Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa.

Turvausekkeet:

Ennaltaehkäisy:

P210 Suojaa lämmöltä, kipinöiltä, avotulelta ja kuumilta pinnoilta. — Tupakointi kielletty.

P243 Estä staattisen sähkön aiheuttama kipinöinti.

Pelastustoimenpiteet:

P377 Vuotavasta kaasusta johtuva palo: Ei saa sammuttaa, jollei vuotoa voida pysäyttää turvallisesti.

P381 Poista kaikki sytytyslähteet, jos sen voi tehdä turvallisesti.

Varastointi:

P403 Varastoi paikassa, jossa on hyvä ilmanvaihto.

2.3 Muut vaarat

Turvallisuusvaarat:

Maakaasu on ilmaa kevyempää ja muodostaa ilman kanssa syttyvän/räjähtävän kaasu-ilma seoksen.

Terveysvaarat:

Suurina pitoisuuksina hengitettynä maakaasu voi aiheuttaa uneliaisuutta, mahdollisesti päänsärkyä, pahoinvointia tai huimausta. Suuret kaasupitoisuudet voivat syrjäyttää ilman happea. Seurauksena on hapen puute, mikä jatkuessaan voi johtaa tukehtumiseen. Nopeasti haihtuessaan paineistettu kaasu maakaasu voi aiheuttaa paleltumia.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [3]



KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 3 / 8

Maakaasu

fin

Päiväys: 13.6.2012

Edellinen päiväys: 22.12.2011

Ympäristövaarat:

Tuotetta ei ole luokiteltu vaaralliseksi.

KOHTA 3. KOOSTUMUS JA TIEDOT AINEOSISTA

3.1 Vaaraa aiheuttavat aineosat

3.1.1 CAS/EY- numero ja rek.nro	3.1.2 Aineosan nimi	3.1.3 Pitoisuus	3.1.4 Luokitus; varoitusmerkki ja R- lausekkeet sekä CLP:n mukainen varoitusmerkki, huomiosana ja H- lausekkeet
8006-14-2	Maakaasu	noin 100 %	F+; R12 Flam. Gas 1, Press. Gas; GHS02, GHS04; Vaara; H220, H280

Muut tiedot

Sisältää metaania vähintään 85 mol-%. Maakaasu voi olla hajustettua.

KOHTA 4. ENSIAPUTOIMENPITEET

4.1 Ensiaputoimenpiteiden kuvaus

Hengitys: Kaasua hengittänyt siirretään altistuksesta raittiiseen ilmaan, pidetään lämpimänä ja levossa. Tarvittaessa annetaan happea tai puhalluselvytystä. Hakeuduttava lääkärin hoitoon huomattavan altistuksen jälkeen.

Iho: Iho lämmitetään välittömästi runsaalla vedellä huuhdellen. Hakeuduttava lääkärin hoitoon huomattavan altistuksen jälkeen.

Roisheet silmiin: Huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä vähintään 15 minuutin ajan. Huuhtelua jatketaan kunnes päästään (silmä)lääkärin hoitoon.

Nieleminen: -

4.2 Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet

Suurina pitoisuuksina hengitettynä maakaasu voi aiheuttaa uneliaisuutta, mahdollisesti päänsärkyä, pahoinvointia tai huimausta. Suuret kaasupitoisuudet voivat syrjäyttää ilman happea. Seurauksena on hapen puute, mikä jatkuessaan voi johtaa tukehtumiseen.

4.3 Mahdollisesti tarvittavia välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet

Hoitotoimenpiteet oireiden mukaisesti. Tarvittaessa annetaan happea tai puhalluselvytystä.

KOHTA 5. PALONTORJUNTATOIMENPITEET

Tulipalojen sammutus jätetään palontorjunnan ammattilaisille. Soita yleiseen hätänumeroon 112.

5.1 Sammutusaineet

Sulje vuotokohtaan johtavan maakaasuputken sulkuventtiili(t).

5.2 Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat

Maakaasu muodostaa ilman kanssa syttyvän/räjähtävän kaasu-ilma seoksen. Muodostaa räjähdysvaaran kaasun kertyessä suljettuihin tiloihin.

Räjähdysvaara paineen kasvaessa, jos kaasuputkistot kuumenevat tulipalossa.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [4]

Gasum

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 4 / 8

Maakaasu

fin

Päiväys: 13.6.2012

Edellinen päiväys: 22.12.2011

5.3 Palotorjuntaa koskevat ohjeet

Suojaimet: Täydellinen suojaruostus ja paineilmahengityslaite.
Estä maakaasun pääsy vuotokohtaan sulkemalla vuotokohtaan johtavan maakaasuputken sulkuventtiili(t). Ellei venttiiliä voida sulkea ja palosta ei ole vaaraa ympäröiville alueille, anna palon palaa loppuun. Avotulen läheisyydessä olevia kaasuputkistoja ja -laitteistoja jäähdytetään vesisuihkuin riittävältä turvaetäisyydeltä.

