

# **HAKEMUS**

Kemikaaliturvallisuuslupa 353073

30.11.2023

# HAKEMUS

## 1. Yrityksen tai yhteisön perustiedot

**Y-tunnus**

3155276-4

**Toiminimi**

P2X Solutions Oy

**Yritysmuoto**

Osakeyhtiö

**Päätoimiala**

Teollisuuskaasujen valmistus (20110)

**Kotipaikka**

Helsinki

### 1.1. Yrityksen yhteystiedot

**Puhelin**

+358503686866

**WWW-osoite**

**Käyntiosoite**

Lähiosoite: Tekniikantie 12

Postinumero: 02150

Postitoimipaikka: ESPOO

**Postiosoite**

Lähiosoite: Tekniikantie 12

Postinumero: 02150

Postitoimipaikka: ESPOO

## 2. Laskutustiedot

**Laskutusosoite**

Lähiosoite tai PL: Tekniikantie 12

Postinumero: 02150

Postitoimipaikka: ESPOO

## Verkkolaskuosoite

Verkkolaskuosoite/OVT-tunnus: 003731552764

Välittäjä-tunnus:

## Laskun viitetiedot

GHP01-E

## 3. Yhteyshenkilöt

### Yhteyshenkilöiden tiedot

Sukunimi: Taka-aho  
Etunimi: Ilkka  
Puhelinnumero: 0400714398  
Sähköpostiosoite: ilkka.taka-aho@p2x.fi

Sukunimi: Hassinen  
Etunimi: Jari  
Puhelinnumero: 0401620403  
Sähköpostiosoite: jari.hassinen@p2x.fi

Sukunimi: Wolczkiewicz  
Etunimi: Kirsi  
Puhelinnumero: 0406208280  
Sähköpostiosoite: kirsi.wolczkiewicz@sweco.fi

Sukunimi: Kostamo  
Etunimi: Auli  
Puhelinnumero: 0503219187  
Sähköpostiosoite: auli.kostamo@sweco.fi

## 4. Yleiskuvaus toiminnasta

### Toiminnan tai sen muutoksen kuvaus

P2X Solutions Oy hakee vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetun lain (Kemikaaliturvallisuuslaki, 390/2005) 23 §:n mukaista lupaa (jäljempänä kemikaaliturvallisuuslupa) vaarallisten kemikaalien laajamittaiselle teolliselle käsittelylle ja varastoinnille Harjavallassa. Toiminnanharjoittaja on laatinut tuotantolaitokselle toimintaperiaateasiakirjan asetuksen 685/2015 mukaisesti.

Laitoksessa tuotetaan vetyä, happea ja lämpöä veden elektrolyysiin perustuvalla prosessilla, jossa käytetään sähkövirtaa veden hajottamiseen hapeksi ja vedyksi. Elektrolyysiprosessissa käytetään uusiutuvaa energiaa ja sähkötehon tarve on kokonaisuudessaan noin 22 MW. Laitos sijaitsee noin kahden kilometrin etäisyydellä Harjavallan keskustasta, suurteollisuuspuiston länsipuolella.

Vedyn maksimimäärä laitoksella on noin kuusi tonnia ja maksimituotantokapasiteetti on 400 kg/h. Hapen maksimimäärä laitoksella on noin neljä tonnia ja suunniteltu maksimituotantokapasiteetti 3 200 kg/h.

Tuotettua vetyä käytetään laitoksella myös synteettisen metaanin valmistamiseen yhdessä nesteytetyn tai kaasumaisen hiilidioksidin kanssa erillisessä metanointiyksikössä. Laitoksella metaanin suunniteltu maksimituotantokapasiteetti on 240 kg/h. Metaania voidaan hyödyntää muun muassa raskaan liikenteen hiilineutraalina polttoaineena.

Vety- ja metaanikaasua kompressoidaan ja tankataan siirtokontteihin. Kontit lastataan kuorma-autoihin ja toimitetaan eteenpäin asiakkaille. Osa valmistettavasta vihreästä vedystä ja hapesta on mahdollista toimittaa tulevaisuudessa Harjavallan suurteollisuuspuistoon maanalaista putkistoa pitkin. Prosessissa syntyvä lämpö on hyödynnettävissä aluelämpönä läheisellä teollisuusalueella.

## 4.1. Toiminnan sijainti

### Postiosoite

Lähiosoite: Torttilantie 24  
Postinumero: 29200  
Postitoimipaikka: HARJAVALTA

Sijaintikunta: HARJAVALTA

## 5. Vastuhenkilöt

### Tuotantolaitoksesta vastaava henkilö

Sukunimi: Taka-aho  
Etunimi: Ilkka

Asema yrityksessä: CTO

## 6. Käytönvalvojat

Sukunimi: Taka-aho  
Etunimi: Ilkka  
Vastuualueet: Vaaralliset kemikaalit, Maakaasu

## 7. Hankkeen aikataulu

### Arvio käyttöönoton ajankohdasta

Laitoksen valmistelevat rakennustyöt on aloitettu vuonna 2022. Laitoksen varsinainen rakentaminen on aloitettu 2023. Laitos on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2024 aikana.

## 8. Kemikaalit

Toimipaikan tunniste KemiDigi-palvelussa: 718237  
<https://kemidigi.fi/toimipaikka/718237>



## 9. Toimintapaikan kiinteistöt

### Kiinteistöt

| Kiinteistötunnus: 79-204-8-4

## 10. Lähiympäristö ja kaavoitus

### Toimintapaikan ja sitä ympäröivien alueiden suunnitellut kaavamuutokset

Harjavallan kaupungin kaupunkikehityksen lautakunnan alainen yhdyskuntasuunnittelun palvelualue on julkaissut Harjavallan kaupungin kaavoituskatsauksen vuodelle 2022. Kaavoituskatsauksen mukaan hankealueen läheisyyteen lähivuosina on suunnitteilla seuraavat asemakaavamuutokset: Torttilan eritasoliittymän eteläpuolella, Oikotien varrella on yleiskaavan mukaisia teollisuusaluevarauksia, joiden suunnittelu on tullut ajankohtaiseksi, koska Sievarin uusimpien laajennusalueiden tonteista on pääosa jo luovutettu yritystoimintaan. Alueella ei tällä hetkellä ole voimassa olevaa asemakaavaa (Harjavallan kaavoituskatsaus 2022, s.6).

Lisäksi Harjavallan suurteollisuuspuiston alueen tonttien asemakaavaa tulnaisiin muuttamaan. Asemakaavan päivityksen taustalla on lainsäädännön muutosten edellyttämät muutokset (Harjavallan kaavoituskatsaus 2022, s.7).

## 11. Toimintapaikan alueen hallintaoikeus

### Selvitys alueen hallinnasta

P2X Solutions Oy omistaa kiinteistöstä 79-204-8-4 määräalan 79-204-8-4-M504 (asemakaavaotteen alue 8).

## 12. Tuotantolaitoksen sijoitus

**[X] Toimintapaikka sijoittuu 2 km säteelle oleellisista luontoarvo- tai kulttuuriperintökohteista.**

Lisätietoja sijoituksesta:

Koillisessa noin kilometrin päässä laitosalueesta sijaitsee valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY 2009) Lammaistenlahden kulttuurimaisema (kh1) -aluerajauksella (liite). Samasta kohdasta alkaa valtakunnallisesti merkittävä Huovintie, joka johtaa luoteeseen. Kokemäenjoki ja osa sen lähiympäristöstä (Kokemäenjokilaakson kulttuurimaisemat) on osoitettu valtakunnallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi, ehdotus (vma-e) -aluerajauksella. Lähimmät muinaisjäänökset sijaitsevat n. 1,5 - 2 km etäsydellä lounaaseen.

Liitteessä Lähimmät luonnonsuojelukohteet on esitetty lähin Natura 2000 -alue Pirilänkoski (FI0200045) joka sijaitsee Lammaistenlahdessa laitosalueesta noin 2 kilometriä pohjoiseen. Kuvassa on esitetty myös luonnonsuojelualueet järjestyksessä idästä länteen: Pirilänkoski, Viljanen (YSA203225), Pirilänkoski, Leikko (YSA203365), Pirilänkosken luonnonsuojelualue (YSA203615), Pirilänkoski, Santarinne (YSA202966), Pirilänkoski, Käpylä (YSA203226), Paratiisin portit (YSA247406), Pirilänkosken Rintalan luonnonsuojelualue (YSA200575), Pirilänkosken luonnonsuojelualue (YSA200505), Pirilänkoski, Tähtinen (YSA204061). Lähin luonnonsuojeluohjelma-alue on Lehtojensuojeluohjelma Pirilänkosken-Paratiisin lehtoalue (LHO020011).

## **[X] Toimintapaikka sijoittuu pohjavesialueelle tai sen läheisyyteen.**

Lisätietoja sijoituksesta:

Tontin itäinen kulma sijaitsee Järilänvuoren 1-luokan pohjavesialueella (tunnus 0207951), mutta ei kuitenkaan varsinaisella muodostumisalueella (liite). Järilänvuoren pohjavesialue on vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue. Suurin osa tontista sijaitsee pohjavesialueen ulkopuolella. Laitosalueen sijainti suhteessa pohjavesialueeseen ja sen muodostumisalueeseen on esitetty liitteessä Järilänvuoren pohjavesialue. Järilänvuoren pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 24 km<sup>2</sup>, josta pohjaveden muodostumisaluetta on noin 15,7 km<sup>2</sup>. Pohjaveden pinta on syvällä, noin 15–20 metrin syvyydellä maanpinnasta, ja pinnan alapuolella on yli 30–50 metriä maakerroksia. Päävirtaus suuntautuu pohjavesialueella kaakosta luoteeseen purkautuen pohjavesialueen luoteispäässä Lammaisten vedenottamon alueella. (Ahomäki 2008)

Lammaisten vedenottamo on suljettu veden kadmiumpitoisuuden takia. Pohjavesialueella toiminnassa olevat vedenottamot ovat Järilänvuoren ja Hiittenharjun ottamot, Santamaan ottamo sekä teollisuuden käytössä oleva Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy:n ottamo.

Järilänvuoren pohjavesialue soveltuu hyvin vedenhankintaan, lukuun ottamatta alueen pilaantunutta pohjois-osaa. Suurteollisuusalueella orsivesi on likaantunut ja sitä pumpataan jätevedenpuhdistamolle. Näin estetään virtaus edelleen pintavesiin ja pohjaveteen.

## **13. Toimintojen sijoittuminen**

### **Selostus, miten yhteensopimattomat kemikaalit on otettu huomioon sijoituksessa**

Laitoksella varastoitavat ja käytettävät yhteensopimattomat kemikaalit on tunnistettu. Yhteensopimattomia kemikaaleja on vähän, ja ne joko varastoidaan ja käytetään eri rakennuksissa tai varastoidaan toisistaan erillään erillisten vuotoaltaiden päällä. Varastojen, laitteistojen ja säiliöiden sijoittelussa on huomioitu asetuksen 856/2012 vaatimukset ja onnettomuusvaikutusmallinnusten tulokset.

Tuotantolaitoksen kemikaaleista vety ja happi ovat keskenään yhteensopimattomat kemikaalit. Elektrolyysiprosessissa tuotettavat vety ja happi erotellaan toisistaan ja puhdistetaan elektrolyysiprosessin jälkeen. Tämän jälkeen kaasuja käsitellään erillisissä prosessilaitteistoissa, jotka ovat sijoitettuina erillisiin huonetiloihin elektrolyysirakennuksessa. Vedyn ja hapen valmistusprosessin ulospuhallusputket ovat sijoitettuna elektrolyysirakennuksen katolla erillään toisistaan välttämällä vedyn ja hapen pääsy kosketuksiin keskenään.

Vety- ja happipuskurisäiliöt sijaitsevat ulkona elektrolyysirakennuksen vieressä ja ne ovat sijoitettu 30 m päähän toisistaan. Palavat kaasut sekä korkeapaineiset laitteistot on sijoitettu rakennuksissa keskitetysti ja huomioiden vaadittavat turvaetäisyydet muihin laitteistoihin ja prosesseihin. Metanointirakennuksessa käytettävät natriumsulfidi ja urea ovat keskenään yhteensopimattomia kemikaaleja. Niiden reagoidessa voi syntyä ammoniakki- ja urea-kaasua ja paineen nousua. Kemikaalit ovat sijoitettu omiin vuotoaltaisiinsa, jolloin ne eivät pääse kosketuksiin keskenään. Varastointimäärät ovat vähäiset, kemikaaleja varastoidaan IBC-konteissa.

Tuotantolaitoksen toimintojen sijoittuminen alueella on nähtävissä layoutissa, joka on tämän hakemuksen liitteenä (LUOTTAMUKSELLINEN).

### **Selostus kiinteistöllä mahdollisesti harjoitettavasta muusta toiminnasta**

Lammaisten Energia Oy:n sähköasema sijaitsee viereisellä kiinteistöllä. Lammaisten Energia Oy:llä on kulkuoikeus kiinteistölleen toiminnanharjoittajan kiinteistön kautta. Asiasta on tehty erillinen

sopimus osapuolten välille. Liitteissä esiintyvälle liikennevetyasemalle ei haeta lupaa eikä liikennevetyaseman teknisiä vaikutuksia huomioida laitoskokonaisuudessa.

## 14. Ympäristövaikutusten arviointi

[ ] Asiassa sovelletaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyä

## 15. Prosessit

Prosessin/toiminnon nimi: Elektrolyysi

Prosessin/toiminnon kuvaus: Demineralisoitu eli suolaton vesi hajotetaan ns. paineellisella alkaliteknologialla elektrolyysikennossa sähkön avulla vedyksi. Elektrolyysin sivutuotteena syntyy lisäksi lämpöä ja happea. 110 kV korkeajännitteistä vaihtovirtasähköä syötetään muuntajien kautta tasasuuntaajille, jotka syöttävät elektrolyysireaktioon tarvittavan jännitteen ja tasavirran.

Vetykaasun siirtoon alueella käytettävien putkien suunnittelupaine on 36 bar(g), kaikkialla muulla paitsi siirtokonttitäytön alueella. Putkien suunnittelulämpötila on 100 °C. Putkien koko vaihtelee DN 25–50 välillä. Laitoksen alueelta on suunniteltu lähtevän vedyn siirtoputki, jonka suunnittelutiedot tulevat tarkentumaan. Happikaasun siirtoputkien suunnittelupaine on 36 bar(g) ja suunnittelulämpötila on 100 °C. Alueella olevien putkien koko vaihtelee, suurin koko on DN 80. Alueen ulkopuolelle johdettavat happikaasun siirtoputket ovat kooltaan DN 80.

Elektrolyysiprosessi toimii kahdessa erillisessä elektrolyysimoduulissa, joissa kummassakin on kaksi elektrolyysikennoa ja oma suljettu elektrolyyttikierto. Kierrossa virtaa 25 % kaliumhydroksidiliuos. Liuoksen määrä yhdessä moduulissa on noin 40 m<sup>3</sup>.

Elektrolyysissä syntyvät tuotekaasut syötetään kaasun/nesteen erottimiin. Näissä kaliumhydroksidiliuos otetaan talteen ja palautetaan prosessiin. Prosessissa tuotettavat vety ja happi erotellaan toisistaan ja puhdistetaan elektrolyysiprosessin jälkeen. Tämän jälkeen kaasuja käsitellään prosessilaitteistoissa, jotka ovat sijoitettuina erillisiin huonetiloihin elektrolyysirakennuksessa. Kaasut kuivataan adsorptiokuivaimien avulla, joita regeneroidaan ajoittain. Kaasuista poistetaan pienet vety- ja happijäämät katalyyttisesti. Prosessissa kon-densoituu vettä jatkuvasti ja se johdetaan takaisin prosessiin.

Kuivauksen jälkeen kaasut johdetaan puskurisäiliöihin. Vety- ja happipuskurisäiliöt sijaitsevat ulkona elektrolyysirakennuksen vieressä ja niiden etäisyys toisiinsa on 30 m. Vedyn puskurisäiliön kapasiteetti on 100 m<sup>3</sup>/255 kg. Hapen puskurisäiliön kapasiteetti on 80 m<sup>3</sup>/2900 kg. Puskurisäiliöistä kaasut johdetaan jakeluverkkoon, josta kaasua johdetaan alueen sisällä sekä ulos alueelta teollisuuspuistoon. Vetyputket lähtevät putkisiltaa pitkin metanointirakennukseen ja vedyn kompressointiasemalle. Vetyputkia johdetaan myös ulos tuotantoalueelta jakeluun teollisuusalueelle. Happea käytetään demiveden puhdistukseen sekä toimitetaan asiakkaalle tai johdetaan ilmaan.

Vedyn tuotantokapasiteetti on n. 400 kg/h. Hapen tuotantokapasiteetti on n. 3200 kg/h.

Laitoksen laitteita ja prosesseja jäähdytetään etyleeniglykoli-liuoksella ja saatava lämpöenergia otetaan talteen lämpöpumpulla laitosalueen lämmitysjärjestelmään. Tällä hetkellä lämpöä ei ole tarkoitus siirtää

kaukolämpöverkkoon, mutta tämä voi olla mahdollista tulevaisuudessa.

Lämmöntalteenottojärjestelmässä on lämpöpumput ja ilmajäähdytteinen jäähdytysyksikkö. Toissijaisella jäähdytysvesikierrolla jäähdytetään matalalämpöisiä kohteita. Tässä järjestelmässä lämpö siirretään ilmajäähdytteisellä jäähdytysyksiköllä ulkoilmaan. Toissijainen jäähdytysjärjestelmä sisältää myös etyleeniglykoliliuosta.

Kemikaalit ja välituotteet: Elektrolyysiprosessissa syntyy vetyä ja happea. Vety on myrkytön, väritön ja hajuton kaasu. Se on erittäin helposti syttyvää sekä paineen alainen kaasu ja voi räjähtää kuumennettaessa. Elektrolyysirakennuksen prosessissa ja putkistoissa vetyä on noin 50 kg, 20 m<sup>3</sup>, paineessa 30–32 bar(g). Rakennuksen vieressä sijaitsevassa vetypuskurisäiliössä vetyä on 100 m<sup>3</sup>, 255 kg, paineessa n. 30 bar(g).