KOHTA 6. TOIMENPITEET ONNETTOMUUSPÄÄSTÖISSÄ

6.1 Varotoimenpiteet, henkilösuojaimet ja menettely hätätilanteessa

Sulje vuotokohtaan johtavan maakaasuputken sulkuventtiili(t), mikäli mahdollista. Palo- ja räjähdysvaara eliminoidaan eristämällä alue syttymislähteistä (mm. lämpö, kipinät, avotuli, kuumat pinnat) ja estämällä kaasun kertyminen suljettuihin tiloihin.

Evakuoii ihmiset vaara-alueelta tuulen yläpuolelle. Kaasun haihtumista voidaan tarvittaessa pyrkiä ohjaamaan vesisuihkuin. Tarkkaile vaara-alueita kaasuilmaisimien avulla.

Vahingosta on ilmoitettava välittömästi hätäkeskukseen, yleiseen hätänumeroon 112. Kaikissa toimenpiteissä on käytettävä riittäviä suojaruosteita.

6.2 Ympäristöön kohdistuvat varotoimet

Ei erityisiä varotoimia

6.3 Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet

Valvottu haihdutus tai poltto. Huomioitava tuotteen aiheuttama palo-, räjähdys- ja terveysvaara. Tila tuuletettava hyvin.

6.4 Viittaukset muihin kohtiin

Ei viittauksia muihin kohtiin

KOHTA 7. KÄSITTELY JA VARASTOINTI

7.1 Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet

Eristettävä syttymislähteistä. Estettävä varotoimenpitein (esim. maadoituksin) staattisen sähkön aiheuttama kipinöinti. Suojattava lämmöltä. Huolehdittava riittävästä ilmanvaihdesta tuotetta käsiteltäessä. Varmistettava, ettei vuotoja pääse syntymään auki jääneistä venttileistä tai vuotavista liitoksista.

7.2 Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet

Erittäin helposti syttyville kaasuille (maakaasulle) soveltuvassa erityissäiliössä tai putkistossa. Eristettävä syttymislähteistä. Estettävä varotoimenpitein (esim. maadoituksin) staattisen sähkön aiheuttama kipinöinti. Suojattava lämmöltä. Huolehdittava riittävästä ilmanvaihdesta. Varmistettava puhdistuksen, tarkastuksen sekä muun huolto ja kunnossapitotyön turvallisuus ennen työn suorittamista.

7.3 Erityinen loppukäyttö

Ei erityistä loppukäyttöä

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [5]



KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Maakaasu

Päiväys: 13.6.2012

Sivu 5 / 8

fin

Edellinen päiväys: 22.12.2011

KOHTA 8. ALTISTUMISEN EHKÄISEMINEN JA HENKILÖNSUOJAIMET

8.1 Valvontaa koskevat muuttujat

HTP-arvot
Ei määritettyä arvoa
Muut raja-arvot
Ei määritetty
DNEL
Ei määritetty
PNEC
Ei määritetty

8.2 Altistumisen ehkäiseminen

Tekniset torjuntatoimenpiteet
Huolehdittava riittävästä ilmanvaihdesta tuotetta käsiteltäessä.
Säiliöiden ja putkistojen puhdistustöissä on noudatettava erityisohjeita (hapen syrjäytymisen vaara). Valitse torjuntatoimenpiteet riskien arvioinnin perusteella, mikä huomioi myös paikalliset olosuhteet.

Silmien tai kasvojen suojaus

Tarvittaessa kasvonsuojain ja tiiviisti asettuvat suojalasit.

Ihonsuojaus

Ei erityistä tarvetta. Tarvittaessa antistaattista ja paloa hidastavaa vaatekangasta.

Käsiensuojaus

Nesteytettyä tuotetta käsiteltäessä kylmältä eristävät käsineet.

Hengityksensuojaus

Käytettävä ylipaineista paineilmalaitetta

Ympäristöaltistumisen torjuminen

-

KOHTA 9. FYSIKAALISET JA KEMIAALLISET OMINAISUUDET

9.1 Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot

Olomuoto	Väritön kaasu
Haju	Heikko hiilivetyjen haju
Hajukynnyys	ei määritetty
pH	ei määritetty
Sulamis- tai jäätymispiste	- 182 °C (metaani) (Sulamispiste)
Kiehumispiste ja kiehumisalue	- 162 °C (metaani)
Leimautuspiste	- 188 °C (metaani)
Haihtumisnopeus	ei määritetty
Syttyvyys (kiinteät aineet, kaasut)	ei määritetty
Alempi räjähdysraja	5 til-% (syttymisraja)
Ylempi räjähdysraja	15 til-% (syttymisraja)
Höyrynpaine	Noin 150 kPa (20 °C) (vesi = 2,3 kPa)
Höyryntiheys	ei määritetty
Suhteellinen tiheys	0,56 (ilma = 1)
Liukoisuus (liukoisuudet)	Vesiliukoisuus: Niukkaliukoinen (24 mg/l, metaani) Rasvaliukoisuus (liuotin-öljy, yksilöitävä): Ei tunnettu (kaasu)
Jakautumiskerroin: n-oktanoli/vesi	
Itsesyttymislämpötila	537 °C (metaani)

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [6]



KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Maakaasu

Päiväys: 13.6.2012

Sivu 6 / 8

fin

Edellinen päiväys: 22.12.2011

Hajoamislämpötila	ei määritetty
Viskositeetti	ei määritetty
Hapettavuus	ei määritetty

9.2 Muut tiedot

Kaasun tiheys = 0,73 kg/m³
Nesteen tiheys kiehumislämpötilassa: 0,42 kg/l (metaani)
Henryn lain vakio = 0,6 atm·m³/mol
1 ppm = 0,67 mg/m³ (metaani), 1 mg/m³ = 1,50 ppm (metaani)

KOHTA 10. STABIILISUUS JA REAKTIIVISUUS

10.1 Reaktiivisuus

Ei reagoi itseseen

10.2 Kemiallinen stabiilisuus

Stabiili normaaleissa käyttöolosuhteissa

10.3 Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus

Ei muodosta vaarallisia reaktioita

10.4 Vältettävät olosuhteet

Syttymisvaara; vältettävä kuumuutta ja sytytyslähteitä. Voi muodostaa syttymiskelpoisia seoksia ilman kanssa.

10.5 Yhteensopimattomat materiaalit

Vesi (voi muodostaa kiinteitä hydraatteja korkeassa paineessa ja alhaisessa lämpötilassa).

10.6 Vaaralliset hajoamistuotteet

Hiihimonoksidi.

KOHTA 11. MYRKYLLISYYTEEN LIITTYVÄT TIEDOT

11.1 Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista

Välitön myrkyllisyys

Ei määritetty

Ärsyttävyys ja syövyttävyys

Kaasu ei ärsytä silmiä, hengitysteitä eikä ihoa.

Herkistyminen

Ei

Syöpää aiheuttavat, perimää vaurioittavat tai lisääntymiselle vaaralliset vaikutukset

Ei tiedossa

Elinkohtainen myrkyllisyys (kerta- tai toistuva altistuminen)

Suuret höyrypitoisuudet voivat aiheuttaa tajuttomuutta. Nesteen nopea haihtuminen aiheuttaa paleltumia. Tuotteen aineosat voivat imeytyä kehoon hengitettynä.

Aspiraatiovaara

Ei määritetty

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [7]



KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Maakaasu

Päiväys: 13.6.2012

Sivu 7 / 8

fin

Edellinen päiväys: 22.12.2011

KOHTA 12. TIEDOT VAARALLISUUDESTA YMPÄRISTÖLLE

12.1 Myrkyllisyys

Myrkyllisyys vesieläöille
(kaasu)
Myrkyllisyys muille eliöille
Ei määritetty

12.2 Pysyvyys ja hajoavuus

Biologinen hajoavuus
(kaasu)
Kemiallinen hajoavuus
Ilmakemiallisesti erittäin hitaasti hajoava (metaanin arvioitu puoliintumisaika 220 päivää).

12.3 Biokertyvyys

Ei määritetty

12.4 Kulkeutuvuus maaperässä

Nesteytetty tuote haihtuu nopeasti ilmaan, missä hajoaa erittäin hitaasti.

12.5 PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset

Ei määritetty

12.6 Muut haitalliset vaikutukset

Ei määritetty

KOHTA 13. JÄTTEIDEN KÄSITTELYYN LIITTYVÄT TIEDOT

13.1 Jätteiden käsittelymenetelmät

Poltto vaatii paikallisten säädösten mukaista erityiskäsittelyä johtuen puristetun kaasun korkeasta paineesta.

KOHTA 14. KULJETUSTIEDOT

14.1 YK-numero

1971

14.2 Kuljetuksessa käytettävä virallinen nimi

UN 1971 MAAKAASU, PURISTETTU, jonka metaanipitoisuus on korkea.

14.3 Kuljetuksen vaaraluokka

Maakuljetukset

Kuljetusluokka	2
Vaaran tunnusnumero	23
ADR/RID-varoituspukkeet	2.1
Merikuljetukset	
IMDG-luokka	2.1

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [8]



KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Maakaasu

Päiväys: 13.6.2012

Sivu 8 / 8

fin

Edellinen päiväys: 22.12.2011

Ilmakuljetukset

Ei kuljeteta lentoteitse.

14.4 Pakkausryhmä

2.1 F

P200 Pakkaus, luokituskoodi 1F.