Happi on voimakas hapetin ja aiheuttaa tulipalon vaaran tai edistää tulipaloa. Happi on paineen alainen kaasu, ja se voi räjähtää kuumennettaessa. Kaasu on ilmaa raskaampaa. Elektrolyysirakennuksen prosessissa ja putkistoissa happea on noin 650 kg, 18 m<sup>3</sup>, paineessa 27–29 bar(g). Rakennuksen vieressä sijaitsevassa happipuskurisäiliössä happea on 80 m<sup>3</sup>, 2900 kg, paineessa n. 27 bar(g).

Elektrolyysissä käytetään 25 % kaliumhydroksidin (KOH) vesiliuosta. KOH-liuos on terveydelle vaarallista, sillä se on voimakkaasti ihoa ja silmiä vaurioittavaa sekä haitallista nieltynä. Se voi myös syövyttää metalleja. KOH-liuosta ei varastoida laitoksella, vaan prosessissa on käytössä jatkuvasti noin 100 m<sup>3</sup>. Elektrolyysiprosessi ei kuluta liuosta, mutta prosessiin kertyvien epäpuhtauksien takia liuos vaihdetaan uuteen noin viiden vuoden välein. Tällöin prosessin kaliumhydroksidiliuos vaihdetaan uuteen liuokseen. Toimittajasta riippuen kaliumhydroksidi tuodaan tuotantolaitokselle liuoksena (25–50 %) tai rakeina. Liuos tai rakeet laimennetaan 25 % pitoisuuteen ennen elektrolyysiprosessiin syöttöä. Laitoksella on kaksi 50 m<sup>3</sup> kaliumhydroksidisäiliötä.

Demineralisoitu vesi toimitetaan tuotantoalueelle putkilinjaa pitkin. Demineralisoidulle vedelle on 20 m<sup>3</sup> varastosäiliö, josta vesi johdetaan elektrolyysiprosessin säiliöihin, kahteen 4 m säiliöön.

Suljettujen järjestelmien jäähdytysyksiköissä käytetään 45 % etyleeniglykoli-vesiliuosta. Se on terveydelle haitallista nieltynä. Määrä laitoksen alueella putkistoissa ja laitteissa on yhteensä 77 m<sup>3</sup>. Vähäisiä määriä etyleeniglykolia sekä muita huoltokemikaaleja varastoidaan elektrolyysirakennuksen varastointihuoneessa.

Kaasuja sisältäviin prosesseihin on kytketty typpikaasutuslaitteisto varautumiskeinona. Nestemäinen typpi haihdutetaan kaasuksi prosessikäyttöä varten. Nestetyppisäiliö on noin –180 °C lämpötilassa, riippuen säiliön paineesta. Nestetyppisäiliö sijaitsee ulkona metanointirakennuksen vieressä. Typpi on hajuton, väritön ja mauton, hieman ilmaa kevyempi kaasu. Nestemäinen typpi on hajutonta, väritöntä ja erittäin kylmää. Typpi on paineen alainen kaasu ja voi räjähtää kuumennettaessa. Kemikaali syrjäyttää hapen suljetuissa tiloissa.

Prosessissa esiintyvät erityisolosuhteet: Elektrolyysissa virtaavat happi, vety ja kaliumhydroksidiliuos.

Ylipaineinen prosessi. Painetasot ja lämpötilat ovat:

Vetyprosessi ja putkisto: noin 32 bar(g), noin 78 °C

Happiprosessi ja putkisto: noin 29 bar(g), noin 78 °C.

Vedyn puhdistusprosessin jälkeen: noin 30 bar(g), 18–35 °C

Hapen puhdistusprosessin jälkeen: noin 27,4 bar(g), 50–60 °C

Kaliumhydroksidiliuos: 29–32 bar(g), noin 78 °C

Prosessin/toiminnon nimi: Vetykonttien täyttöasema ja vetykonttien lastaus- ja operointialue

Prosessin/toiminnon kuvaus: Elektrolyysissä syntyneitä vetyä ohjataan puskurisäiliön kautta putkisiltaa pitkin kompressoitinalueelle ja vetykonttien täyttöasemalle. Asemalla on kolme tankkausaluetta, jokaisella alueella on kolme vetykonttia eli yhteensä yhdeksän vetykonttia. Täyttöasemalla vety kompressoitetaan noin 380 bar(g) paineeseen. Putkistojen suunnittelukoko on DN 15-25 välillä ja

suunnittelulämpötila 100 °C. Kompressoitu kaasu tankataan kontteihin. Ennen ja jälkeen kontin täytön, vedyn laatu varmistetaan analyysillä, laadun kuuluu vastata elektrolyysilaitteistolla mitattua vetyä. Täydet kontit lastataan rekkoihin.

Kompressorin kapasiteetti on enintään 100 kg/h.

Paineistetulle vedylle käytettävien kuljetuskonttien kapasiteetti on 360 kg/kontti, 350 bar(g) paineessa ja 15 °C lämpötilassa. Yhden kontin tilavuus on noin 15 m<sup>3</sup>.

Kemikaalit ja välituotteet: Vety

Prosessissa esiintyvät erityisolosuhteet: Ylipaine. Täyttöasemalla vety kompressoidaan noin 380 bar(g) paineeseen. Täyden kuljetuskontin paine on 350 bar(g).

Prosessin/toiminnon nimi: Ajoneuvojen vedyn tankkausasema

Prosessin/toiminnon kuvaus: Alueella on tilavaraus ajoneuvojen vetytankkaukselle. Vedyn tankkausasemaa ja jakelupisteitä ei toteuteta tässä vaiheessa. Vedyn tankkausasemasta tullaan laatimaan oma lupahakemus ennen aseman rakentamista.

Kemikaalit ja välituotteet: Vety

Prosessissa esiintyvät erityisolosuhteet: Määritellään myöhemmin

Prosessin/toiminnon nimi: Synteettisen metaanin tuotanto

Prosessin/toiminnon kuvaus: Osa tuotetusta vedystä siirretään putkisiltaa pitkin vetylaitoksen yhteyteen rakennettavaan metanointiyksikköön, jossa vedystä ja hiilidioksidista valmistetaan synteettistä metaania. Metanoinnissa hiilidioksidi ja vety syötetään kaasujen kontrollimoduuliin, josta kaasut ohjataan reaktiomoduuleihin. Vetyä johdetaan prosessiin 120 kg/h. Hiilidioksidia johdetaan 660 kg/h. Metanointiprosessissa käytetään kahta ravinneliuosta, ureaa ja natriumsulfidia. Ravinneliuoksia syötetään reaktoreihin, joissa metanointi tapahtuu biologisena prosessina. Reaktorissa syöttökaasut reagoivat ja synnyttävät synteettistä metaania sekä lämpöä. Lämpö ohjataan lämmön talteenottojärjestelmän kautta laitoksen lämmitykseen.

Metanointiprosessin jälkeen kaasu ohjataan puhdistukseen erilliseen käsittely-yksikköön, jossa kaasu kuiva-taan ja jäännöshiilidioksidi erotetaan kalvosuodattimilla ja kierrätetään takaisin metanointiprosessiin. Yksikössä metaanin paine nostetaan noin 10 bar(g) käyttöpaineeseen, kaasusiirtoputkien suunnittelupaineet ovat 14,5 bar(g), suunnittelulämpötila 50 °C ja putkien suunnittelukoko noin DN 50. Puhdistuksen jälkeen metaani johdetaan varastosäiliöön ja sieltä edelleen metaanin konttitäyttöalueelle.

Häiriötilanteessa metaani johdetaan suljettuun soihtuun putkisiltaa pitkin. Soihdun liitännä on ennen kaasun paineistusta, käyttöpaine on noin 1–5 mbar(g). Soihdun etäisyys muista kohteista on turvallisuusvaatimusasetuksen 856/2012 31 § mukaisesti huomioitu.

Laitoksen käynnistyessä metanoinnissa käytetään nestemäistä hiilidioksidia. Nestemäisen hiilidioksidin lastausalue, jossa on maksimissaan kaksi noin 52 m<sup>3</sup> nestemäisen hiilidioksidin varastointisäiliötä, sijaitsee metanointirakennuksen vieressä. Laitokselle tehdään varaus kaasumaisen hiilidioksidin tuonnille putkiston kautta prosessiin. Nestemäisen hiilidioksidin putkille ja kaasumaisen hiilidioksidin siirtoputkille suunnitteluarvot tullaan määrittämään myöhemmin.

Synteettisen metaanin tuotantokapasiteetti on 240 kg/h.

Laitokselle jätetään tilavaraukseksi mahdollisuus tulevaisuudessa nesteyttää tuotettu metaani erillisessä nesteytysyksikössä ja kuljettaa nesteytetty kaasu (LSNG) varastosäiliöstä asiakkaille rekkakuljetuksina.

Kemikaalit ja välituotteet: Prosessissa tuotetaan synteettistä metaania (CSNG). Metaani on myrkytön, hajuton ja väritön ilmaa kevyempi kaasu. Se erittäin helposti syttyvä paineen alainen kaasu ja voi räjähtää kuumennettaessa. Metanointiprosessissa metaania on noin 34 Nm<sup>3</sup> ja noin 25 kg, painetasot vaihtelevat prosessiosan mukaan. Metaanille on puskurisäiliö 50 m<sup>3</sup>/377 kg ja rakennuksesta lähtevissä putkistoissa metaania on noin 5 kg. Jalostettu kaasu täyttää standardin SFS-EN 16723 osien 1 ja 2 maakaasuverkon vaatimukset synteettiselle maakaasulle.

Metanointiprosessiin ohjataan vetyä, hiilidioksidia ja ravinneliuoksia. Metanointiprosessissa on vetyä noin 92 Nm<sup>3</sup>, noin 8,3 kg, painetasot vaihtelevat prosessiosan mukaan.

Tuotannon käynnistyessä laitoksella käytetään nestemäistä hiilidioksidia. Tulevaisuudessa voidaan käyttää lisäksi kaasumaista hiilidioksidia.

Metanoinnissa käytettävät ravinneliuokset ovat urea ja natriumsulfidi. Molemmat kemikaalit käytetään prosessissa 10 % vesiliuoksina, jotka tuodaan sellaisenaan tuotantolaitokselle IBC-konteissa ja ne varastoidaan metanointirakennuksen prosessitiloissa sijoitettuna omiin vuotoaltaisiin. Kumpaakin ravinnekemikaalia varastoidaan laitoksella maksimissaan 2 m<sup>3</sup>. Näistä konteista liuoksia pumpataan prosessiin kemikaaliletkuja pitkin. Konttien vieressä on kiinteä putkilinja, joihin kemikaaliletkut kiinnitetään letkuyhteiden avulla. Kemikaaliletkujen pituus on 3,5–4 metriä ja niitä käytetään putkien sijasta siksi, että IBC-kontit voidaan tyhjennettyään vaihtaa täysinäisiin ja letkut kytketään niihin kiinni. Ravinnekemikaaleista ureaa ei luokitella vaaralliseksi kemikaaliksi. Kiinteä natriumsulfidi on terveydelle vaarallinen kemikaali. Se kehittää myrkyllistä kaasua hapon kanssa ja on myrkyllistä nieltynä ja hengitettynä. Aine on erittäin myrkyllistä vesieliöille ja voi syövyttää metalleja. Myös vesiliuoksena se on vahva emäs, ja reagoi kiivaasti hapon kanssa. Se on voimakkaasti silmiä ja ihoa vaurioittavaa.

Prosessissa esiintyvät erityisolosuhteet: Nestemäisen hiilidioksidin säiliöiden lämpötilat ovat noin – 70 °C, riippuen säiliöiden paineista.

Metanointireaktorissa lämpötila nousee maksimissaan 60 °C lämpötilaan.

Prosessin/toiminnon nimi: Metaanikonttien täyttöasema, metaanikonttien lastaus- ja operointialue

Prosessin/toiminnon kuvaus: Metanoinnissa tuotettu synteettinen metaani paineistetaan kompressorilla metaanikonttien täyttöalueella. Siirtokontin käyttöpaine on 250 bar(g). Suunnittelupaine määritellään myöhemmin. Täyttöalueella on neljä kuljetuskonttia. Kuljetuskontit tankataan metaanilla ja lastataan rekkaan.

Kompressorin kapasiteetti on noin 120 kg/h. Paineistettua metaania on prosessissa 25 kg ja varastoituna yhdessä kontissa 15 m<sup>3</sup> ja noin 3150 kg.

Kemikaalit ja välituotteet: Täyttöasemalla tankataan metaania kuljetuskontteihin.

Prosessissa esiintyvät erityisolosuhteet: Siirtokontin paine on 250 bar(g).

## **16. Onnettomuuksien vaikutusalueet**

## Tulipalon lämpösäteily

Tulipalovaaran alueella aiheuttavat palavat kaasut. Palavien nesteiden määrä on vähäinen.

Tuotantolaitokselle on laadittu seurausanalyysi, jossa tarkasteltiin mahdollisia kemikaalionnettomuusvaikutuksia vedyn, hapen ja metaanin osalta tuotantolaitoksen ulkoalueilla. Lisäksi on mallinnettu mahdollinen rekkapalo vetykonttien lastausalueella. Mallinnukset toteutettiin DNV Phast -ohjelmistolla. Tarkastelukorkeutena mallinnoissa käytettiin 1,5 m. Mallinnoissa ei ole huomioitu alueen suojarakenteita, kuten betoniseiniä, jotka ohjaavat muodostuvien kaasupilvien kulkeutumista enemmän ylöspäin ja kääntävät pistoliekin suuntaa ja näin rajoittavat niiden vaikutuksia.

Vedyn osalta tarkasteltiin putkiston laippavuotoa, säiliön varoventtiilivuotoa, lastausletkurikkoja sekä puristusliitosvuotoa tuotantolaitoksen eri alueilla. Metaanin osalta tarkasteltiin lastausletkurikkoa ja puristusliitosvuotoa. Kaikissa näissä tapauksissa tarkasteltiin vuodosta aiheutuvan suihkupalon aiheuttamia lämpösäteilyvaikutuksia, muodostuvan syttymiskelpoisen pilven leviämistä ja räjähdysvaaran mahdollisuutta sekä siitä aiheutuvia ylipainevaikutuksia ympäristöön.

Suihkupalojen osalta palot ovat suhteellisen paikallisia, eivätkä ne aiheuta välitöntä vaaraa laitoksen ulkopuolelle. Vedyn osalta merkittävimmät vaarat aiheutuvat vetykonttialueella mallinnetussa tapauksessa, joissa on myös korkeimmat operointipaineet (350 bar(g)). Elektrolyysiprosessin osalta lämpösäteilyvaikutukset ovat huomattavasti pienemmät eivätkä aiheuta merkittävää vaaraa ympäristössä.

Metanointiyksikön osalta metaanin suihkupalojen lämpösäteilyvaikutukset eivät aiheuta merkittävää vaaraa laitoksen ulkopuolelle. Mallinnetun liitosvuodon osalta saavutettiin kriittisimmät lämpösäteilyvaikutukset, jossa 8 kW/m<sup>2</sup> voi ylittää 20 m syttymispisteestä yltäen läheiseen metanointiyksikön rakennukseen.

Kaikkien tapausten osalta tarkasteltiin syttymisrajoissa olevan kaasupilven muodostumista. Todennäköisyys syttymisrajoissa olevan pilven muodostumiselle ja sen syttymälle on pieni. Tulosten perusteella tapauksissa, joissa on suhteellinen alhainen paine (30 bar(g)) syttymisrajoissa olevaa pilveä ei ehdi muodostumaan. Muiden tapausten osalta muodostuva pilvi ei leviä tuotantolaitoksen ulkopuolelle. Vuototapauksista realistisimpina voidaan pitää laippavuotoja. Putkirikko vaatisi käytännössä jonkin suuren ulkoisen voiman, jonka todennäköisyyttä voidaan pitää hyvin pienenä. Putkisiltojen sijoittelu on tuotantolaitoksen prosessialueelle, ei logistiikka-alueelle. Prosessialueen huoltotöiden liikennettä varten putkisillan tukirakenteet suojataan lisäksi törmäysestein.

Metaaniputkisto kulkee ulkoalueella maanalaista siirtoputkistoa pitkin metanointirakennuksesta CSNG-konttitankkausyksikölle. Happiputkisto kulkee ulkoalueella maanalaista siirtoputkistoa pitkin. Sisällä vety-, metaani- ja happiputkistot on sijoitettu rakennuksen seinille ja yläosiin eikä rakennuksen sisällä ole liikkuvia laitteita ym., jotka voisivat putkiin osua. Hapen osalta tarkasteltiin putkirikkoa elektrolyysin jälkeisessä putkistossa, jonka seurauksena happea vuotaa ympäristöön. Tapauksessa tarkasteltiin vuotavan hapen leviämistä 4 v-% (40 000 ppm) pitoisuuteen asti, joka sekoittuessaan ilmaan nostaa hapen pitoisuuden ilmassa 25 v-%:iin. Tällöin palo- ja räjähdysvaaran riskin voidaan



katsoa nousseen merkittävästi verrattuna ilman normaaliin happipitoisuuteen 21 v-%. Tulosten perusteella happivuoto ei aiheuta välitöntä vaaraa tuotantolaitoksen alueella eikä sen ulkopuolella.

Onnettomuuksien vaikutusalueiden arvioiminen on nähtävissä seurausanalyysiraportissa.(LUOTTAMUKSELLINEN).

Tuotantolaitoksen alueella tarkasteltiin myös ääriskenaariona pahinta mahdollista tilannetta, jossa yksi vetykontti rikkoutuu. Tämän tapauksen mahdollisuus nähdään erittäin epätodennäköisenä. Mallinnuksessa laskettiin lämpösäteilyvaikutukset kahdelle eri tapaukselle; yhden vetysäiliön repeytymiselle ja kaikkien kontissa olevien (9 kpl) vetysäiliöiden repeytymiselle.

## **Räjähdyksen painevaikutus**

Laitoksella ei varastoida räjähtäväksi luokiteltuja aineita. Räjähdysvaaraa aiheuttavat palavat ja hapettavat kaasut.