14.5 Ympäristövaarat

Ei erityisiä ympäristövaaroja

14.6 Erityiset varotoimet käyttäjälle

Kohdissa 7-8 mainitut seikat

14.7 Kuljetus irtolastina MARPOL 73/78 –sopimuksen II liitteen ja IBC-säännösten mukaisesti

Ei erityisiä mainintoja

KOHTA 15. LAINSÄÄDÄNTÖÄ KOSKEVAT TIEDOT

15.1 Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö

Suomessa maakaasuputkistolle ja kaasulaitteille on laadittu varsin kattava lainsäädäntö. Sääöksistä keskeisin on Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta (551/2009), joka perustuu lakiin vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005).

15.2 Kemikaaliturvallisuusarviointi

Kemikaaliturvallisuusarviointia ei ole tehty.

KOHTA 16. MUUT TIEDOT

Muutokset edelliseen versioon

Uusi lomakepohja, CLP-luokitus ja –merkintä, päivitys

Tietolähteet

Säädökset, tietokannat, kirjallisuus, omat tutkimukset.

Seoksen luokitukseen käytetty menetelmä

Asetus 1272/2008/EY. Direktiivi 67/548/ETY.

Työntekijöiden koulutus

Kohtien 4-8 läpikäynti sekä tarpeellisten turvalaitteiden sijaintien esittäminen.

Luettelo R- ja S-lausekkeista

R12	Erittäin helposti syttyvä.
S9	Säilytettävä paikassa, jossa on hyvä ilmanvaihto.
S16	Eristettävä sytytyslähteistä - Tupakointi kielletty.
S33	Estettävä staattisen sähkön aiheuttama kipinä.

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 3, [9]

AGA:n toimittaman LNG:n arvot:

Component	Unit	Value min. /max.
Methane	mol-%	min. 85
Ethane	mol-%	max. 9
Propane	mol-%	max. 2
Butane	mol-%	max. 1
Nitrogen	mol-%	max. 2
Carbon dioxide	mol-%	max. 2
Oxygen	mol-%	max. 0,1
Total sulphur	mol-ppm	max. 20
Heat value GCV	kWh/kg	14,5-16,0

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [1]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasiasikirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko A.1 PALAVIEN NESTEIDEN JA KAASUJEN TUNNISTAMINEN, JOTKA VOIVAT AIHEUTTAA RÄJÄHDYSKELPOISIA ILMASEOKSIA

KAUPPANIMI JA TUOTENUMERO	AINEOSAT	KÄYTTÖTARKOITUS JA -PAIKKA	VAROITUS- MERKIT	NESTEEN TIHEYS	KIEHUMIS- LÄMPÖ- TILA	HÖYRYN- PAINE HUONEEN- LÄMPÖ- TILASSA	HÖYRYN TIHEYS (NESTEET), KAASUN TIHEYS (KAASUT)	LEIMAHDUS- LÄMPÖTILA	RÄJÄHDYS- RAJAT	ITSE- SYTTYMIS- LÄMPÖ- TILA	RÄJÄHDYS- RYHMÄ JA SYTTYMIS- RYHMÄ

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [2]



Työterveyslaitos

Räjähdysvaikutusasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko A.2 PALAVIEN PÖLYJEN TUNNISTAMINEN, JOTKA VOIVAT AIHEUTTAA RÄJÄHDYSKELPOISIA ILMASEOKSIA

NIMITYS, LÄHDE JA KOOSTUMUS	PÖLYN HIUKKASKOKO JA LEIJUVUUS	ALIN RÄJÄHDYSKELPOINEN PÖLYPITOISUUS	PÖLY-ILMA SEOSEN MINIMISYTTYMISENERGIA	ITSESYTTÄVYYS	PÖLYPILVEN JA KERROKSEN ITSESYTTÄMISLÄMPÖTILA (arvio)	LAITTEEN SUURIN SALLITTU PINTALÄMPÖTILA

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [3]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasiasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko B TOIMINNAN JA VAARATILANTEIDEN KUVAUS. - Tunnista tilanteet, joissa räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostuminen on mahdollista. Tunnista palava aine, paikka, työvaihe, päästölähde.			
ALUE, TILA TAI TOIMINTO, JOSSA ESIINTYY TAI VOI ESIINTYÄ RÄJÄHDYSKELPOISIA ILMASEOKSIA	RÄJÄHDYSKELPOISEN ILMASEOKSEN AIHEUTTAVA AINE	KUVAUS, MILLOIN JA MIKSI RÄJÄHDYSKELPOINEN ILMASEOS MUODOSTUU	SEURAUKSET, JOS RÄJÄHDYS TAPAHTUU

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [4]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojausasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko C RÄJÄHDYSKELPOISTEN ILMASEOSTEN MUODOSTUMISEN ESTÄMINEN.

- Miten vaarallisen räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostuminen voidaan kokonaan estää?
- Mikäli räjähdysvaarallisen ilmaseoksen muodostuminen saadaan näillä toimenpiteillä estettyä -> muita räjähdysuojaustoimenpiteitä ei tarvita
- Mikäli muodostumista ei voida estää-> tarvitaan lisää räjähdysuojaustoimenpiteitä (tilaluokitus, laitevaatimukset, jne.)

TOIMINTO, ALUE, TILA	RÄJÄHDYSKELPOISEN ILMASEOKSEN AIHEUTTAVA AINE	PÄÄSTÖLÄHDE	TOIMENPITEET, JOILLA RÄJÄHDYSKELPOISEN ILMASEOKSEN MUODOSTUMINEN VOIDAAN KOKONAAN ESTETÄÄN TAI JOILLA SEN TODENNÄKÖISYYTTÄ JA LAAJUUTTA VOIDAAN PIENENTÄÄ	TOIMENPITEET JOTKA ON JO TOTEUTETTU TAI JOIDEN TOTEUTTAMINEN ALOITETAAN VÄLITTÖMÄSTI (JOIDEN PERUSTEELLA RÄJÄHDYSKELPOISEN ILMASEOKSEN TODENNÄKÖISYYTTÄ ARVIOIDAAN)	ONKO VAARALLISEN (> 10L) RÄJÄHDYSKELPOISEN ILMASEOKSEN ESIINTYMINEN TOIMENPITEILLÄ ESTETTY

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [5]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko D RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT, TILALUOKITUS.

TOIMINTO, ALUE, TILA	PALAVAN AINEEN PÄÄSTÖLÄHDE	TILALUOKKA	PERUSTE

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [6]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasiasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko E.1 RÄJÄHDYSKELPOISTEN ILMASEOSTEN SYTTYMISEN ESTÄMINEN TILALUOKITELLUILLA ALUEILLA. AKTIVOITUVIEN/POTENTTIALLISTEN SYTTYMISLÄHTEIDEN, KIINTEIDEN LAITTEIDEN VAATIMUSTENMUKAISUUDEN ARVIOINTI.

Räjähdyssvaarallisen tilan tilaluokitus määrää laiteluokkavaatimuksen (laitteen korkein sallittulämpötila ja ...).

Räjähdyssvaarallisten ilmaseosten syttyminen joko saadaan luotettavasti estetyksi -> muita toimenpiteitä ei tarvita tai ei saada estetyksi->

Muita räjähdyssuojastoimenpiteitä tarvitaan

LAITE: Nimi, valmistaja ja teho	LAITTEEN JAKSEN YMPÄRISTÖN VALLITSEVA TILALUOKKA (0,1,2,20, 21, 22)	LAITTEELTA VAADITTAVA ATEX-YLEISMERKINTÄ SEKÄ PÖLYJEN JA KAASUJEN LISÄMERKINNÄT	LAITTEEN ATEX-MERKINTÄ VALMISTAJAN / MAAHANTUOJAN ILMOITUS	PERUSTELU	HUOMAUTUS - LAITTEEN MAHDOLLISET SYTTYMISVAARAT - KÄYTTÖRAJOITUKSET - VAADITTAVA KÄYTTÖKOULUTUS - KUKA SAA KÄYTTÄÄ

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [7]



Työterveyslaitos

Räjähdys-suojasasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko E.2 RÄJÄHDYSKELPOISTEN ILMASEOSTEN SYTTYMISEN ESTÄMINEN TILALUOKITELLUIILLA ALUEILLA.

AKTIVOITUVIEN/POTENTTIALLISTEN **SYTTYMISLÄHTEIDEN**, LIKKUVIEN LAITTEIDEN (JATKOJOHTOJEN PISTORASIAT, KÄSIPORAKONEET, LIKUTELTAVAT VALAISIMET, LÄMPÖPUHALTIMET YMS.) VAATIMUSTENMUKAISUUDEN ARVIOINTI .

Huom. Liikkuvia laitteita voidaan siirtää työpaikan sisällä eri paikkoihin, joissa vallitsee eri tilaluokitukset, mitkä määrävät laitevaatimukset.

LAITE: Nimi, valmistaja ja teho	LAITTEELLE SALLITTU / LAITTEEN YMPÄRILLEEN LUOMA TILALUOKKA (0,1,2,20, 21, 22)	LAITTEELTA VAADITTAVA ATEX-YLEIS-MERKINTÄ SEKÄ PÖLYJEN JA KAASUJEN LISÄMERKINNÄT	LAITTEEN ATEX-MERKINTÄ VALMISTAJAN / MAAHANTUOJAN ILMOITUS	PERUSTELU	HUOMAUTUS - LAITTEEN MAHDOLLISET SYTTYMISVAARAT - KÄYTTÖRAJOITUKSET - VAADITTAVA KÄYTTÖKOULUTUS - KUKA SAA KÄYTTÄÄ

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [8]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasiasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Laitetyyppi: Mallinimi, **Valmistaja:** Valmistajan nimi

Tuotteen tarkoitettu käyttö: Suunniteltu ja rakennettu eteenikaasun paineen korottamiseen. Laite rakennettu valmistamisajankohdan, vuoden 1975, sääntöjen ja määräysten mukaiseksi.