Tuotantolaitokselle on laadittu seurausanalyysi, jossa tarkasteltiin mahdollisia kemikaalionnettomuusvaikutuksia vedyn, hapen ja metaanin osalta tuotantolaitoksen ulkoalueilla. Mallinnukset toteutettiin DNV Phast -ohjelmistolla. Tarkastelukorkeutena mallinuksissa käytettiin 1,5 m. Mallinuksissa ei ole huomioitu alueen suojarakenteita, kuten betoniseiniä, jotka ohjaavat muodostuvien kaasupilvien kulkeutumista enemmän ylöspäin ja kääntävät pistoliekin suuntaa ja näin rajoittavat niiden vaikutuksia.

Vedyn osalta tarkasteltiin putkiston laippavuotoa, säiliön varoventtiilivuotoa, lastausletkurikkoja sekä puristus-liitosvuotoa tuotantolaitoksen eri alueilla. Metaanin osalta tarkasteltiin lastausletkurikkoa ja puristusliitosvuotoa. Kaikissa näissä tapauksissa tarkasteltiin vuodosta aiheutuvan suihkupalon aiheuttamia lämpösäteilyvaikutuksia, muodostuvan syttymiskelpoisen pilven leviämistä ja räjähdysmahdollisuutta sekä siitä aiheutuvia ylipainevaikutuksia ympäristöön.

Ylipainetarkastelujen osalta tulokset osoittavat kohtalaista vaaraa. Ylipainevaikutuksia saatiin vain vetytapauksen osalta, joissa operointipaineet olivat korkeat (vetykonttialueen lastausletkurikko ja puristusliitosvuoto). 0,05 bar ylipainevaikutus voi ylittää tuotantolaitoksen ulkopuolelle. Vedyn osalta kriittisintä 0,3 bar ylipainevaikutuksia ei saavutettu missään tarkastelutapauksessa. Metaanin osalta merkittäviä ylipainevaikutuksia ei todettu, vaan ylipainevaikutukset jäivät alle 0,05 bar.

On tärkeää huomioida, että räjähdysmallinuksissa kyseessä on worst case -tilanne, jossa vety ei syty välittömästi vuodon yhteydessä eikä laimene ilmaan, vaan kerkeää muodostamaan syttymisrajoissa olevan pilven, joka syttyy. Tämän raportin osalta vuotoskenaariot tapahtuvat avoimessa tilassa, jolloin todennäköisyys pilven muodostumiselle ja syttymiselle on hyvin pieni. On todennäköisintä, että vety syttyy välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo) tai muodostunut pilvi, räjähdys sijaan, humahtaa.

Tämän lisäksi on otettava huomioon Phast-mallinnustyökalun rajoittuvuus etenkin vetykaasun osalta. Vaikka seurausanalyysin vetyräjähdykset on mallinnettu ottaen huomioon ympäristötekijät (BST-räjähdysmenetelmä), niin laskenta on kuitenkin

johdettu yksinkertaistetusta TNT-laskentamallista, joka ei ota huomioon esimerkiksi aikakerrointa eikä räjähdysten todennäköisyyttä.

Onnettomuuksien vaikutusalueiden arvioiminen on nähtävissä seurausanalyysiraportissa, joka toimitetaan viranomaiselle myöhemmin. (LUOTTAMUKSELLINEN).

Tuotantolaitoksen alueella tarkasteltiin myös ääriskenaariona pahinta mahdollista tilannetta (luottamuksellinen), jossa yksi vetykonkki räjähtää. Tämän tapauksen mahdollisuus nähdään erittäin epätodennäköisenä. Mallinnuksessa laskettiin painevaikutukset kahdelle eri tapaukselle; yhden vetysäiliön repeytymiselle ja kaikkien kontissa olevien (9 kpl) vetysäiliöiden repeytymiselle. Näiden mallinnusten tulokset ovat nähtävissä erillisessä piirustuksessa (LUOTTAMUKSELLINEN).

### **Terveydelle tai ympäristölle vaarallisen kemikaalin leviäminen**

Laitoksella ei käsitellä eikä varastoida välittömästi myrkyllisiä kategorian 1–3 kemikaaleja tai kaasuja. Laitoksella ei käsitellä merkittäviä määriä ympäristölle vaarallisia kemikaaleja. Lisäksi suurin osa käytettävistä ja tuotettavista kemikaaleista on kaasuja. Näin ollen ei ole todennäköistä, että onnettomuustilanteissa muodostuisi suurta uhkaa maaperälle tai vesistölle.

Tuotantolaitosten sijoittaminen -oppaan (Tukes, 2011) taulukon 4 mukaiset suojaetäisyydet täyttyvät.

## **17. Riskinarviointi**

### **Käytetyt riskinarviointimenetelmät lyhyesti**

Kohteen riskejä on arvioitu suunnittelun eri vaiheissa. Esisuunnitteluvaiheessa laadittiin HAZID-arviointi (Hazard Identification Study), jolla tarkastellaan toiminnan turvallisuutta ja toimivuutta avainsanojen avulla. Arvioinnin avulla tunnistetaan vaarallisia tilanteita, jotka voivat johtaa henkilö-, materiaali- tai ympäristövahinkoihin. Tällä varhaisen vaiheen riskien arvioinnilla voidaan varmistaa suunnittelun soveltuvuus käyttökohteen seensa. Arvioinnin tavoitteena on tunnistaa kohteen keskeisimmät riskit, arvioida jo suunniteltujen suojautumisten toimivuutta ja riittävyttä sekä laatia ehdotuksia turvallisuuden parantamiseksi tarvittaessa.

Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotantolaitoksen prosesseille on laadittu HAZOP-tarkasteluja (Hazard and Operability Study). Laitetoimituspakettien osalta rajapinnat muun prosessin kanssa on käsitelty ja laitetoimittajien omat riskienarvioinnit huomioitu. HAZOP-tarkasteluja sekä laitetoimittajien rajapintatarkasteluja toteutetaan suunnittelun edetessä.

SIL-määrittelyjen arviointimenetelmänä projektissa käytetään LOPA-tarkastelua standardin IEC 61511 "Toiminnallinen turvallisuus. Turva-automaatiojärjestelmät prosessiteollisuussektorille" mukaisesti. LOPA tarkasteluun vietään riskitapaukset valitaan seuraavan kriteeristön perusteella:

- Henkilöriskit (seurauskategoria H), joiden vakavuus on 4 tai 5 ja joilla on instrumentteja turvatoimintoina
- Materiaali- ja tuotannonmenetyksriskit (seurauskategoria M), joiden vakavuus on 4 tai 5

- Ympäristöriskit (seurauskategoria E), joiden vakavuus on 4 tai 5 ja joilla on instrumentteja turvatoimintoina
- Kaikki tapaukset, joissa kemikaaleja pääsee prosessista ulos

Yleisesti laippaliitosvuotoja ei käsitellä LOPA-tarkasteluissa lukuun ottamatta vety- ja happilappoja elektrolyysirakennuksessa.

### **Yhteenveto riskinarvioinnin tuloksista**

HAZID-arvioinnissa kiinnitettiin erityistä huomiota vety- ja metaanivuotoihin sekä niistä mahdollisesti seuraaviin palo- ja räjähdysriskeihin. Tuotantolaitoksen layoutiin liittyviä huomioita tehtiin myös ja toimenpide-ehtoja kirjattiin laitoksen turvallisuuden ja operoinnin parantamiseksi. Toimenpiteiden toteutumista seurataan suunnittelun edetessä. Arvioinnin yhteydessä tunnistettiin tarkempaa tarkastelua vaativaksi riskiksi kompressorivuodot, jotka on tarkasteltu seurausanalyysin yhteydessä.

Merkittävimmät tunnistetut riskit koskivat vety- tai metaanivuotoja, joiden seurauksena aiheutuva tulipalo ja räjähdys voivat pahimmillaan aiheuttaa henkilövahinkoja tai kuoleman sekä merkittäviä laitevaurioita ja tuotannonmenetyksiä. Suunniteltujen suojausten, kuten sisätilojen koneellisen ilmanvaihdon ja kaasuvuotojen havaitsemismenetelmien avulla, ja muiden lisäsuojautumisten (kuten henkilökohtaiset kaasumittarit, paineenkevennysrakenteet) kanssa nämä riskit ovat hyväksytyllä tasolla.

Seurausanalyysin yhteydessä tarkasteltiin tarkemmin vety- ja metaanivuotojen aiheuttamia suihkupalojen lämpösäteilyn vaikutuksia, syttymiskelpoisen kaasupilven leviämistä ja räjähdysyksen ylipainevaikutuksia ympäristöön. Vuototapauksista realistisimpina voidaan pitää laippavuotoja. Vedyn osalta merkittävimmät vaarat aiheutuvat vetykonttialueella mallinnetuissa tapauksissa, jossa olivat myös korkeimmat operointipaineet (350 bar(g)). Metanointiyksikön osalta metaanin suihkupalojen lämpösäteilyvaikutukset eivät aiheuta merkittävää vaaraa laitoksen ulkopuolelle. Vetyvuodolle on todennäköisintä, että se syttyy välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo) tai muodostunut pilvi, räjähdys sijaan, humauttaa. Suojaustoimenpiteinä vuotojen estämiseksi ja mahdollisten haitallisten seurausten minimoimiseksi on varauduttu mm. rakenteellisilla ratkaisuilla, turvallisella sijoittelulla ja turva-automaatiolla.

Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotantolaitoksen prosesseille laaditaan HAZOP-tarkasteluja (Hazard and Operability Study) ja laitetoimittajien rajapintatarkasteluja. LOPA-tarkasteluun vietävien riskien valintakriteerit on määritetty ja tarkastelut etenevät yhdessä HAZOP-tarkastelujen kanssa.

Tuotantolaitoksen alueella tunnistetut mahdolliset riskit ovat hallittavissa ja niiden vaikutukset rajoittuvat tuotantolaitoksen alueelle. Epätodennäköisen pahimman onnettomuuskenaarion mukaiset vaikutukset rajoittuvat tuotantolaitoksen välittömään läheisyyteen. Riskinarvioinnin yhteenveto on tämän hakemuksen liitteenä (LUOTTAMUKSELLINEN).

## **18. Yleinen varautuminen**

## Laitteistojen valintakriteerit

### Prosessilaitteet

Tuotantolaitokselle toimitettavat prosessilaitteet hankitaan kokonaisuuksina laitetoimittajilta. Laitteet ovat konedirektiivin 2006/42/EY vaatimusten mukaisia. Painelaitteet ovat painelaitedirektiivin 2014/68/EU (PED I) vaatimusten mukaisia. Ne on suunniteltu ja valmistettu vähintään painelaitelain 1144/2016 mukaisesti. Kaikki räjähdysvaarallisiin tiloihin sijoitettavat laitteet ovat direktiivin 2014/34/EU mukaisia. Lisäksi synteettisen metaanin laitteistolle sovelletaan soveltuvin osin maakaasun käsittelyn turvallisuusasetuksen (551/2009) vaatimuksia. Tuotantolaitoksella käytetään vedylle kehitettyjä laitteistoja, joiden teknologia ja materiaali huomioi vedyn ominaisuudet. Tuotantolaitoksen suunnittelussa on huomioitu kansainvälisiä suosituksia vedyn tuotantolaitoksille (esimerkiksi EIGA, European International Gas Association).

### Putkistot

Putkiston suunnittelussa noudatetaan PSK 4905-standardissa mainittuja kansallisia lakeja ja asetuksia kohteeseen sovellettavin osin. Tärkeimpinä Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012), Painelaitelaki (1144/2016) ja Kemikaalilaki (599/2013). Kemikaali- ja kaasuputket suunnitellaan ja valmistetaan lisäksi täyttämään Painelaitedirektiivi 2014/68/EU ja SFS-EN 13480-standardi sarjan vaatimukset. Laitoksessa käytettävät kemikaali- ja kaasuputket ovat vähintään PED I - mukaisia ja merkitty VNa 856/2012 mukaisesti. Vetygeneraattoriin suoraan yhteydessä olevat putkistot ovat standardin ISO 22734 vaatimusten mukaisia. Elektrolyysiprosessista lähtee putkisilta kohti metanointirakennusta sekä vedyn kompressointiasemaa 6 m korkeudella. Putkisillalla kulkevat vedyn, typen, jäädytysveden ja paineilman putkilinjat. Metaanin putkilinja lähtee kohti soihdua putkisillassa.

### Kemikaalisäiliöt

Vaarallisten kemikaalien säiliöt täyttävät asetusten 856/2012 ja 59/1999 sekä KTMp 313/85 rakennemääräykset ja vaatimustenmukaisuudet.

Lasikuituvahvisteiset muovisäiliöt (FRP) on standardin EN 13121 vaatimusten mukaisia. Termoplastiset säiliöt ovat standardin EN 12573 tai EN 13575 vaatimusten mukaisia. Säiliöiden materiaaleissa huomioidaan varastoitavan kemikaalin kesto. Paineenalaisten kaasujen säiliöt ovat painelaitedirektiivin 2014/68/EU (PED I) vaatimusten mukaisia.

Säiliöiden kunnossapitoa varten säiliöissä on riittävä määrä kulkuaukkoja. Säiliön päällä olevat mahdolliset kulkuaukot suojataan asianmukaisesti.

Kaasujen konttikuljetussäiliöt ovat UN-hyväksytyjä 20', 40' tai 45' ISO-säiliöitä.

Kaasujen suunnittelutiedot konteille määritetään myöhemmin.

Laitoksella käytettävät kemikaalipumput täyttävät VNa 856/2012 vaatimukset.

Pumput kestävät pumpattavaa kemikaalia ja paineentuotto on 4 bar(g).

Metanoinnissa käytettävien ravinneliuosten, natriumsulfidin sekä urean, varastointimäärät ovat vähäisiä. Siksi kemikaaleja varastoidaan IBC-konteissa.

IBC-kontit kytketään kiinni prosessiin VNa 856/2012 mukaisilla letkuilla. IBC-

kemikaalien toimittaja vastaa sopimuksen mukaisesti konttien

vaatimustenmukaisuudesta, tarkastuksista ja käyttöiästä. Metaanin

konttitäyttöpaikalla käytetään metaanikaasun siirtoon tarkoitettuja pikaliittimellisiä letkuja.

Purku- ja lastauspaikat

Kaliumhydroksidin purkupaikka varustetaan asetuksen (856/2012) mukaisesti. Purkupaikka on yhdelle säiliöautolle ja kemikaalille suunniteltu. Nestemäisen hiilidioksidin ja nestemäisen typen purkupaikat sijaitsevat metanointirakennuksen vieressä. Varageneraattorilla käytettävä diesel tuodaan laitokselle säiliöautolla, josta se tankataan suoraan generaattorin omaan polttoainetankkiin. Varageneraattori on sijoitettu betonilaatalle. Varageneraattorin tankkauspisteellä ei ole erillistä vuotojen keräysjärjestelyä. Varageneraattorin täytöt ovat poikkeuksellisia ja generaattorin oma säiliö sijaitsee generaattorikontissa. Mahdolliset vuodot tapahtuvat näin ollen kontin sisällä. IBC-kontit kuljetetaan suoraan käyttöpaikalle.

### **Räjähdyksiltä suojauminen**

Räjähdysvaaroja on tunnistettu HAZID-riskitarkastelussa. Lisäksi ulkotilojen räjähdysvaaroja on tutkittu seurausanalyysin yhteydessä.

Elektrolyysirakennuksen ja metanointirakennuksen prosessitiloissa on räjähdysvaarallisen ilmaseoksen muodostumisen estämiseksi varauduttu koneellisella ilmanvaihdolla ja kaasuvuotojen aikaisella havaitsemisella, jolla ohjataan hätätuuletusta ja voidaan tarvittaessa ajaa prosessi alas. Vedyn kertyminen kattorakenteisiin on myös estetty poistoilmajärjestelmän sulkupeltien kautta järjestelmän ollessa virrattomana tai vikaantuneena. Poistoilmajärjestelmän sähkönsyöttö on varmistettu varavoimakoneella. Kaasunkäsittelytiloista ei ole suoraan kulkua muihin tuotantotiloihin eikä erityisesti sähkötiloihin. Sähkötilat on myös ylipaineistettu suhteessa tuotantotiloihin. Ylipaineisuutta valvotaan mittauksin.

Elektrolyysirakennuksen ulkoseinät elektrolyysihallien, vetypuhdistushuoneen sekä vetyventtiiliryhmähuoneen ja metanointirakennuksessa ulkoseinät reaktoritilan sekä kaasunjalostustilan kohdalta on varustettu seinäpaneelien, jotka toimivat paineenkevennyksinä. ATEX-alueilla, joissa käsitellään korkeapaineista vetyä, on ESD-lattiat ja henkilöillä on ESD-vaatteet ja henkilökohtaiset kaasumittarit.

Tilaluokiteltuja alueita on määritetty elektrolyysirakennukseen, metanointirakennukseen, vedyn ja metaanin konttitankkausasemille (liite, LUOTTAMUKSELLINEN). Tilaluokitukset on laadittu noudattaen VNa (576/2003) räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta, standardia SFS-EN 60079-10-1 ja SFS käsikirjaa 59. Tilaluokitelluille alueille sijoitettavat laitteet valitaan vähintään tilaluokan vaatimusten mukaisesti. Elektrolyysirakennuksessa vetyä sisältäviä laitteita ja niihin liittyviä päästölähteitä on elektrolyysihalleissa 1&2, vedyn puhdistushuoneessa ja vetyventtiiliryhmähuoneessa sekä ulkona vetypuskurisäiliön yhteydessä. Näissä tiloissa on tapauskohtaisesti määriteltyjä tilaluokiteltuja alueita. Laitteistojen sisäosien typpäminen estää syttymiskelpoisen seoksen muodostumista käynnistyksen yhteydessä. Vedyn happipitoisuutta analysoidaan ja pidetään selvästi alle MOC normaalin operoinnin aikana.

Seuraavissa tiloissa tai kohteissa on myös tapauskohtaisesti määriteltyjä tilaluokiteltuja alueita: Metanointirakennuksessa metaania ja vetyä sisältäviä laitteita ja niihin liittyviä päästölähteitä on reaktoritilassa ja kaasunjalostustila sekä ulkona vedyn paineenalennusasemalla. Vetykonttien täyttöasemalla

sijaitsevat kompressorit, liitosletkukatokset sekä H<sub>2</sub>-siirtokontit. CSNG-tankkausaseman tilaluokittelu tullaan laatimaan laitetoimittajavalintojen jälkeen.