Tuotteen kuvaus: Laite on luistiohjattu mäntäkompressori, joka saa kytkimen välityksellä käyttövoimansa sähkömoottorilta. Siinä on kaksi sylinteriryhmää, jotka sijaitsevat kampiakselin vastakkaisilla puolilla 180° kulmassa toisiinsa nähden. Sylinteriryhmään kuuluu kaksi rinnakkain olevaa sylinteriparia. Kaasu tulee noin 20 MPa paineisena, josta paine nousee jopa 200 Mpa:iin kompressorissa. Kompressorissa ei ole itsessään paineen säätöä, vaan paineen säätö tapahtuu säätämällä reaktorin läpivirtausta.

Onko laitteen käyttö valmistajan antamien ohjeiden/rajoitusten mukaista: Laitteen käyttö vastaa tarkoitettua käyttöä. Huollot tapahtuvat huolto-ohjelman XXX mukaan.

Arviointipäivämäärä: dd.mm.yyyy, **Arvioinnin tekijä:** Ammatti ja etunimi sukunimi

Mahdollinen syttymislähde			Aiemmat toimenpiteet syttymislähteen aktiiviseksi tulemisen estämiseksi	Suojauksen riittävyys ja mahdolliset uudet suojaustoimenpiteet
Normaali-toiminta (oltava vaaratonta tilaluokissa 2 ja 22)	Ennakoitavissa oleva virhetoiminto (oltava vaaratonta tilaluokissa 1 ja 21)	Harvinainen virhetoiminto (oltava vaaratonta tilaluokissa 0 ja 20)		

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [9]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko F.1 TEKNISET JA HALLINNOLLISET RÄJÄHDYSSUOJAUSTOIMENPITEET MAHDOLLISEN RÄJÄHDYKSEN VAHINGOLLISTEN SEURAUSTEN RAJOITTAMISEKSI

- Työn järjestelyihin liittyvät toimenpiteet
- Työntekijöiden opetus ja ohjaus
- Vaarallisia töitä koskevat kirjalliset luvat ja työohjeet
- Rakennuksen määrättyjen seinien vahvistaminen

RÄJÄHDYSVAARAN KUVAUS	RÄJÄHDYSSUOJAUSTOIMENPITEET	TOIMENPIDE TOTEUTETTU	TOIMENPIDE TOTEUTETAAN (AIKATAULU)	VASTUUHENKIÖ

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [10]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasiasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

Taulukko F.2 TEKNISET JA HALLINNOLLISET RÄJÄHDYSSUOJAUSTOIMENPITEET MAHDOLLISEN RÄJÄHDYKSEN ESTÄMISEKSI

- Työn järjestelyihin liittyvät toimenpiteet
- Työntekijöiden opetus ja ohjaus
- Kirjalliset ohjeet ja vaarallisia töitä koskevat luvat (ohjeet pidettävä kaikkien saatavilla, esim. kahvihuoneessa)
- Toiminnanharjoittaja vastaa turvallisuusjohtamisesta ja voi käyttää halutessaan sisäisiä ja ulkopuolisia asiantuntijoita ohjeistusten tekemisessä

RÄJÄHDYSVAARAN KUVAAUS	RÄJÄHDYSSUOJAUSTOIMENPITEET	TOIMENPIDE TOTEUTETTU	TOIMENPIDE TOTEUTETAAN PV MENNESSÄ	VASTUUHENKILO

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 4, [11]



Työterveyslaitos

Räjähdyssuojasiasiakirja

22.1.2008

<http://www.ttl.fi/atex>

<u>Taulukko G</u> YRITYKSEN NIMI: OSOITE: PUHELIN: www KOTISIVU:		TOIMINNANHARJOITTAJAN NIMI: RÄJÄHDYSSUOJAUSTOIMENPITEISTÄ VASTAA:	
PÄIVITYKSEN KOHDE (TAULUKKO A.1- G)	RÄJÄHDYSSUOJAUSASIAKIRJAN PÄIVITYS JA VASTUUHENKILÖ	VASTUUHENKILÖN YHTEYSTIEDOT	

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 5, [1]



Six Steps Method

VAIHE 2

	Projekti No. Nimi:				Pvm: Rev:		
Vaihe 2 Työlomake	Osallistujat: <i>Sachtleben:</i> Laatija: Kokous pvm:			Piirustuksen tai alueen nimi:		Kokous no:	
Vaarallinen tapahtuma tai tilanne	Syy tai aiheuttaja	Seuraukset Välitön/pahin mahd.	Miten ehkäistään tai korjataan	Miten varaudutaan vaaratilanteeseen	Toimenpiteet	Tehtävä nro	Kuka tekee
ULKOINEN TULIPALO							
LAITTEIDEN SISÄINEN TULIPALO TAI RÄJÄHDYS							
LAITTEIDEN SISÄINEN TULIPALO TAI RÄJÄHDYS							
LAITTEIDEN SISÄINEN TULIPALO TAI RÄJÄHDYS							
LAITTEIDEN SISÄINEN TULIPALO TAI RÄJÄHDYS							
RÄJÄHDYS SULJETUSSA TILASSA							
RÄJÄHDYS AVOIMESSA TILASSA							

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 5, [2]



Six Steps Method

VAIHE 2

	Projekti No. Nimi:					Pvm: Rev:	
Vaihe 2 Työlomake	Osallistujat: <i>Sachtleben:</i> Laatija: Kokous pvm:			Piirustuksen tai alueen nimi:		Kokous no:	
Vaarallinen tapahtuma tai tilanne	Syy tai aiheuttaja	Seuraukset Välitön/pahin mahd.	Miten ehkäistään tai korjataan	Miten varaudutaan vaaratilanteeseen	Toimenpiteet	Tehtävä nro	Kuka tekee
LYHYTAIKAINEN ALTISTUMINEN							
PITKÄAIKAINEN ALTISTUMINEN							
YMPÄRISTÖVAHINKO							
VOIMAKAS ENERGIAN VAPAUTUMINEN							
MELU							
ULKONÄKÖ							
VAKAVA TALOUDELLINEN SEURAAMUS							
LIIKKUVAT KOHTEET							

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 6, [1]

Kuvaus	DN	Seinämä	SPEC	Materiaali	Standardi	Materiaali à €	Asennus à €
Putki ISO 4200	15	2,0	ISO10	EN 1.4432 (E10H2A)	EN 10217-7	6,91	18,00
Putki ISO 4200	25	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10217-7	10,16	18,00
Putki ISO 4200	50	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10217-7	17,82	18,00
Putki ISO 4200	80	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10217-7	26,86	24,00
Putki ISO 4200	100	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10217-7	34,71	26,40
Putki ISO 4200	150	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10217-7	49,72	38,40
Putki ISO 4200	200	3,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10217-7	77,88	48,00
Käyrä DIN 2605-1-45-2	50	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	4,75	151,20
Käyrä DIN 2605-1-45-3	100	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	16,68	270,00
Käyrä DIN 2605-1-45-3	150	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	40,06	351,00
Käyrä DIN 2605-1-45-3	200	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	71,28	396,00
Käyrä DIN 2605-1-90-2	25	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	2,18	74,40
Käyrä DIN 2605-1-90-2	50	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	4,75	100,80
Käyrä DIN 2605-1-90-3	80	2,0	ISO16	EN 1.4432	EN 10253-4	11,32	136,80
Käyrä DIN 2605-1-90-3	100	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	16,68	180,00
Käyrä DIN 2605-1-90-3	150	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	40,06	234,00
Käyrä DIN 2605-1-90-3	200	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-4	71,28	264,00
Kartio ISO 5251-CON	50/25	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	8,83	96,00
Kartio ISO 5251-CON	100/80	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	10,87	158,40
Kartio ISO 5251-CON	150/100	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	29,76	220,80
Kartio ISO 5251-CON	150/100	3,0	ISO25	EN 1.4432	EN 10253-3	45,47	220,80
Kartio ISO 5251-CON	300/150	3,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	224,35	510,00
Kartio ISO 5251-ECC	150/100	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	43,79	220,80
Umpilaippa EN 1092-1 type 05	50		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 05	23,81	24,00
Umpilaippa EN 1092-1 type 05	100		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 05	41,38	48,00
Umpilaippa EN 1092-1 type 05	200		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 05	141,99	80,40
PH METRIC Flange	50		PlaceHolder			0,00	72,00
Kauluslaippa EN 1092-1	25		ISO16	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	3,51	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	50		ISO10	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	7,45	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	50		PlaceHolder	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	7,45	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	50		ISO16	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	7,45	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	80		ISO10	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	10,04	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	100		ISO10	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	12,15	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	125		ISO10	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	15,09	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	150		ISO10	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	20,14	0,00
Kauluslaippa EN 1092-1	200		ISO10	S235JRG2 HDG	EN 1092-1 TYPE 02	27,34	0,00
Welding neck flange DIN 2634	100		ISO25	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 11	69,18	126,00
Welding neck flange DIN 2634	150		ISO25	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 11	125,25	201,60
Tee ISO 5251	25	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	6,89	108,00
Tee ISO 5251	50	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	12,76	151,20
Tee ISO 5251	100	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	44,90	270,00
Tee ISO 5251	150	3,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	126,14	352,80
Tee ISO 5251	200	4,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	462,37	396,00
Tee ISO 5251, kartio	50/25	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	43,52	271,20
Tee ISO 5251, kartio	100/50	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	100,82	390,00
Tee ISO 5251, kartio	150/80	2,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	187,01	352,80
Tee ISO 5251, kartio	200/100	4,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	751,95	396,00
Tee ISO 5251, kartio	300/150	4,0	ISO10	EN 1.4432	EN 10253-3	1 494,98	648,00
Weldring w collar EN 1092-1 TYPE	25		ISO16	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 35	14,90	48,00
Weldring w collar EN 1092-1 TYPE	50		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 35	22,23	72,00
Weldring w collar EN 1092-1 TYPE	80		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 35	37,39	99,60
Weldring w collar EN 1092-1 TYPE	100		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 35	45,75	126,00
Weldring w collar EN 1092-1 TYPE	125		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 35	66,15	158,40
Weldring w collar EN 1092-1 TYPE	150		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 35	83,70	201,60
Weldring w collar EN 1092-1 TYPE	200		ISO10	EN 1.4432	EN 1092-1 TYPE 35	132,01	246,00