Dieselin käyttö- ja varastointilämpötila on selvästi alle sen leimahduspisteen. Tämän perusteella dieselistä ei katsota haihtuvan höyryjä niin paljon, että dieselistä aiheutuisi räjähdysvaaran riskiä.

Kohteelle ollaan laatimassa räjähdysuojasasiakirjaa, jonka luonnosversio on tämän hakemuksen liitteenä (LUOTTAMUKSELLINEN).

## Rakenteellinen turvallisuus

Tuotantolaitoksen kaikissa rakennuksissa on koneellinen ilmanvaihto. Elektrolyysirakennuksessa vetyä käsittelevissä huonetiloissa (elektrolyysihallit 1&2, vedyn puhdistushuone, vetyventtiiliryhmä) otetaan tuloilma kattokoneilta ja poisto hoidetaan huippuimureilla (ATEX) huonetilan korkeimmasta kohdasta. Laitteet ja putkistot on suunniteltu siten, että ilmaan ei pääse jatkuvasti vetyä. Ilmanvaihtomäärät on määritelty niin, että vedyn mahdollinen taustapitoisuus pysyy riittävän alhaisena. Häätäuuletus suoritetaan tehostamalla ilmanvaihtoa. Tilat pidetään alipaineisina ympäröiviin tiloihin nähden säätämällä poistoilma tuloa suuremmaksi. Sähkö- ja automaatiotilojen sekä KJ-muuntajajen (MV transformers, Rectifiers) ilmanvaihto hoidetaan ylipainekoneella, joka tuo tiloihin kemiallisesti suodatettua ilmaa. KOH-säiliötilan tuloilma tulee suoraan ulkoa sulkupellin ja säleikön kautta. Poistoilma imetään sekä lattianrajasta että katonrajasta. Muiden tilojen (mm. sosiaali-tilojen) ilmanvaihto hoidetaan lämmöntalteenotolla varustetulla ilmanvaihtokoneella.

Metanointirakennuksen prosessitilassa ja kaasunjalostustilassa tuloilma tuodaan huoneen alaosaan ja poisto tapahtuu tilan yläosasta, korkeimmasta kohdasta. Tilat pidetään alipaineisina ympäristöön verrattuna. Sähkö- ja automaatiotilojen ilmanvaihto hoidetaan ylipainekoneella, joka tuo tiloihin kemiallisesti suodatettua ilmaa.

### Palo-osastointi / Palosuojaus

Tuotantolaitos käsittää useita eri rakennuksia. Rakennuksien palo-osastointien periaatteet ovat seuraavat:

Toimistorakennus, P3

- Rakennus jakaantuu käyttötarkoituksen perusteella kahteen palo-osastoon toimisto-osa ja tekniset tilat (IV, sähkö, palovesipumppaamo, huoltotyöpaja, varasto)

Elektrolyysirakennus, P1

- Rakennus jakaantuu käyttötarkoituksen perusteella kahteen palo-osastoon elektrolyysihalli ja tasasuuntaaja-/muuntajatilat

Metanointirakennus, P2

- Rakennus on yhtä palo-osastoa

Siirtokonttien varastointialueella konttiryhvät erotetaan toisistaan ja viereisistä kohteista (täyttöpaikat, kompressorit) pystyvälierakentein, EI-M120.

Rakenteissa käytetään pääsääntöisesti vain palamattomia rakenteita.

Riski- ja seurausanalyysiin perustuen rakennusten ja rakenteiden suunnittelussa otetaan huomioon mahdollisen räjähdysvaaran ylipaineen suuruus ja ylipainepeikin

kesto tai impulssi. Sisätilaräjähdyksen paineenpurku ja -kevennys toteutetaan kevennetyillä ulkoseinillä. Konttitankkausasemilla on osastojen (3 kpl) väleissä sekä lastausletkukatosten päädyissä räjähdyspainetta kestävä ja palon leviämistä rajoittavat betoniseinät.

KOH-laitteistot ovat suljettua terästä. KOH-säiliöiden vuotoallas on betonia. KOH-säiliötilassa, vuotoaltaassa ja elektrolyysihallien 1&2 lattiamateriaaleissa ja kanaaleissa on huomioitu kemikaalinkesto KOH-liuoksen ominaisuuksien ja lämpötilan vuoksi.

Kaasujen putket ovat materiaaliltaan terästä. Metalliputkien materiaalit, suunnittelu, valmistus ja asennus, tarkastus ja testaus toteutetaan standardin SFS-EN 13480 ja PED 2014/68/EU mukaisesti. Muiden kuin EN-standardien paineluokitusten mukaiset putkisto-osat mitoitetaan ja laskelmat dokumentoidaan. Laipoissa käytettävät tiivistemateriaalit valitaan virtaavan aineen mukaan. Vetyputkistot ovat saumattomia, laippaliitoksien määrä on minimoitu, ja venttiilit valitaan vetykäyttöön.

## **Vuodonhallinta sisällä**

Elektrolyysihallissa mahdollisesti tapahtuvat vuodot ohjataan lattiakanaaleihin ja edelleen varoaltaaseen. Varoaltaaseen on sijoitettu KOH-liuoksen kaksi 50 m<sup>3</sup> varastointisäiliötä turvallisuusvaatimusasetuksen (856/2012) mukaisesti. Säiliöt ovat normaalisti tyhjiään ja liuos varastoidaan niihin tarpeen mukaan. Säiliöiden pohjan vievän tilavuuden huomioon ottaen, allas pystyy pidättämään noin 104 m<sup>3</sup> nestettä. Näin ollen allas kykenee pidättämään elektrolyysikemikaalien kiertävän kaliumhydroksidiliuoksen tilavuuden. Lisäksi ulkona sijaitsevan KOH-liuoksen täyttöpaikan vuodonhallinta johdetaan samaan varoaltaaseen. Kaliumhydroksidin säiliöissä on ylivuotoputket, jotka on johdettu IBC-kontin kautta varoaltaaseen. Mahdolliset vuodot voidaan tyhjentää altaasta imuautolla.

Elektrolyysirakennuksessa olevat KOH-pumput ovat omassa erillisessä vuotoaltaassaan.

Nestemäisten vaarallisten kemikaalien säiliöt on varustettu ylitäytönestimillä ja pinnanmittauksella. Kaasumaisten vaarallisten kemikaalien säiliöt on varustettu varoventtiilein sekä painemittauksin.

Elektrolyysirakennuksessa kiertää lisäksi lämmön talteenottojärjestelmä, jossa virtaa 45 % etyleeniglykoli-vesiliuos. Mikäli lämmön talteenottojärjestelmässä tapahtuisi vuoto, on vuotaneen nesteen määrä maksimissaan 50 m<sup>3</sup>. Varoallas pystyy pidättämään etyleeniglykoliliuoksen määrän.

Metanointiprosessissa käytettävät vaaralliset kemikaalit varastoidaan IBC-konteissa. IBC-konttien alla on allastukset, joihin mahtuu koko IBC-kontin tilavuus. Käytetty, tyhjä tai jäteravinneliuosta sisältävä IBC-kontti varastoidaan käyttöpaikalla poiskuljetukseen saakka.

Metanointirakennuksessa mahdolliset 45 % etyleeniglykoliliuoksen vuodot kerääntyvät rakennuksen lattialle, josta ne ohjataan lattiakaivon ja pumppukaivon kautta laitoksen viemäriverkkoon ja jätevedenpumppaamolle.

Jätevedenpumppaamo on varustettu 1250 litran varatilavuudelle. Vuodon ollessa suurempi ohjautuvat vuodot piha-alueelle, josta vuoto keräytyy



sadevesijärjestelmän kautta 750 m<sup>3</sup> viivästysaltaaseen, joka saadaan tarvittaessa suljettua. Järjestelmän hälytys ohjautuu valvomoon. Jäähdytysjärjestelmän putkistot rakennetaan hitsausliitoksia ja laipat sijaitsevat vain laitteiden päädyissä.

Kemikaali- ja kaasuputket ovat hitsattuja, eikä seinien läpivientien kohdalla sijaitse laippakohtia. KOH-varoaltaaseen menevissä putkistoissa on laipat.

## **Vuodonhallinta ulkona**

Logistiikka-alueet ja osa huoltoteistä on asfaltoitu. Alueella muodostuvat puhtaat sade-, sulamis- ja valuma-vedet, joissa ei ole vaaraa kontaminaatiosta, johdetaan pihan sekä hulevesiviemäreiden kaadoilla kohti tontin eteläreunaa, eli pois päin pohjavesien muodostumisalueen suunnasta. Alueen sadevesikaivoihin kertyvät vedet johdetaan hiekanerotus- ja öljynerotuskaivon kautta viivästysaltaaseen (750 m<sup>3</sup>). Viivästysaltaan purku on mahdollista katkaista väliaikaisesti sulkuventtiilillä.

Tehdasalueella on kaliumhydroksidiliuoksen täyttö- ja tyhjennyspaikka, joka on rakennettu asetuksen (856/2012) vaatimusten mukaisesti. Paikka on päällystetty betonilaatalla. Täyttö- ja tyhjennyspaikassa on kaivo, josta on yhteys hulevesijärjestelmään ja KOH-varoaltaaseen. Normaalisti yhteys varoaltaaseen on kiinni, ja paikalla syntyneet hulevedet johdetaan hulevesijärjestelmään. Kemikaalin purkutilanteessa yhteys hulevesijärjestelmään suljetaan ja mahdolliset vuodot ohjataan KOH-säiliöiden varoaltaaseen. Varoallas on mitoitettu asetuksen (856/2012) 52 § mukaisesti niin, että se pystyy pidättämään säiliöauton osaston suurimman tilavuuden. Alueelle on myös varattu imeytysainetta ja purkutapahtuma on aina valvottu.

Nestemäisen typen ja hiilidioksidin säiliöt on sijoitettu betonilaattojen päälle. Purkupaikat on päällystetty soralla. Purkupaikan läheisyyteen on sijoitettu viemärikaivo, mutta nestemäisen hiilidioksidin ei oleteta kertyvän viemäriin, vaan se höyrystyy ja muodostaa lumen kaltaista pölyä (hiilihappolunta).

Kaasujen tankkausasemilla ei käsitellä ilmaa raskaampia kaasuja.

Vähäisiä määriä dieseliä varastoidaan varageneraattorikontin yhteydessä. Dieselin tankkauspaikka sijaitsee generaattorikontin vieressä. Varageneraattorissa käytettävän dieselin täyttöpaikka toteutetaan niin, että vuodot saadaan pidätettyä. Alue asfaltoidaan ja allastetaan, jotta säiliöauton yhden lohkon tilavuus saadaan mahdollisessa vuototilanteessa kerättyä talteen. Varageneraattorin täytöt ovat poikkeuksellisia ja generaattorin oma säiliö sijaitsee generaattorikontissa. Mahdolliset vuodot tapahtuvat näin ollen kontin sisällä.

Jäähdytysjärjestelmissä käytettävä etyleeniglykoliliuos tulee laitosalueelle IBC-kontissa. Etyleeniglykoliliuosta täytetään jäähdytysjärjestelmään tarvittaessa elektrolyysirakennuksessa. Etyleeniglykoliliuos kiertää suljetuissa jäähdytysjärjestelmissä, joiden ilmajäähdytysyksiköt on sijoitettu betonilaatan päälle. Jäähdytysjärjestelmän putket kulkevat putkisilloilla ja osittain maan alla.

Laitosalueelle rakennetaan myös varaukset vedyn ja hapen putkilinjoille, joiden kautta tuotteita voidaan myös toimittaa loppuasiakkaille.

## **Valvonta-, hallinta- ja turvajärjestelmät**

## Valvonta ja aitaus

Tuotantolaitosta kauko-ohjataan 24/7 toimivasta ulkoisesta keskusvalvomosta. Keskusvalvomon käyttö ja ylläpito ulkoistetaan alkuvaiheessa sopimuskumppanille. Valvomon alaiseen valvontaan kuuluvat tuotantolaitos sekä asiakkaan tehdaskohtaiset vetyasemat. Valvomo vastaanottaa kaikki ilmoitukset häiriö- ja hälytystilanteisiin liittyen.

Tuotantolaitoksen alueella annetaan sisäiset hälytykset sisätiloissa äänihälytyksellä ja ulkona varoitusvaloilla. Palo- ja kaasuhälytyksille on omat hälytysvalot alueella. Konttitäyttöalueilla on käytössä hälytysvalot. Hälytyksistä vastaava sopimuskumppani tulee tarkastamaan tilanteen kohteeseen, ja vastaa hälytysten jälkeisten toimenpiteiden suorittamisesta. Vasteaika saapumiselle on määritelty sisäisessä pelastussuunnitelmassa.

Koko tuotantolaitoksen alue on aidattu, valaistu sekä vartioinnin ja kameravalvonnan piirissä. Lisäksi tuotantoalue on aidattu erilleen logistiikka-alueesta. Kameravalvonnan kautta valvomo voi olla yhteydessä kuljettajiin lastaustilanteessa. Tuotantolaitosalueelle on pääsy vähintään kahden portin kautta. Tuotantoalueelle on myös hätäsaapumisreitti. Mahdollisten ajoneuvojen törmäykset laitteistoihin ja muihin rakenteisiin tuotantolaitoksen alueella on estetty mekaanisilla törmäyसेsteillä. Alueella on nopeusrajoitus.

## Käyttö- ja turva-automaatio

Tuotantolaitoksella jokaisella laitepaketilla on oma ohjausjärjestelmänsä, jota ohjataan ja valvotaan laitoksen käyttöautomaatiojärjestelmästä (DCS). Laitoksen normaalia toimintaa, kuten virtausta, painetta ja lämpötilaa, ohjataan käyttöautomaatiojärjestelmästä. Oloarvojen ylittäessä asetetut hälytysrajat, ajaa turva-automaatio prosessin turvalliseen tilaan. Laitoksen ylös- ja alasajoon on automaattisekvenssit, joilla ylös- ja alasajot saadaan ajettua turvallisesti. Kaikki prosessin kriittiset hälytykset, kuten myös vuoto- ja palohälytykset, on kytketty tuotantolaitoksen turva-automaatiojärjestelmään, joka ajaa laitoksen turvalliseen tilaan automaattisesti häiriön sattuessa.

Kaasuvuotojen tarkkailemiseksi eri puolille prosessialueita on sijoitettu antureita, alueille, joissa on suurimmat vuotojen esiintymistodennäköisyydet. Anturit laukaisevat automaattiset hälytykset valvomoon sekä turvalukitukset, jotka pysäyttävät prosessin.

Mikäli vedyn tai hapen tuotannossa tapahtuu häiriö tai mikäli vedyn laatu ei täytä kriteerejä, voidaan ne johtaa ulkoilmaan. Sekoittumisen estämiseksi ulos johtavat putket on sijoitettu rakennuksen eripuolille.

Metanointiprosessin häiriö- ja käynnistystilanteissa metaani voidaan johtaa soihtuun poltettavaksi. Myös metaanin varoventtiilien ulospuhallukset johdetaan ulos turvalliseen pakkaan.

## Muu varautuminen

Putkistoissa on huomioitu takaisinvirtaus takaiskuventtiilein. Kaasusäiliöissä on paineenmittaukset, joissa on lukitukset. Lisäksi kaasusäiliöt on varustettu varoventtiilein. Vetysäiliöllä on lisäksi turvallisesti sijoitettu etäkäyttöinen ulospuhallusventtiili vetysäiliön sisällön tyhjentämiseksi hallitusti ja etäkäyttöinen säiliön tyytymämahdollisuus.

Putkistojen ja laitteistojen merkinnät tehdään VNa 551/2009 ja 856/2012 mukaisesti. Tilojen merkinnöissä noudatetaan VNa 856/2012 vaatimuksia, ja säiliömerkinnöissä standardia SFS 5491.

Henkilöstön suojaamiseksi sähköiskujen ja kemikaaliroiskeiden varalta moduulit on varustettu suojaavilla seinämillä. Paineellisen elektrolyytin vuodot havaitaan seuraamalla kennoston painetta ja kiristyspulttien jännitystä. Kennojännitteitä seurataan mahdollisten oikosulkujen ja kennojen muun epänormaalin toiminnan havaitsemiseksi.

Laitoksella on dieselkäyttöinen varageneraattori turvakriittisten laitteiden sähkökatkojen varalle.

Hätä-seis-painikkeita on kaikilla laiteryhmillä elektrolyysi- ja metanointirakennuksen jokaisessa huonetilassa, konttitankkausasemilla sekä etävalvomossa.

Laitokselle sijoitetaan hätäsuihkuja metanointi- sekä elektrolyysirakennuksiin. Suihkujen käytöstä ohjautuu hälytys valvomoon. Kontteihin täytettävä metaani hajustetaan.

### **Vaaratilanteiden havaitseminen**

Tuotantolaitoksen vaaratilanteiden havaitseminen täyttää turvallisuusvaatimusasetuksen (856/2012) luvun 6 vaatimukset. Vetyvuotojen havaitsemiseksi elektrolyysirakennuksessa on kaasunhaistelijat, liekintunnistimet ja ultraäänianturi kaasuvuotojen havaitsemiseksi elektrolyysihalleissa, vedyn puhdistushuoneessa ja vetyventtiiliryhmähuoneessa. Metanointirakennuksessa on metaani- ja vetyvuotojen havaitsemiseksi kaasunhaistelijat ja liekintunnistimet reaktoritilassa ja kaasunjalostustilassa. Mittareiden automaattinen turvalogiikka ohjaa ilmanvaihdon tehostumista ja prosessin turvallista alasajoa tarvittaessa.

Happivuotojen havaitsemiseksi on kaasunhaistelijat elektrolyysirakennuksessa elektrolyysihalleissa, vedyn ja hapen puhdistushuoneissa, happiventtiiliryhmähuoneessa, demivesihuoneessa, KOH-varastotilassa sekä aputekniikkalaittehuoneessa ja metanointirakennuksessa reaktoritilassa. Mittarit hälyttävät tuotantolaitoksella ja valvomossa, kun ylä- tai alaraja tulee vastaan.