Total

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 6, [2]

Kannake sisältää Primääri- ja sekundäärikannakkeen, esivalmistuksen, kuumasinkityksen ja asennuksen

Kuvaus	KOKO	Asennettuna €/m	Material
Kannake	DN 15-25	37,50	FeZnk
Kannake	DN 50	37,50	FeZnk
Kannake	DN 80	42,45	FeZnk
Kannake	DN 100	56,70	FeZnk
Kannake	DN 150	79,20	FeZnk
Kannake	DN 200	120,00	FeZnk
Kannake	DN 300	144,00	FeZnk

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 6, [3]

Laippaliitokset

Kuvaus	DN	SPEC	Materiaali	Materiaali à €	Asennus à €
Tiivisteet, mutterit, pultit	25	ISO16	316L Spiral	14,09	24,00
Tiivisteet, mutterit, pultit	50	ISO10	316L Spiral	23,53	24,00
Tiivisteet, mutterit, pultit	80	ISO10	316L Spiral	35,85	38,40
Tiivisteet, mutterit, pultit	100	ISO10	316L Spiral	41,87	48,00
Tiivisteet, mutterit, pultit	125	ISO10	316L Spiral	54,07	57,60
Tiivisteet, mutterit, pultit	150	ISO10	316L Spiral	66,25	66,00
Tiivisteet, mutterit, pultit	200	ISO10	316L Spiral	101,97	80,40
Tiivisteet, mutterit, pultit	300	ISO10	316L Spiral	169,70	114,00
Tiivisteet, mutterit, pultit	100	ISO25	316L Spiral	41,87	48,00
Tiivisteet, mutterit, pultit	150	ISO25	316L Spiral	66,25	66,00

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 6, [4]

Venttiilit

<i>Venttiilityyppi</i>	<i>Koko</i>	<i>Paineluokka</i>	<i>Pääty-yhteet</i>	<i>Asennushinta € / kpl</i>
Levyluisti	100	SS10	Laippojen väliin, ilman muttereita	54,00
Levyluisti	150	SS10	Laippojen väliin, ilman muttereita	78,00
Levyluisti	200	SS10	Laippojen väliin, ilman muttereita	94,80
Pallo	15	SS10	Kierre	27,60
Pallo	25	SS10	Kierre	27,60
Pallo	25	SS10	Laippa	27,60
Pallo	50	SS10	Laippa	42,00
Pallo	80	SS10	Laippa	49,20
Takaisku	25	SS10	Laippojen väliin	27,60
Takaisku	50	SS10	Laippojen väliin	42,00
Läppä	100	SS10	Laippojen väliin, ilman muttereita	54,00
FR	80	SS10		49,20
FR	50	SS10		42,00
AI	1/2"	SS10	Kierre	27,60

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 6, [5]

INSTRUMENTIT

Kuvaus	Koko	Paineluokka	Prosessiliityntä	Asennushinta € / kpl
Virtausmittari	25	SS10	Laippa	55,20
Virtausmittari	150	SS10	Laippa	156,00
Vaahdontunnistin	25	SS10	Laippa	55,20
Pinnankorkeuden lähetin	50	SS10	Laippa	98,40
Pinnankorkeuden lähetin	80	SS10	Laippa	98,40
Paine lähetin	R15	SS10	Kierteet	55,20
Paine lähetin	50	SS10	Laippa	84,00
Paine lähetin	50	SS10	Kierteet	84,00
Lämpötila lähetin	R15	SS10	Kierteet	55,20
Lämpötila lähetin	50	SS10	Laippa	84,00

SWECO 	SWP-G2427-01	2014-12-12
Jouko Nurmi	LNG-SATAKUNTA CASE 2	Liite 6, [6]

YKSIKKÖHINTA NDT-TARKASTUKSELLE

Kuvaus	Koko	NDT hinta per kpl / m
Putket	DN15-DN80	1,12 €
Putket	Yli DN80	3,37 €
Käyrät, kartiot	DN15-DN80	13,48 €
Käyrät, kartiot	Yli DN80	40,45 €
T-kappaleet	DN15-DN80	20,23 €
T-kappaleet	Yli DN80	60,68 €
Hitsatut laipat	DN15-DN80	6,74 €
Hitsatut laipat	Yli DN80	20,23 €