Laitoksen sisäpuolisesta vaaratilanteesta tiedotetaan ulkopuolisille ovien päällä olevilla varoitusvaloilla.

Prosessitilojen ylipaineistus varmistetaan mittaamalla painesuhteita paineeroantureilla. Lämpötiloja mitataan lämpötila-antureilla. Hätä-seis-painikkeet on liitetty turva-automaatioon ja niiden painaminen pysäyttää kyseisen laitteen tai prosessin.

Vedyn ja metaanin kompressorikonteissa ja konttitankkausasemilla on liekintunnistimet ja ultraäänianturit kaasuvuotojen havaitsemiseksi. Molemmista tulee äänihälytys tuotantolaitoksella ja valvomohälytys, kun kumpi tahansa mittareista havaitsee rajan ylityksen. Vedyn ja metaanin konttitankkausasemilla on lisäksi valohälytys kaasuvuodoista.

Alueella liikkuvilla henkilöillä on henkilökohtaiset kaasunilmaisimet, joiden käyttö ohjeistetaan ennen työtehtävän suorittamista. Henkilökohtaista kaasunilmaisinta vaativat tehtävät on kuvattu toiminnanharjoittajan toimintajärjestelmässä. Palohälytysjärjestelmän ilmoitukset ohjautuvat valvomon lisäksi alueelliseen hälytyskeskukseen. Muut ilmoitukset ohjataan eteenpäin ilmoituksen laadusta riippuen tarpeen mukaan sopimuskumppaneille sekä varmistetaan, että ilmoitus on

tullut kumppanille perille. Ohjaamo saa tiedon häiriötilanteista ilmaisimilta taikka manuaalisen hälyttämisen (painonapit tai puhelin) tai kameravalvonnan kautta.

KOH-säiliön varoaltaan pohjalla on vuotoanturi, joka hälyttää kemikaalivuodon sattuessa. Varoaltaan pohjalle kertynyt neste analysoidaan ja tuloksen perusteella allas tyhjennetään imuautolla tai neste päästetään hulevesijärjestelmään. Elektrolyysirakennuksessa olevat KOH-pumput ovat omassa vuotoaltaassaan, mikä on säiliöistä erillään. Vuotoaltaassa on vuotoanturi, joka hälyttää vuodon tapahtuessa. Vuotoallas on kanaalin välittömässä läheisyydessä. Mikäli vuoto tulee vuotoaltaasta yli, se valuu kanaaliin.

Elektrolyysihallista lähteviin kanaaleihin on asennettu KOH-säiliöiden varoaltaan pohjalle anturit, jotka hälyttävät happivuodosta. Hälytys tapahtuu sisätiloissa äänillä ja ulkotiloissa valoilla. Happisyttö demivesisäiliöihin suljetaan hälytystilanteissa. Varoaltaassa on hapelle kaasumittarit siltä varalta, että hapetta pääsee kulkeutumaan kanaalia pitkin prosessialueilta KOH-varastotilaan.

Etyleeniglykoliputkissa on paineenmittausjärjestelmä, jolla mahdolliset vuodot havaitaan valvomossa.

### **Sammutus- ja torjuntavalmius**

Laitoksen sammutus-, torjunta ja jäähdytysjärjestelmien suunnittelussa huomioidaan asetuksen (856/2012) luvun 6 vaatimukset soveltuvin osin.

Tuotantolaitoksen alueella on palovesiasema, palovesipumppaamo ja kiinteä sammutusvesiputkisto paloposteineen. Paloveden pumppausaseman suunnittelussa noudatetaan Finanssialan keskusliiton sammutusvesipumppaamot sekä sammutusvesiputkistot turvallisuusohjeita 2015 pois lukien rengasverkko, jota ei ole kohteessa. Palopostit on sijoitettu enintään 60 m etäisyydelle toisistaan. Konttien varastointi-, käsittely ja täyttöpaikan läheisyydessä on paloposti ja sammutuskalustoa, joita voidaan käyttää laitteiden jäähdyttämiseen. Pikapalopostiverkoston suunnittelussa on noudatettu standardia SFS-EN 671-1 ja paloveden määräksi on mitoitettu 1700 l/min 60 min. Käsisammuttimien ja pikapalopostien viitteellinen sijoittelu on esitetty paloteknisessä suunnitelmassa (liite toimitetaan myöhemmin, LUOTTAMUKSELLINEN).

Rakennukset (toimistorakennus, elektrolyysirakennus, metanointirakennus) varustetaan automaattisella hätäkeskukseen kytketyllä paloilmoinnilla huomioiden eri toimintojen ja tilojen ominaispiirteet ja riskit. Rakennuksia ei ole varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla. Kuitenkin yksittäisiä palovaaraa aiheuttavia tuotantokohtia/-laitteita kohdesuojataan automaattisella kaasusammutuslaitteistolla. Tällaisia kohdesuojattavia alueita ovat esimerkiksi elektrolyysirakennuksen tasasuuntaajatila, muuntajat ja sähkötilat sekä metanointirakennuksen automaatio- ja sähkötilat. Kaasusammutuslaitteet sijoitetaan sammutettaviin tiloihin tai niiden välittömään läheisyyteen. Kaasusammutettavissa tiloissa huomioidaan paineentasaus järjestelmän lauettua. Kaasusammutusjärjestelmä täyttää SFS-EN 15004-1 standardin mukaiset vaatimukset. Sammutusjärjestelmän komponentit täyttävät harmonisoidut EN-12094 sarjan standardit. Suunnittelupitoisuus ylemmän vaaraluokka A:n mukaisesti.

Palavien kaasujen putkistossa ja laitteistossa tapahtuvia paloja voidaan sammuttaa ajamalla niihin tyypeä ja sen jälkeen sulkemalla venttiilit. Palotilanteessa automaatio ohjaa prosessilaitteistojen ja -putkistojen tyytetyksen. Tyytetyksen voidaan myös kytkeä päälle valvomosta tai kentältä manuaalisesti samalla tuotanto alas ajaen.

Alueelle on pääsy kahta kautta. Palo- ja pelastuskalustolla on pääsy riittävän lähelle rakennuksia ja laitoksen toimintoja kahta kautta. Tehdasalueella kiertää pelastustie.

Toiminnanharjoittaja on laatinut sisäisen pelastussuunnitelman (liite: luonnos, LUOTTAMUKSELLINEN) ja asetuksen (685/2015) liitteen VI mukaiset yleisölle annettavat tiedot sähköisesti.

### **Sammutusjätevesien hallinta**

Laitokselle ei ole tarvetta tehdä erillistä sammutusjäteveden hallintasuunnitelmaa. Kuviteltavissa olevien paloskenaarioiden mukaan laitoksella ei pääse muodostumaan sellaista tilannetta, jossa vaarallisia kemikaaleja pääsisi sekoittumaan sammutusvesiin merkittävässä määrin.

Tuotantolaitoksen alueella on palovesiasema, palovesipumppaamo ja kiinteä sammutusvesiputkisto paloposteineen. Tulipalon sammutukseen on vettä käytettävissä alueella yhteensä 106 m<sup>3</sup>. Tulipalojen yhteydessä muodostunut sammutusvesi johdetaan tuotantoalueella sijaitsevaan hulevesien tasausaltaaseen, josta se voidaan analyysien jälkeen ohjata sopivaan paikkaan. Purku ojaan on suljettavissa.

Elektrolyysirakennuksessa ei varastoida tai käsitellä palavia nesteitä. Elektrolyysikemikaaleissa oleva kaliumhydroksidi ei itsessään pala. Käytettävä vesi on jäähdytystarkoitukseen. Tilan pinta-alaan (n. 755 m<sup>2</sup>) perustuva sammutusjätevesien määrä ryhmän 3 kemikaaleille suojaustasolla 2 on n. 300 m<sup>3</sup> (taulukko 2 Kemikaalivuotojen ja sammutusjätevesien hallinta, Tukes 2015).

Metanointirakennuksessa on käytössä vain kaasuja sekä pieniä määriä nestemäisiä kemikaaleja. Käytettävä vesi on jäähdytystarkoitukseen.

### **Ennakkohuollon ja kunnossapidon järjestäminen**

Toiminnanharjoittaja ottaa käyttöön sähköisen ennakkohuolto- ja kunnossapitojärjestelmän, joka sisältää huolto- ja kunnossapitosuunnitelman prosessilaitteistojen osalta. Laitetoimittajat suorittavat laitteistojensa huollot toiminnanharjoittajan määrittämän suunnitelman mukaisesti. Huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan sisällytetään turvakriittiset laitteet sekä prosessi- ja turvalaitteistojen lakisäätteiset määräaikaishuollot ja -tarkastukset. Kunnossapitoon liittyvät toimenpiteet kuitataan kunnossapitojärjestelmään niiden suorittamisen jälkeen. Kirjaukset järjestelmään tekevät laitoksen käyttöhenkilöstö sovitujen toimintaohjeiden mukaisesti.

### **Ohjeistus ja koulutus**

Laitoksen henkilökunta, palveluntarjoajat ja sopimuskumppanit perehdytetään toiminnanharjoittajan perehdytysohjelman mukaisesti. Perehdytyksestä vastaa

tehtävän mukainen vastuuhenkilö tai asiantuntija ja perehdytysmateriaalin ajantasaisuudesta vastaa käytönvalvoja. Perehdytysmateriaali sisältää tarvittavat tiedot laitoksella käytettävistä ja varastoitavista kemikaaleista, prosessiturvallisuudesta, sekä poikkeustilanteissa toimimisesta.

Toiminnanharjoittajan laatimat toimintaohjeet tullaan sisällyttämään toimintajärjestelmään. Yksittäisten laitteiden kohdalla hyödynnetään laitetoimittajan ohjeistusta. Nämä laitteet ovat listattu toimintajärjestelmässä ja ohjeiden ajantasaisuudesta toimintajärjestelmässä vastaa toiminnanharjoittajan yhteyshenkilöt laitetoimittajiin.

Toiminnanharjoittaja määrittää työtehtävät, joihin vaaditaan asianmukaiset luvat. Tällaisia tehtäviä ovat mm. työluvan vaativat laitteistojen kunnossapitoon liittyvät tehtävät sekä tulityöluvan vaativat tehtävät. Työtehtävät ja niihin vaadittavat asianmukaiset luvat on listattu toimintajärjestelmässä, ja niiden seurantaan ja myöntämiseen tullaan nimeämään vastuuhenkilö.

Toiminnanharjoittaja pitää henkilöstölle ja palveluntarjoajille tarpeen mukaan koulutuksia esimerkiksi turvallisuuteen liittyen koulutussuunnitelman mukaisesti. Lisäksi vastuuhenkilöt ylläpitävät osaamista täydentävillä ulkopuolisilla toimialaan liittyvillä koulutuksilla sekä seuraamalla vetyturvallisuudesta EU-tasolla käytävää keskustelua. Koulutuksista pidetään kirjaa toimintajärjestelmässä. Laitoksella on henkilökunnassa tarpeellinen määrä EA-koulutettuja henkilöitä sekä työkorttikoulutusvaatimus työturvallisuutta, tulitöitä- ja sähkötöitä koskien.

Laitokselle laaditaan lain 390/2005 mukainen harjoitussuunnitelma, jonka mukaisesti poikkeustilanteissa toimimista harjoitellaan. Henkilöstön osaamisen ylläpitämiseksi toiminnanharjoittaja järjestää vähintään kerran vuodessa harjoituksia. Harjoitusten tarkoituksena on valmentaa henkilöstöä toimimaan yllättävissä tilanteissa ja todentaa ohjeistuksen ja laitteistojen käytettävyys. Vähintään kerran kolmessa vuodessa harjoitukset järjestetään yhdessä pelastuslaitoksen kanssa. Yrityksen henkilöstö tekee läheistä yhteistyötä Harjavallan teollisuuspuiston pelastusorganisaation kanssa yhteisten harjoitusten ja tiedonvaihdon osalta. Harjoitusten järjestämisestä vastaa P2X Solution Oy:n osalta käyttöpäällikkö. Toimenpideohjeet häiriötilanteiden varalta on sisällytetty osaksi yrityksen toimintahallintajärjestelmän ohjeistoa. Henkilökunta, sopimus Kumppanit ja palveluntuottajat perehdytetään laitoksen toimintaohjeisiin.

## 19. Liitteet

Liitteen nimi	Kuvaus	Lähde
Asemakaavaote 282.pdf		Alkuperäinen asiointi
Hakemuksen täydennys.pdf		Täydennys / lisätieto: -
Jarilanvuoren pohjavesialue.pdf		Alkuperäinen asiointi
Kemikaaliluettelo.pdf		Täydennys / lisätieto: -

Kiinteistorekisterin karttaote.pdf	Alkuperäinen asiointi
Lahimmat hairiintyvät kohteet.pdf	Alkuperäinen asiointi
Lahimmat luonnonsuojelukohteet.pdf	Alkuperäinen asiointi
Lahimmat muinaisjaannokset.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Elektrolyysi pohjakuva taso1.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Elektrolyysi pohjakuva taso2.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Layout.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Metanointi pohjakuva taso1.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Metanointi pohjakuva taso2.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Palotekninen suunnitelma.pdf	Täydennys / lisätieto: -
LUOTTAMUKSELLINEN Prosessikaavio.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Putkisillan poikkileikkauskuva.pdf	Täydennys / lisätieto: -
LUOTTAMUKSELLINEN Rajahdyssuojausasiakirja LUONNOS.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Riskinarvioinnin yhteenveto.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Seurausanalyysi.pdf	Täydennys / lisätieto: -
LUOTTAMUKSELLINEN Sisäinen pelastussuunnitelma LUONNOS.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Sisätilarajhdysten esto- ja suojausperiaatteet.pdf	Täydennys / lisätieto: -
LUOTTAMUKSELLINEN Tilaluokituskuva.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Toimintaperiaateasiakirja.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Vetykontin 1 pullon repeytyman painevaikutukset.pdf	Alkuperäinen asiointi
LUOTTAMUKSELLINEN Vetykontin 9 pullon repeytyman painevaikutukset.pdf	Alkuperäinen asiointi
Tonttikartta.pdf	Alkuperäinen asiointi

## 20. Asioija

**Asioijan etunimi**

Kirsi

**Asioijan sukunimi**

Wolczkiewicz

**Asioijan valtuutustieto**

Lupa- ja valvontakokonaisuuksissa asiointi



**P2X Solutions Oy**

Hakemus: Kemikaaliturvallisuuslupa 353073

**Täydennys hakemukseen**

Taulukko 1. Lupahakemus

Kommentti nro.	TUKES kommentti	P2X Solutions Oy vastaus
1	Max kemikaalimäärät laitoksella?	Vedyn maksimimäärä laitoksella on noin kuusi tonnia. Hapen maksimimäärä laitoksella on noin neljä tonnia. Lisäksi laitoksella on seuraavat kemikaalit ja niiden maksimimäärät: hiilidioksidi (48 tonnia), synteettinen metaani (16 tonnia), nestemäinen synteettinen metaani (45 tonnia, varaus), typpi (12 tonnia), 25 % kaliumhydroksidi (130 tonnia), 45 % etyleeniglykoli (90 tonnia), 10 % natriumsulfidiliuos (3 tonnia), 10 % urea (3 tonnia), diesel (3 tonnia).
2	Voivatko päästä kosketuksiin tulipalotilanteessa?	Metanointirakennuksessa käytettävät natriumsulfidi ja urea ovat keskenään yhteensopimattomia kemikaaleja. Niiden reagoidessa voi syntyä ammoniakkikaasua ja paineen nousua. Kemikaalit ovat sijoitettu omiin hiiliteräksisiin vuotoaltaisiin, jolloin ne eivät pääse kosketuksiin keskenään, edes tulipalotilanteessa. Varastointimäärät ovat vähäiset, sillä kemikaalit ovat vesiliuoksia ja ne varastoidaan IBC-konteissa.  Myöskään vety ja happi eivät pääse kosketuksiin tulipalotilanteessa. Laitetilat ja säiliöt on sijoitettu erilleen.
3	Miten tämä on huomioitu liikennejärjestelyissä?	Lammaisten Energia Oy:n sähköasema sijaitsee viereisellä kiinteistöllä. Lammaisten Energia Oy:lla on kulkuoikeus kiinteistölleen toiminnanharjoittajan kiinteistön kautta. Kiinteistölle on kulkuoikeus portin kautta ja kulkureitti kulkee P2X:n laitosalueen reunassa. Asiasta on tehty erillinen sopimus osapuolten välille.
4	Millaisesta putkesta on kyse? Onko tämä tarkoitus luvittaa erikseen vai kuuluuko tähän hakemukseen? Sama asia hapen suhteen.	Laitoksen alueelta on suunniteltu lähtevän vedyn ja hapen siirtoputket. Putket ovat kooltaan DN50-80 ja materiaaliltaan hiiliterästä, joka soveltuu ko. aineelle ja painetasolle. Putket ovat maanalaisia ja ulkopuolisesti korroosiosuojattuja (PE-pinnoitettuja) vastaavasti kuten maakaasun siirtoputket. Vedyn ja hapen siirtoputket eivät sisälly tähän lupahakemukseen, vaan ne luvitetaan erikseen.
5	Missä tilanteissa tyypeä käytetään? Miten tyytetyksen onnistuminen varmistetaan?	Kaasuja sisältäviin prosesseihin on kytketty tyyppikaasutuslaitteisto varautumiskeinona. Tyypeä voidaan käyttää sekä määritellyissä normaaleissa käynnistys- ja alasajoissa että erityisesti hätäalajasajoissa (ESD). Ulospuhallusten huuhteluissa / inertisoinnissa käytetään tyypeä. Tyytetykselle on pullopatteri varalähteenä. Varastosäiliöiden ja

		siirtolinjojen typetytys toteutetaan painesykleinä. Laitteistot valvovat itsenäisesti typetyksen onnistumisen.
6	Syntyykö tässä ammoniakkia?	Metanointiprosessissa käytetään kahta ravinneliuosta, ureaa ja natriumsulfidia. Ravinneliuoksia syötetään reaktoreihin, joissa metanointi tapahtuu biologisena prosessina ja lopputuote metaani johdetaan konttitäyttöalueelle. Prosessissa ei synny ammoniakkia prosessin luonteen vuoksi.
7	Kuinka pitkät letkut? Miten perustellaan letkujen käyttö kiinteiden putkien sijaan (ainakaan koko matkan ei luultavasti olisi välttämätöntä olla letkua?)	Metanoinnissa käytettävät ravinneliuokset varastoidaan IBC-konteissa. Näistä konteista liuoksia pumpataan prosessiin kemikaaliletkuja pitkin. Konttien vieressä on kiinteä putkilinja, joihin kemikaaliletkut kiinnitetään letkuyhteiden avulla. Kemikaaliletkujen pituus on 3,5–4 metriä ja niitä käytetään putkien sijasta siksi, että IBC-kontit voidaan tyhjennettyään vaihtaa täysinäisiin ja letkut kytketään niihin kiinni.  <i>Lisätty lupahakemuksen kohtaan Prosessit ja riskit, Prosessi 4</i>
8	Seinien vaikutus on syytä huomioida myös siitä näkökulmasta, että ne voivat kerääntyä kaasua ja lisätä esteisyyttä ja sitä kautta pyörteisyyttä.	Suojaseiniä on sijoitettu vetykonttien tankkausasemalle siirtokonttiryhmiä (3 kpl) väleihin sekä päätyihin mahdollisimman yksinkertaisella geometrialla sekä avoimesti mahdollistaen edelleen vedyn hyvä tuulettuminen. Suojaseinien tarkoitus on suojata mahdollisen vetyvuodon ja siitä aiheutuvien seurausten leviäminen siirtokonttiryhmästä toiseen.  Vedyn konttitankkausaseman lastausletkurikon tapauksessa turvatoiminnot rajaavat vuotoajan 10 s:iin. Tässä ajassa vuotavan vedyn määrä jää hyvin pieneksi eikä näin ollen vedyn kertymisen nähdä olevan mahdollista konttitankkausalueella.
9	Jos skenaarioksi ei oteta putken katkeamista, on sen epätodennäköisyys pystyttävä osoittamaan. Ja vähintään on mallinnettava vuoto reikäkoolla 10% putken halkaisijan pinta-alasta	Putken katkeaminen vedyn, hapen ja metaanin osalta on estetty putkiston turvallisella sijoittelulla sekä törmäyसेstein (kts. kohta 12).  Putkistojen liitosvuodot on mallinnettu vähintään 10 % putken halkaisijan reikäkoolla.
10	Huomioitava myös jet explosion ja DDT	Vedyn tapauksessa on myös huomioitava vetyvuodosta mahdollisesti aiheutuva räjähdys lähellä vuotokohtaa, ns. jet explosion. Jet explosion voi muodostua, mikäli vetyvuodolle aiheutuu turbulentsuutta kovasta purkauspaineesta ja / tai purkautuvan tilan estetiheydestä johtuen. Suurin osa tämän tarkastelun tapauksista tapahtuvat suhteelliseen vapaaseen tilaan, joten jet explosionin mahdollisuutta ei nähdä relevanttina. Poikkeuksena tähän on vetykonttien tankkausasema, jossa vetyä on sekä korkeassa paineessa ja alue jokseenkin rajoittunut. Kyseisessä tapauksessa vuotava vedyn määrä on kuitenkin niin vähäinen, ettei turbulentsin vuodon katsota ehtivän muodostumaan.

		<p>Vedyn tapauksessa on myös huomioitava vetyvuodon mahdollinen turbulenttisuus. Turbulenttisuutta voi muodostua, mikäli vuotoonopeus on suuri ja / tai purkautuvan tilan estetiheys on suuri.</p> <p>Tarkastellut tapaukset ennen kompressointia (paine 30 bar) tapahtuvat vapaaseen tilaan ja suhteellisen alhainen purkautumispaine pitää vuotavan vedyn määrän ja muodostuvan pilven koon pienenä. Lisäksi vuotavan vedyn virtausnopeudet ovat pienet, jolloin detonaatoriskiä ei aiheudu.</p> <p>Vetykonttien tankkausasemalla, jossa vetyä on sekä korkeassa paineessa että alue jokseenkin rajoittunut, vuotoaukon pieni koko (3 mm) ja turvatoimintojen rajaama vuotoaika (10 s) rajaavat purkautuvan vedyn määrän siten, että vuotavan vedyn määrä ja muodostuvan pilven koko ovat pienet. Myös kompressorin jälkeisen puristusliitosvuodon tapauksessa purkautuvan vedyn määrä jää pieneksi pienen vuotoaukon koon (4 mm) vuoksi ja purkaus tapahtuu vapaaseen tilaan. Näin ollen näissäkään tapauksissa ei aiheudu detonaatoriskiä.</p>
11	Eikö edes metaanille?	<p>Kaikkien tapausten osalta tarkasteltiin syttymisrajoissa olevan pilven muodostumista. Vuotoskenaariot tapahtuvat avoimessa tilassa, jolloin todennäköisyys syttymisrajoissa olevan pilven muodostumiselle ja sen syttymälle on pieni. Tulosten perusteella syttymiskelpoinen pilvi on mahdollista muodostua joissakin vedyn ja metaanin vuototapauksissa. Pilven (20 000 ppm) etäisyys vuotokohdasta jää kuitenkin alle 15 m vuotokohdasta, joka osaltaan pienentää riskiä pilven syttymisen suhteen. Seurausanalyysiraportti tämän täydennyksen luottamuksellisena liitteenä.</p>
12	Tähän tarvitaan tarkennusta eli erittelyä eri putkistoille; mikä putkisto kulkee missäkin ja miksi juuri se putkisto ei voi katketa (huomioiden läpivientien paikat, putkisiltojen rakenteen ja etäisyyden maahan, putkisiltojen kannatinpylväiden törmäyssuojaus, putkistojen kulku sisällä jne.)	<p>Vetyputkisto kulkee ulkona putkisillalla rakenteen sisällä yli 6 m korkeudessa. Putkisiltojen sijoittelu on tuotantolaitoksen prosessialueelle, ei logistiikka-alueelle. Prosessialueen huoltotöiden liikennettä varten putkisillan tukirakenteet suojataan lisäksi törmäysestein.</p> <p>Metaaniputkisto kulkee ulkoalueella maanalaista siirtoputkistoa pitkin metanointirakennuksesta CSNG-konttitankkausyksikölle.</p> <p>Happiputkisto kulkee ulkoalueella maanalaista siirtoputkistoa pitkin.</p> <p>Sisällä vety-, metaani- ja happiputkistot on sijoitettu rakennuksen seinille ja yläosiin eikä rakennuksen sisällä ole liikkuvia laitteita ym., jotka voisivat putkiin osua.</p> <p><i>Lisätty lupahakemuksen kohtaan Tulipalon lämpösäteily</i></p>
13	Miksi vety- tai maakaasuputkelle ei voisi tulla putkirikkoa, jos hapelle voi?	<p>Hapelle on tarkasteltu myös liitosvuoto, ei koko putken repeämistä. Putkirikkoa ei nähdä todennäköisenä millekään tapaukselle.</p>

14	Millä perusteella eli missä tilanteessa voisi rikkoutua?	<p>Yhden vetykontin rikkoutumisen vaikutukset nähdään erittäin epätodennäköisenä. Tarkastelu tehtiin Satakunnan pelastuslaitoksen pyynnöstä, jolloin saatiin määritettyä tapauksen onnettomuusvaikutusalue.</p> <p>Vedyn siirtokontit on sijoitettu suojaseinillä rajatulle alueelle ja siirtokonttiryhmiä (3 kpl) väleissä on myös suojaseinät. Vedyn siirtokontteina käytetään koukkukontteja, jolloin mahdolliseksi tapaukseksi on tunnistettu kontin puhkaiseminen koukulla. Tähän taas on varauduttu suojalevyillä, jotka estävät törmäyksen ja suojaavat nostotilanteessa mahdollisilta koukun aiheuttamilta kolhuilta. Liikennöinti piha-alueella tapahtuu merkityillä reiteillä ja rajoitetulla nopeudella. Piha-alueella tullaan huolehtimaan liukkauden estosta. Alueella ei ole muuta liikennöintiä kuin tämän laitoksen tuotantoon ja huoltoon liittyvää ajoa.</p>
15	Entä sisällä? Vaikuttaa laitteistojen sijoitteluun ja esim. seinien keventämiseen turvalliseen suuntaan	Periaatteet on kuvattu Sisätilarajähdyksen esto- ja suojausperiaatteet -dokumentissa, joka on täydennyksen liitteenä.
16	Oletteko koittaneet HyRAM-ohjelmaa? <a href="https://h2tools.org/hyram">https://h2tools.org/hyram</a>	Mallinnukset on tehty Phast-työkalulla.
17	Voiko tulipalotilanteessa kemikaaleista muodostua vaarallisia yhdisteitä?	Tulipalotilanteessa metanointirakennuksessa olevat ravinneliuokset eivät pääse reagoimaan keskenään, sillä erilliset vuotoaltaat ovat hiiliteräksisiä. Ravinneliuoksista yksittäin voi syntyä vaarallisia savukaasuja, mutta liuokset ovat laimeita vesiliuoksia ja niitä varastoidaan vain yksittäisissä IBC-konteissa.
18	Mikä teillä on eri valittu skenaarioiden tavoitetodennäköisyydeksi, johon eheystasojen avulla LOPAA käyttäen pyritään?	LOPA-tarkasteluissa on käytetty samaa riskimatriisia kuin HAZOP-tarkasteluissa. Riskien hyväksyttävyytaso on kuvattuna riskimatriisin yhteydessä. Kunkin riskin tavoitetodennäköisyys riippuu näin riskin seurausten tasosta.
19	Merkitys laitteiden ja toimintojen sijoitteluun?	Seurausanalyysin tulosten perusteella metaanin mahdollinen suihkupalo ei aiheuta merkittävää vaaraa edes vuotopaikan läheisyydessä. Tukesin vaatimia lämpösäteilyn raja-arvoja (3, 5, 8 kW/m <sup>2</sup> ) ei edes saavutettu
20	Tuleeko myös KOH- ja muille kemikaaliputkille 1-luokan vaatimus nimenomaan PED:stä vai turvallisuusvaatimusasetuksesta? Jos vaatimus tulee kansallisesta lainsäädännöstä, putkistoja ei CE-merkittä	<p>Laitoksessa käytettävät kemikaali- ja kaasuputket ovat vähintään PED I - mukaisia ja merkitty VNa 856/2012 mukaisesti.</p> <p><i>Lisätty lupahakemukseen kohtaan Laitteistojen valintakriteerit</i></p>
21	Tarkemmin mitkä vaatimukset ja miten niiden täytyminen osoitetaan?	<p>Pumput kestävät pumpattavaa kemikaalia. Pumppujen paineentuotto on 4 bar(g). Kyseessä on DDA 30-4 pumppumalli.</p> <p><i>Kaksi ensimmäistä lausetta lisätty lupahakemuksen kohtaan Laitteistojen valintakriteerit</i></p>

22	Eli millaisilla?	Pumppujen paineen tuotto on 4 bar(g). Pumpun jälkeen ei ole varoventtiiliä, koska letkun kesto on korkeampi kuin maksimituotto ja letku purkaa toisen pumpun imulinjaan.
23	Kun kontti on laitoksella käytössä tai varastoinnissa, toiminnanharjoittaja vastaa siitä, että konttien tarkastukset ovat kunnossa	IBC-kemikaalien toimittaja vastaa sopimuksen mukaisesti konttien vaatimustenmukaisuudesta, tarkastuksista ja käyttöiästä. Kun IBC-kontit ovat käytössä toiminnanharjoittajan laitoksella, toiminnanharjoittaja varmistaa ja vastaa, että käytettävät kontit ovat määräysten mukaisia. <i>Osa tekstistä lisätty lupahakemuksen kohtaan Laitteistojen valintakriteerit</i>
24	Eli mitä tämä teillä käytännössä tarkoittaa?	Kaliumhydroksidin purkupaikan laitteisto ja vuotojenhallintajärjestelmä on suunniteltu kestävän kaliumhydroksidia. Purkupaikka on yhdelle säiliöautolle ja kemikaalille suunniteltu.
25	Öljysäiliöautolle on oltava vuodonhallinta, kuten minkä tahansa muun kemikaalin säiliöautolle.	Varageneraattorissa käytettävän dieselin täyttöpaikka toteutetaan niin, että vuodot saadaan pidätettyä. Alue asfaltoidaan ja allastetaan, jotta säiliöauton yhden lohkon tilavuus saadaan mahdollisessa vuotoilanteessa kerättyä talteen. <i>Lisätty lupahakemuksen kohtaan Vuodonhallinta ulkona</i>
26	Onko alasajolle määritetty kriteerit? Ilmeisesti manuaalinen, koska "tarvittaessa"?	Prosessi voidaan tarvittaessa ajaa alas manuaalisesti, mutta prosessin turva-automaatio ohjaa prosessin alas, mikäli kaasupitoisuudet ylittävät LEL-rajoille asetetut raja-arvot.
27	Turvallinen suunta paineen purkuun eli mitä edessä?	Kevennettyjen seinien edessä ei ole laitteita tai putkistoja. Seinien alaosa on tehty betonista ja yläosa toimii paineenkevennyksenä.  Paneelien edustalla on vapaata tila, jossa ei sijaitse rakenteita tai toimintoja, jotka aiheuttaisivat lisävaaraa.
28	Miten typetyksen onnistuminen ja sen epäonnistumisen huomaaminen on varmistettu, jos typetyks on määritelty luokittelematta jättämisen perusteeksi?	kts. kohta 5. Typetyksen onnistuminen on varmistettu typetyssyklin mitoituksella, joka todennetaan käyttöönottovaiheessa.
29	Mitä on vedyn taustapitoisuus? Pääseekö ilmaan jatkuvasti vetyä?	Laitteet ja putkistot on suunniteltu siten, että ilmaan ei pääse jatkuvasti vetyä. Ilmanvaihtomäärät on määritelty niin, että vedyn mahdollinen taustapitoisuus pysyy riittävän alhaisena. <i>Lisätty lupahakemuksen kohtaan Rakenteellinen turvallisuus</i>
30	Onko tämä automaattinen tietystä pitoisuudesta?	Vuodon havaitsemisantureihin perustuva automaattinen hätätuuletus suoritetaan tehostamalla ilmanvaihtoa. Hätätuuletus käynnistyy toiminnanharjoittajan määrittämästä pitoisuudesta.
31	Missä ja miksi palavia rakenteita?	Elektrolyysi- ja metanointirakennusten rakenteissa on käytetty palamattomia materiaaleja, pois lukien muutamat ulkoeristyksen yksityiskohdat, kuten

		vesikaton nostojen ja tuuletusrakojen rakenteet. Sisätiloissa ei ole käytetty palavia rakenteita.
32	Paineen purusta oli edellä maininta rakennusten osalta, mutta kontit ja kompressoritilat? Eli miten ja mihin suuntaan niissä on paineen purku suunniteltu?	<p>Vetykompressoreiden tila on suunniteltu niin, että varoventtiileiden kautta tapahtuu nopeasti kaikki paineenpurku tarvittaessa. Nämä varot on ylimitoitettu (virtaukselle 1000 kg/h) ja ohjattu kaikki samaan "ulospuhallusputkeen ylöspäin".</p> <p>Metaanin komprimoinnin laitetilassa paineenpurku tapahtuu katon kautta. Laitetilassa on heikennetty kattorakenne (katon kiinnitys), jonka kautta räjähdyspaine ohjautuu ylöspäin.</p> <p>Pullopatterissa on peltiverhous ja nämä pellit ovat myös melko kevyesti kiinni pullopatterin rungossa.</p> <p>--</p> <p>Huomiona korjaus alkuperäiseen hakemustekstiin: Hakemuksen lause "Sisätilaräjähdyksen paineenpurku ja kevennys toteutetaan rakenteiden räjähdysten (jäännöspaineen) kestäväällä rakennustavalla ja paineenkevennysrakentein tai -laittein." on virheellisesti kuvattu ja se korvataan lauseella "Sisätilaräjähdyksen paineenpurku ja -kevennys toteutetaan kevennetyillä ulkoseinillä".</p>
33	Millaiselle skenaariolle ja paineelle suunniteltu?	Betoniseinät ovat mitoitettu 20 kN/m <sup>2</sup> (=0,2 bar) paineen mukaan. Seinät kestävät paineen, mutta voivat kuitenkin iskun vaikutuksesta siirtyä ja halkeilla.
34	Lähtökohtaisesti pitäisi olla ylitäytönestoin eli miksi se ei ole tässä mahdollinen?	KOH-säiliön täyttö ja tyhjennys tapahtuu muutamia kertoja koko laitoksen käyttöänsä aikana ja toimenpidettä valvoo laitoksen huoltohenkilökunta. Säiliöissä on pinnanmittaukset, ylitäytön hälytyssummerit sekä lisäksi ylivuotoputket, mitkä on johdettu IBC-kontin kautta varoaltaaseen.
35	Mitkä säiliöt?	Sisätiloissa on ainoastaan kaliumhydroksidin säiliöt.
36	Miten tämän toteutuminen varmistetaan eli esim. pumppu ei käynnisty, ellei yhteys hulevesijärjestelmään ole kiinni?	Kemikaalin purkutilanteessa venttiilyhteys hulevesijärjestelmään suljetaan manuaalisesti ja mahdolliset vuodot ohjataan KOH-säiliöiden varoaltaaseen. Purkutoimenpidettä valvoo laitoksen huoltohenkilöstö. Varoallas on mitoitettu asetuksen (856/2012) 52 § mukaisesti niin, että se pystyy pidättämään säiliöauton osaston suurimman tilavuuden.
37	Missä tämä valvomo sijaitsee?	Valvomo sijaitsee Suomessa, tarkempi sijainti ilmoitetaan myöhemmin.
38	Myös sisällä on tarpeen pystyä erottamaan, onko kyse palo- vai kaasuvaarasta	Palo- ja kaasuhälytyksille on omat hälytysvalot alueella ja sisätiloissa hälytysäänät.
39	Millä kriteereillä nämä on tunnistettu?	Kriittiset hälytykset on tunnistettu laitoksen toiminnallisten kuvausten laatimisen ja riskinarviointien yhteydessä tapauskohtaisesti arvioiden.

40	Miten on varmistettu kaasun tulon katkaiseminen riittävän lähellä vuotokohtaa, jos esim. laippaliitos tai joku muu kohta putkistosta vuotaa? Liikavirtausventtiileillä tms?	Putkistoissa ei ole käytetty liikavirtausventtiilejä, koska putkikoot ja tilavuudet ovat pieniä. Lastausletkuissa on käytetty letkurikkoventtiilejä.
41	Miten mitkään ilmaisimet on sijoitettu?	Ultraäänianturit on sijoitettu ulkotiloihin, joissa kaasunilmaisimet eivät ole toimiva ratkaisu. Sisätiloihin on sijoitettu kaasunilmaisimet paikkoihin, joihin vuodot kertyvät helpoimmin. Liekinvalvonta-anturit on sijoitettu siten, että ne kattavat mahdollisimman laajan alueen potentiaalisesta vuotokohdasta.
42	Pelkkä äänihälytys ei ole riittävä, vaan edellytetään automatiikkaa, joka nopeasti sulkee kaasun tulon vuodon sattuessa	Konttitankkausasemien tuloputkistojen alkupäässä on toimilaitteventtiili (fail to close-tyyppiä), joka sulkeutuu vuodon ilmetessä.
43	Kuka siis on toimija ja kuka sopimuskumppani?	Paikalliset toimijat ovat sopimuskumppaneita.
44	Entä muiden säiliökemikaalien (mitä ne ovat?)	Laitoksella ei varastoida muita nestemäisiä kemikaaleja säiliöissä.  Laitoksella varastoitavat nesteytettyjen kaasujen säiliöt on varustettu ylitäytönestimillä ja pinnanmittauslaitteilla.
45	Millä tämä perustellaan, erityisesti koska tiloissa ei ole jatkuvasti henkilökuntaa suorittamassa alkusammutusta? ks. 856/2012 73 § alku	Automaattinen sammutusjärjestelmä on sähkö- ja automaatiolaitetiloissa.  Tiloissa, joissa käsitellään palavia kaasuja, ei ole sammutusjärjestelmää, koska se ei toimi siellä tai voi aiheuttaa vaaraa prosessisähkölaitteille (mm. oikosulku).  Kyseisten tilojen palontorjuntaperiaatteena on mahdollisimman nopeasti poistaa/johtaa ulos palavat kaasut prosessiputkistosta ja huonetilasta.  Tämä on tyypillinen käytäntö maailmalla, kun käsitellään etenkin ilmaa kevyempiä palavia kaasuja.
46	Voidaanko varmistaa näiden käyttökunto myös palotilanteessa? Mikä anturi/ilmaisimien laukaisee tämän?	Palotilanteessa automaatio ohjaa prosessilaitteistojen ja -putkistojen työtyn.  Palotilanteessa palonilmaisinjärjestelmä hälyttää valvomo-operaattorille.  Siirtolinjojen työtyn ei automaattinen.  Hälytyksen laukaisee joko paloilmalmaisinjärjestelmä tai turva-automaatioon liitetty liekinvalvonta, riippuen rakennuksesta. Rakennuksissa on useita antureita.
47	Mitä tämä tarkoittaa käytännössä eli miten rajataan alueet, joissa saa tai ei saa käyttää vettä? Miten vesi voimistaa paloa, ellei ole nesteytetystä kaasusta kyse, jolloin vesi lämpö määrällään lisää höyrystymistä?	Hakemuksen teksti koskee tilannetta, kun käsitellään nesteytettyä palavaa kaasua. Tällä hetkellä laitoksella ei käsitellä nesteytettyjä palavia kaasuja.  Kun palavat kaasut on saatu poistettua esim. kennosto(stack)-huonetilasta, niin vedellä sammutusta ei saisi käyttää ennen kuin on varmistettu, että sähkösyöttö on katkaistu kennostoilta.

48	Turvallisuuskriittiset laitteet on tunnistettava ja lisättävä ennakkohuollon piiriin; tämä tulee myös ehdoksi	Turvallisuuskriittiset laitteet on tunnistettu ja ne lisätään ennakkohuollon piiriin.
49	Onko henkilökunta siis omaa vai toisen palveluksessa olevaa? Millainen on suunniteltu miehitys valvomossa ja millainen paikan päällä laitoksella?	<p>Etävalvomossa on miehitetty vuorokauden ympäri. Mikäli yhteys etävalvomoon menetetään, niin laitoksen valvomo miehitetään. Laitoksella on hyvin kattavat valvonta- ja kamerajärjestelmät, joista tulee tiedot myös etävalvomoon.</p> <p>Laitoksen testausvaiheen alussa henkilökuntaa (omaa ja/tai palveluntuottajia) on koko ajan paikan päällä. Kun testaukset on suoritettu ja koekäytöissä on todettu laitoksen toimivan suunnitellusti, henkilökunnan läsnäoloa vähennetään vaiheittain. Lopullisessa käyttötilanteessa henkilökunta tekee suunnitellut päivittäiset/viikoittaiset tarkastukset ja huoltotoimenpiteet normaalina työaikana. Laitoksen paikan päällä tehtävä tarkastusväli on maksimissaan kolme päivää.</p>

Taulukko 2. Seurausanalyysi

Nro.	Viranomaisen kysymys/huomio, suluissa olevat kohdat Tukesin tekemiä korostuksia ilman tarkempaa kysymystä	P2X Solutions Oy vastaus
50	(DN32)	Hapelle on tarkasteltu liitosvuoto, ei koko putken repeämistä.
51	Miksi valittu vain tämä skenaario?	<p>Vedyn tankkausasema on poistettu nykyisestä suunnittelulaaajuudesta ja näin ollen kyseinen tarkastelutapaus on poistettu seurausanalyysistä.</p> <p>Vedyn tankkausaseman skenaariot esitetään ensimmäisen tankkausaseman rakentamisen yhteydessä.</p>
52	Miten letkurikkoventtiili antaisi vuodon jatkua 20s.?	Vedyn tankkausasema on poistettu nykyisestä suunnittelulaaajuudesta ja näin ollen kyseinen tarkastelutapaus on poistettu seurausanalyysistä.
53	Tämä on todella iso määrä vetyä ja ehtisi todennäköisesti kokonaan vapautua 20s aikana. Jos näin, miksi syttyväksi massaksi on päätynyt vain max 0,4 ks?	Vedyn tankkausasema on poistettu nykyisestä suunnittelulaaajuudesta ja näin ollen kyseinen tarkastelutapaus on poistettu seurausanalyysistä.
54	Kovalla paineella purkautuessaan vety aiheuttaa turbulenssia, mikä edistää detonaation syntymistä. Lisäksi vety kemikaalina detonoii esim. hiilivetyjä helpommin. Onko tämä huomioitu mallinnuksessa? Saadut painetulokset viittaavat deflagraatioon.	<p>Vedyn tankkausasema on poistettu nykyisestä suunnittelulaaajuudesta ja näin ollen kyseinen tarkastelutapaus on poistettu seurausanalyysistä.</p> <p>Ks. myös tämän täydennyksen kohta 10.</p>
55	(50 % LFL (20 000 ppm) 40 m, 45 m)	Vedyn tankkausasema on poistettu nykyisestä suunnittelulaaajuudesta ja näin ollen kyseinen tarkastelutapaus on poistettu seurausanalyysistä.



56	(Tässä tapauksessa räjähdysten keskipiste on liikkunut 20s vuotoajan osalta 40 m (2/F ja 5/D) ja 2s vuotoajalla 20 m)	Vedyn tankkausasema on poistettu nykyisestä suunnittelulajuuudesta ja näin ollen kyseinen tarkastelutapaus on poistettu seurausanalyysistä.
57	(Putkirikko vaatisi käytännössä jonkin suuren ulkoisen voiman, jonka todennäköisyyttä voidaan pitää hyvin pienenä.)	Putkisilta ei kulje logistiikka-alueen sisällä. Sisätiloissa ei ole käytössä sellaisia laitteita, joiden voima törmäystilanteessa voisi aiheuttaa putkirikon.
58	(vuotoskenaariot tapahtuvat avoimessa tilassa)	Sisätilaräjähdyksiä on käsitelty liitteessä Sisätilaräjähdysten esto- ja suojausperiaatteet.
59	(Muiden tapausten osalta pilven leviäminen tuotantolaitoksen ulkopuolelle on mahdollista)	Kaikkien tapausten osalta tarkasteltiin syttymisrajoissa olevan pilven muodostumista. Vuotoskenaariot tapahtuvat avoimessa tilassa, jolloin todennäköisyys syttymisrajoissa olevan pilven muodostumiselle ja sen syttymälle on pieni. Tulosten perusteella syttymiskelpoinen pilvi on mahdollista muodostua joissakin vedyn ja metaanin vuototapauksissa. Pilven (20 000 ppm) etäisyys vuotokohdasta jää kuitenkin alle 15 m vuotokohdasta, joka osaltaan pienentää riskiä pilven syttymisen suhteen.  Minkään tapauksen osalta syttymiskelpoisen pilven leviäminen tuotantolaitoksen ulkopuolelle ei ole todennäköistä.  Seurausanalyysiraportti tämän täydennyksen luottamuksellisena liitteenä.

Taulukko 3. Sähköposti

Nro.	Viranomaisen kysymys/huomio	P2X Solutions Oy vastaus
60	Onko sammutusstrategiana antaa laitoksen palaa hallitusti sillä perusteella, että se on miehittämätön, eikä aiheuta henkilö- tai ympäristövahinkoja?	Kaasut tyhjenetään laitoksesta mahdollisimman nopeasti ulos, ettei jäljelle jää kaasuja, jotka voisivat palaa tulipalossa.  Tulipalon sattuessa mahdolliset rakenteiden jälkipalot sammutetaan.
61	Jos ns. annetaan palaa, räjähdysvaara lisääntyy palon laajetessa eli mihin asti silloin räjähdysten vaikutukset voivat ulottua?	Koko laitosalue tyhjenetään kaasusta, joten tällä estetään räjähdysvaara.
62	Jos tavoitteena on mahdollisimman nopea sammutus, niin automaattinen sammutuslaitteisto olisi tarpeen.	Kaasupaloa ei pyritä sammuttamaan, vaan kaasu poistetaan hallitusti rakennuksen katolle johdettujen putkistojen kautta.  Sähkö- ja automaatiotiloissa on automaattinen sammutuslaitteisto, jolla estetään laajempi palo ja laitteiston tuhoutuminen.
63	Miten on palomiesten turvallisuuden laita tulipalotilanteessa, jos he menevät	Pelastuslaitoksen henkilökunta tullaan kouluttamaan sammuttamaan laitoksen

	sammuttamaan laitosta tai hillitsemään palon leviämistä eli ovat räjähdysvaara-alueella?	paloja. Sammutustilanteessa heitä informoidaan laitoksen tilasta.
--	--	---

Taulukko 4. Liitteet

64	TUKES: Kemikaaliluettelo toimitettava PDF:nä Kemikaaliluettelo julkaistu uudelleen, Kemikaaliluettelon tunniste: 14190	Toimitettu täydennyksen yhteydessä
65	TUKES: Putkisillan poikkileikkauskuva toimitettava	Toimitettu täydennyksen yhteydessä
-	Palotekninen suunnitelma	Toimitettu täydennyksen yhteydessä
-	Seurausanalyysi	Toimitettu täydennyksen yhteydessä
-	Sisätiläräjähdysten esto- ja suojausperiaatteet	Toimitettu täydennyksen yhteydessä

# Harjavallan tuotantolaitoksen Seurausanalyysi



P2X GHP01 Harjavalta



# Change list

Ver:	Date:	Description of the change	Reviewed	Approved by
01	28.06.2022	Preliminary report	FIMIIV	FIJSUU
02	21.12.2022	Finalized report	FIMIIV	FIMKMI
03	09.08.2023	Initial data updated according to guidelines	FIMIIV	FIJSUU
04	24.10.2023	Initial data updated according to guidelines	FIMIIV	FIJSUU

**Project Name:** P2X GHP Harjavalta  
**Document Number:** 10904924-ICC109-0000-0007-000001  
**Client:** P2X Solutions Oy  
**Ver:** 04  
**Date:** 24.10.2023  
**Author:** Tapio Nurmi / Jaana Larionova

# Sisällysluettelo

1.	Johdanto .....	5
2.	Mallinnuksen oletetut menetelmät .....	6
2.1	Mallinnettavien aineiden ominaisuudet .....	6
2.1.1	Vety .....	6
2.1.2	Happi .....	6
2.1.3	Metaani .....	6
2.2	Mallinnuksessa käytetyt olosuhteet ja raja-arvot.....	7
2.2.1	Sääolosuhteet .....	7
2.2.2	Palojen lämpösäteilyarvot .....	7
2.2.3	Räjähdyksen ylipaineet .....	8
2.2.4	Kaasupilven syttyminen (flash fire) .....	9
2.2.5	Tarkastelukorkeus .....	9
3.	Mallinnetut tapaukset .....	10
3.1	Vety: Alkalielektrolyysiprosessi .....	10
3.1.1	Tapaus 1: Laippavuoto elektrolyysillä .....	10
3.1.2	Tapaus 2: Puskurisäiliön varoventtiilivuoto .....	10
3.2	Vety - Vetykonttialue.....	10
3.2.1	Tapaus 3: Vedyn konttitankkausaseman lastausletkurikko .....	10
3.2.2	Tapaus 4: Swagelok-puristusliitosvuoto paineistuksen (komprimoinnin) jälkeisessä putkistossa.....	10
3.3	Happi - Alkalielektrolyysiprosessi .....	10
3.3.1	Tapaus 5: Laippavuoto happisäiliöllä .....	10
3.4	Metaani – Metanointiyksikkö .....	11
3.4.1	Tapaus 6: Metaanin konttitankkausaseman lastausletkurikko.....	11
3.4.2	Tapaus 7: Swagelok- puristusliitosvuoto komprimointiyksikön jälkeen.....	11
4.	Mallinnustulokset .....	12
4.1	Vety - Alkalielektrolyysiprosessi .....	12
4.1.1	Tapaus 1: Laippavuoto elektrolyysillä .....	12
4.1.2	Tapaus 2: Vetypuskurisäiliön varoventtiilivuoto .....	16
4.2	Vety - Vetykonttialue.....	18
4.2.1	Tapaus 3: Vedyn konttitankkausaseman lastausletkurikko .....	18
4.2.2	Tapaus 4: Swagelok-puristusliitosvuoto paineistuksen (komprimoinnin) jälkeisessä putkistossa.....	22
4.3	Happi - Alkalielektrolyysiprosessi .....	24
4.3.1	Tapaus 5: Laippavuoto .....	24
4.4	Metaani – Metanointiyksikkö .....	25
4.4.1	Tapaus 6: Metaanin konttitankkausaseman lastausletkurikko.....	25
4.4.2	Tapaus 7: Swagelok- puristusliitosvuoto komprimointiyksikön jälkeen.....	27
5.	Johtopäätökset .....	29

## Liitteet

Liite 1 – Suihkupalon lämpösäteilyvaikutukset layoutpohjalla

Liite 2 – Syttymisrajoissa olevien (50 % LFL ja 100 % LFL) pilvien leviäminen layoutpohjalla

Liite 3 – Vetykaasupilvien ylipainevaikutukset layoutpohjalla

# 1. Johdanto

P2X Solutions Oy suunnittelee uutta vihreän vedyn tuotantolaitosta Harjavaltaan. Vetyä tuotetaan vedestä kahdella 10 MW alkalielektrolyysierillä. Lopputuotteeksi saadaan vetyä ja happea. Tuotettua vetyä syötetään loppukäyttäjille, metanointiin sekä vetykontteihin. Tässä seurausanalyysiraportissa tarkastellaan mahdollisia kemikaalionnettomuusvaikutuksia tuotantolaitoksella. Tarkasteltavina kemikaaleina ovat vety, happi ja metaani. Kaikki tarkasteltavat tapaukset sijaitsevat laitoksen ulkotiloissa. Sisätilan onnettomuuskenaarioita ei tarkastella tässä raportissa.

Onnettomuusvaikutukset tarkasteltiin alkalielektrolyysiprosessin, vetykonttialueen ja metanointiyksikön osalta. 10 MW alkalielektrolyysierillä vetyä virtaa putkistossa noin 2 220 Nm<sup>3</sup>/h 18 °C operointilämpötilassa ja 30 bar(g) operointipaineessa. Happea virtaa 1 112 Nm<sup>3</sup>/h 30 bar(g) operointipaineessa ja 60 °C lämpötilassa. Ulkona prosessialueella sijaitsevat vedyn ja hapen puskurisäiliöt, joiden kapasiteetit ovat 100 m<sup>3</sup> vedylle ja 80 m<sup>3</sup> hapelle.

Vetykontteihin vetyä syötetään 100 kg/h 20 °C operointilämpötilassa ja 350 bar(g) operointipaineessa.

Metanointiyksikön osalta tarkasteltiin metaanionnettomuuksia metaanilastauksen aikana, jolloin metaanin virtaama on 174 kg/h operointipaineessa 250 bar(g).

Valitut mallinnustapaukset ovat:

- Putkiston laippa- ja puristusliitosvuodot
- Lastausletkurikot
- Varoventtiilivuodot

## 2. Mallinnuksen oletetut menetelmät

### 2.1 Mallinnettavien aineiden ominaisuudet

#### 2.1.1 Vety

Vety on väritön, hajuton ja erittäin helposti syttyvä kaasu. Sen itsesyttymislämpötila on 560 °C ja syttymisalue 4–75 %. Vedyn ja ilman seoksen sytyttämiseen riittää 0,02 mJ:n energia. Puristetun vedyn vuoto voi muodostaa niin paljon staattista varausta, että vuoto syttyy näennäisesti itsestään. Myös muuten muodostunut staattinen varaus, kipinät, kuumat pinnat ja liekit sytyttävät vedyn helposti. Ruosteinen pinta voi sytyttää vedyn huomattavasti itsesyttymislämpötilaa alemmassa lämpötilassa. Hienojakoinen platina ja jotkut muut metallit sytyttävät vedyn. (OVA – Vety 2022)

Vuotava vety kohoaa ylöspäin ja muodostaa syttyvän seoksen suljetun tilan yläosaan. Vuoto aiheuttaa räjähdysvaaran sisätiloissa. Tulipalon kuumentama kaasusäiliö voi repeytyä, minkä jälkeen vapautunut vety palaa räjähdysnomaisesti. (OVA – Vety 2022). Taulukossa 1 on esitetty vedyn palamisominaisuudet.

Taulukko 1. Vedyn palamisominaisuudet (OVA 2022; Lautkaski 1997)

	Vety
<b>Sulamispiste</b>	-259 °C
<b>Kiehumispiste</b>	-253 °C
<b>Syttymisrajat</b>	4–75,6 v-%
<b>Itsesyttymislämpötila</b>	560 °C
<b>Syttymisenergia</b>	0,02 mJ

#### 2.1.2 Happi

Happi on väritön ja hajuton, hieman ilmaa raskaampi kaasu. Se on voimakas hapetin ja yhdistyy vaihtelevissa lämpötiloissa kaikkiin alkuaineisiin, paitsi jalokaasuihin, muodostaen yleensä oksideja. Happikaasu saattaa syövyttää joitain metalleja erityisesti kosteissa olosuhteissa.

Happi ei ole syttyvää, mutta se ylläpitää palamista ja lisää tulipalon voimakkuutta. Kaasumainen happi reagoi kiivaasti monien orgaanisten ja epäorgaanisten kemikaalien kanssa aiheuttaen palo- ja räjähdysvaaran. Hapen vuoto aiheuttaa syttymisvaaran suljetuissa tiloissa. Hapen kyllästämät vaatteet tai muu palava materiaali sytyvät helposti. (OVA – Happi 2022)

#### 2.1.3 Metaani

Metaani on hajuton, väritön, ilmaa kevyempi kaasu ja sen ominaispaino on 0,554. Se liukenee veteen vain vähän. Se palaa helposti ilmassa muodostaen hiilidioksidia ja vesihöyryä; Liekki on vaalea, hieman valoisa ja erittäin kuuma. Metaanin kiehumispiste on -162 °C (-259,6 °F) ja sulamispiste on -182,5 °C (-296,5 °F).

Metaani on yleensä hyvin stabiili, mutta metaanin ja ilman seokset, joiden metaanipitoisuus on 5–14 tilavuusprosenttia, ovat räjähtäviä. Tällaisten seosten räjähdykset ovat olleet yleisiä hiilikaivoksissa, ja ne ovat aiheuttaneet monia kaivoskatastrofeja.

Metaani on myös pelkistävä aine, joka aiheuttaa räjähdysvaaran reagoidessaan voimakkaiden hapettimien kuten kloorin ja nestemäisen hapen kanssa. Metaani reagoi kiivaasti myös typen oksidien, klooridioksidin ja typpitrifluoridin kanssa. Kylmän, nesteytetyn metaanin reaktio veden kanssa johtaa seoksen voimakkaaseen kiehumiseen ja höyrystymiseen.

Metaanivuoto voi aiheuttaa ulkona syttymisvaaran ja sisällä lisäksi räjähdysvaaran. Metaanin ja ilman syttyvä seos voi syttyä mistä tahansa syttymislähteestä. Seos palaa humahtaen. Jos vuoto jatkuu vielä syttymishetkellä, liekki vetäytyy vuotokohdalle. Suljettuun tilaan, kuten huoneeseen tai viemäriverkostoon muodostuneen seoksen syttyminen aiheuttaa sisätilaräjähdyksen.



Taulukko 2. Metaanin palamisominaisuudet (OVA - Metaani 2021)

	Metaani
Sulamispiste	-182 °C
Kiehumispiste	-162 °C
Syttymisrajat	4,4–17 v-%
Itsesyttymislämpötila	595 °C

Metaania kuljetetaan ja varastoidaan joko puristettuna tai nesteytettynä kaasuna.

## 2.2 Mallinnuksessa käytetyt olosuhteet ja raja-arvot

Seurausmallinnuksissa on käytetty Tukesin ohjeistamia sääolosuhteita sekä lämpösäteilyn ja ylipaineen raja-arvoja. Kaasupilven syttymisen mahdollisuutta arvioidaan määrittämällä syttävän kaasupilven etäisyys vuotopaikasta.

### 2.2.1 Sääolosuhteet

Tukes-opas määrittelee tarkasteltaviksi seuraavat sääolosuhteet (Tukes – turvallisuus selvitys 2021):

- Säätyyppi 2/F: Tuulen nopeus 2 m/s ja Pasquill-Gifford stabiilisuusluokka F (stabiili)
- Säätyyppi 5/D: Tuulen nopeus 5 m/s ja Pasquill-Gifford stabiilisuusluokka D (neutraali)

Stabiilisuusluokka F vastaa tyyntä säätilaa, joka esiintyy tyypillisesti yöaikaan. Stabiilisuusluokka D vastaa pilvistä säätilaa, joka esiintyy sekä päiväs- että yöaikaan. Mallinnustapausten osalta säätyyppi 2/F vastaa yöaikaa ja 5/D päiväsaikaa.

Vallitsevia tuulen suuntia ei tarkasteltu ja mallinnusten tulokset on esitetty niin, että ilmoitetut seurausten vaikutusten etäisyydet täytyvät aina myötätuuleen.

### 2.2.2 Palojen lämpösäteilyarvot

Palojen lämpösäteilyn raja-arvoista on kerrottu turvallisuusvaatimusasetuksen (856/2012) 6 §:ssä:

*Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa tapahtuvasta, 5 §:ssä tarkoitetusta onnettomuudesta aiheudu sellaista lämpösäteilyä tuotantolaitoksen ulkopuolella oleviin kohteisiin, että*

- 1. sen vaikutuksesta rakennukset, laitteistot, rakenteet tai muut paloa levittävät kohteet voisivat syttyä;*
- 2. se voisi estää ihmisten suojautumisen tai poistumisen lämpösäteilyn vaikutusalueelta rakennus- tai muissa kohteissa, joissa ihmisiä voi oleskella;*
- 3. se voi aiheuttaa palovammoja ulkona oleville ihmisille kohteissa, joista poistuminen tai joiden tyhjentäminen voi onnettomuustilanteissa olla hidasta, kuten hoitolaitokset, majoitustilat, kokoontumis- ja liiketilat ja -alueet taikka tiheästi asutut asuinalueet.*

Tukes on ohjeistanut, että yllä olevaa kohtaa 1, 2 ja 3 vastaavat lämpösäteilyt ovat 8 kW/m<sup>2</sup>, 5 kW/m<sup>2</sup> ja 3 kW/m<sup>2</sup>. Poistumisteiden osalta lämpösäteilyn arvoksi valitaan 3 kW/m<sup>2</sup>.

## 2.2.3 Räjähdyksen ylipaineet

Mallinnuksissa käytettiin Tukesin ohjeistamia ylipaineen raja-arvoja, jotka on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Räjähdyksen ylipaineen raja-arvot ja vaikutukset. (Tukes – Tuotantolaitosten Sijoittaminen 2015)

Ylipaine	Vaikutukset rakennuksiin ja ihmisiin	Mahdollisia rakenne- tai rakennustyyppejä
0,3 bar	Kantavien rakenteiden romahduksia, onnettomuuden mahdollinen laajenemisriski	Teollisuuslaitteet ja -rakenteet
0,15 bar	Talojen osittaisia romahtamisia, pysyvän vammautumisen riski	Rakennukset ja rakenteet, joille perustelluista syistä voidaan hyväksyä tämä yläraja, kuten painetta kestäväksi mitoitetut teollisuusrakennukset
0,05 bar	Pieniä vaurioita talojen rakenteille Vammautumisen riski	Rakennukset ja alueet, joissa normaalisti oleskelee ihmisiä

Kirjallisuudessa on kerätty useita yksinkertaistettuja malleja, kuten TNT-ekvivalenttimenetelmä, TNO-monienergiamenetelmä (=Multi Energy) ja BakerStrehlow-Tang-malli (BST). Näistä TNT-menetelmä on vanhin. Kaksi jälkimmäistä kehitettiin 80-luvulla.

Deflagraatiosta räjähdykseen siirtymisestä (DDT = Deflagration to **d**etonation **t**ransition) puhutaan, kun liekin etenemisnopeus kasvaa alle 100 m/s → 2000 m/s.

Jos Machin luku tiedetään, on BST:n menetelmä yksinkertaista käyttää. Ohessa taulukko, jossa Machin luku on annettu kolmelle eri kaasulle, jotka ovat yleisesti käytössä. Siirtyminen vedyn palamisesta kaasupilviräjähdykseen tapahtuu, kun tarkasteltava tila muuttuu avoimesta suljetumpaan, jolloin etenevän palorintaman turbulenssi lisääntyy. Tämä on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. BST-menetelmässä käytettävät parametrit<sup>1</sup>

Materiaali	Rajoittuneisuus		
	Matala	Keski	Korkea
Korkea (vety)	0,36	DDT	DDT
Keski (propaani)	0,11	0,44	0,50
Matala (metaani)	0,026	0,23	0,34

Tässä seurausanalyysissä tarkasteltiin kaasupilven syttymistä/ räjähdystä Multi-Energy-menetelmällä, joka on yksi laajasti käytetyistä menetelmistä kaasupilviräjähdyksen tarkasteluun. Vedyn syttymisrajat (LEL/ UEL) ovat 4...75 til.-%. Kaasupilviräjähdyksestä voidaan puhua, kun vetypitoisuus on välillä 18,3...59 til.-% (taulukko 5).

Taulukko 5. Vedyn ja asetyleenin syttymis- ja räjähdysrajat<sup>2</sup>

Aine	Laminaaristen liekkien rajat (v-% ilmassa)		Detonaatorajat (v-% ilmassa)	
	Alempi	Ylempi	Alempi	Ylempi
Asetyleeni	2,5	100	4,2	50
Vety	4,0	75	18,3	59

<sup>1</sup> Timothy A. Melton and Jeffrey D. Marx, Estimating Flame Speeds for Use with the BST Blast Curves, American Institute of Chemical Engineers 2008 Spring National Meeting

<sup>2</sup> R.K. Eckhoff, Explosion Hazards in the Process Industries, II edition, 2016. Taulukko 2.8

## 2.2.4 Kaasupilven syttyminen (flash fire)

Kaasupilven syttymisen ja humahtamalla (flash fire/ deflagration) tapahtuvan palamisen riskit tarkastellaan määrittämällä syttyvän kaasupilven (alemman syttymisrajan pitoisuus) etäisyydet vuotolähteestä. Kaasupilven syttyessä seuraukset matalamman syttymisrajan sisäpuolella oleville henkilöille ovat hyvin vakavat (kuolema). Etäisyydet, joissa kaasupilven pitoisuus on 50 % alemmasta syttymisrajasta mallinnettiin myös havainnollistamaan kaasupilven laimenemista. Tällä etäisyydellä kaasupilven syttyminen vaatii paikallisen korkeamman syttyvän aineen konsentraation, joka on aiheutunut esimerkiksi epätäydellisestä kaasun sekoittumisesta.

Kaasupilven palaminen on hyvin nopeaa ja kaasupilven lämpösäteilyvaikutukset ovat hyvin lyhytaikaiset.

## 2.2.5 Tarkastelukorkeus

Tulosten tarkastelukorkeudeksi valitaan yleensä 1,5–2 m, joka vastaa ihmisen normaalia hengityskorkeutta. Tässä mallinnuksessa tarkastelukorkeutena käytettiin korkeutta 1,5 m.

## 3. Mallinnetut tapaukset

### 3.1 Vety: Alkalielektrolyysiprosessi

Alkalielektrolyysiprosessin osalta vetyvuodot tarkasteltiin ulkotilassa ennen komprimointia. Tähän seurausanalyysiraporttiin alkalielektrolyysiprosessin osalta tarkasteltiin 2 tapausta, jotka on kuvattu alla tarkemmin.

#### 3.1.1 Tapaus 1: Laippavuoto elektrolyysillä

Vety johdetaan 10 MW alkalielektrolyyseilta säiliöön ja sitä kautta loppukäyttäjille, vetykontteihin ja/tai metanointiin. Vetyputkisto (DN50, ID = 54,5 mm, PN 40)) sijaitsee säiliön hoitotasolla, jonka korkeudeksi on arvioitu olevan 3 m. Tapauksessa 1 oletettiin, että putkiston laippojen väliin muodostuu noin 1 mm levyinen rako, jota vastaavaa ekvivalenttihalkaisijaa käytettiin mallinnuksessa vuotoaukon kokona (15 mm).

Vety virtaa putkistossa 30 bar(g) paineessa ja n. 18 °C lämpötilassa. Vuoto mallinnettiin kahdelle eri vuotosuunnalle: horisontaalinen ja vertikaalinen (alaspäin). Vuotoajaksi määritettiin 10 min ja vuotokorkeudeksi 3 m. Tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m.

#### 3.1.2 Tapaus 2: Puskurisäiliön varoventtiilivuoto

Alkalielektrolyysiprosessin jälkeen tuotettu ja puhdistettu vetykaasu syötetään 100 m<sup>3</sup> puskurisäiliöön. Tapauksessa 2 mallinnettiin puskurisäiliön varoventtiilivuoto (vuotava määrä arvioitu olevan 2 m<sup>3</sup>). Tapauksessa varoventtiilin avautumispaineena on käytetty säiliön suunnittelupainetta 36 bar(g) ja lämpötilana 25 °C. Varoventtiilin vuotoaukon kooksi määritettiin 13 mm ja vuotokorkeudeksi 13 m. Tarkastelukorkeus on 1,5 m.

### 3.2 Vety - Vetykonttialue

Vetykonttien vetyvuodot tarkasteltiin ulkotilassa komprimointiyksikön jälkeen. Tähän seurausanalyysiraporttiin vetykonttialueen osalta tarkasteltiin 3 tapausta, jotka on kuvattu alla tarkemmin.

#### 3.2.1 Tapaus 3: Vedyn konttitankkausaseman lastausletkurikko

Tapauksessa 3 tarkasteltiin 6,35 mm lastausletkurikkoa, jossa letku (3 m pitkä) katkeaa tai irtoaa kokonaan. Vuotoaikojen osalta mallinnoissa huomioitiin 10 min vuotoaika, joka vastaa aikaa ilman turvatoimintoja ja 10 s vuotoaika, jossa turvatoiminnot huomioidaan. Vuotoa rajoittaa kontin päässä oleva jakoventtiili, jonka kapein kaasukanava on 3 mm. Vetyä virtaa 100 kg/h 350 bar(g) operointipaineessa ja 20 °C operointilämpötilassa. Vuotokorkeudeksi asetettiin 1 m ja tarkastelukorkeus on 1,5 m. Tarkastelupisteet sijaitsevat konttien päissä.

#### 3.2.2 Tapaus 4: Swagelok-puristusliitosvuoto paineistuksen (komprimoinnin) jälkeisessä putkistossa

Tapaus 4 on operointiarvoiltaan vastaavanlainen kuin tapaus 3. Tapauksessa 4 mallinnettiin vetyvuoto 12 mm OD putkiston Swagelok-puristusliitoksesta. Tapauksessa oletettiin, että liitoksen väliin muodostuu noin 0,5 mm levyinen rako, jota vastaavaa ekvivalenttihalkaisijaa käytettiin mallinnuksessa vuotoaukon kokona (4 mm). Vuotoajaksi määritettiin 10 min ja vuotokorkeudeksi 1 m. Tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m.

### 3.3 Happi - Alkalielektrolyysiprosessi

#### 3.3.1 Tapaus 5: Laippavuoto happisäiliöllä

Tapauksessa 5 mallinnettiin happikaasun vuoto DN32 laippavuodon seurauksena. Happea virtaa putkistossa noin 1 112 Nm<sup>3</sup>/h (1600 kg/h) 31 bar(g) operointipaineessa ja 60 °C lämpötilassa. Vuotoaukon kooksi määritettiin 12,2 mm ja vuotokorkeudeksi 1 m.

Happikaasu reagoi kiivaasti monien orgaanisten ja epäorgaanisten kemikaalien kanssa aiheuttaen palo- ja räjähdysvaaran. Hapen määrän ylittäessä 21 v-% ilmassa, palo- ja räjähdysvaarat kasvavat. Tähän mallinnukseen valittiin tarkasteltavaksi hapen pitoisuudeksi 25 v-% ilmassa, jolloin palo- ja räjähdysvaarat ovat

kasvaneet merkittävästi. Tapauksessa 5 tarkasteltiin vuotavan hapen leviämistä 4 v-% (40 000 ppm) pitoisuuteen asti, joka sekoittuessaan ilmaan nostaa hapen pitoisuuden ilmassa 25 v-%:iin.

### 3.4 Metaani – Metanointiyksikkö

Metaanin osalta tarkasteltiin vuototilanteita ulkotilassa komprimoinnin jälkeen konttitankkausasemalla. Tähän seurausanalyysiraporttiin metaanikonttialueen osalta tarkasteltiin 2 tapausta, jotka on kuvattu alla tarkemmin.

#### 3.4.1 Tapaus 6: Metaanin konttitankkausaseman lastausletkurikko

Tapauksessa 6 tarkasteltiin 12 mm lastausletkurikkoa, jossa letku katkeaa tai irtoaa kokonaan. Letkut on liitetty dispensereihin, jotka ovat varustettu Breakaway-liittimellä, joka on suunniteltu rikkoutumaan normaalista käytöstä poikkeavasta kovasta vedosta hallitusti sulkien kaasulinjan molempiin suuntiin. Metaania virtaa 174 kg/h (=216 Nm<sup>3</sup>/h) 250 bar(g) operointipaineessa ja 20 °C operointilämpötilassa. Vuotokorkeudeksi asetettiin 1 m ja tarkastelukorkeus on 1,5 m.

#### 3.4.2 Tapaus 7: Swagelok- puristusliitosvuoto komprimointiyksikön jälkeen

Tapauksessa 7 mallinnettiin metaanivuoto 16 mm OD putkiston Swagelok-puristusliitoksesta. Tapauksessa oletettiin, että liitosten väliin muodostuu noin 0,5 mm levyinen rako, jota vastaavaa ekvivalenttihalkaisijaa käytettiin mallinnuksessa vuotoaukon kokona (5,7 mm). Vuotokorkeudeksi määritettiin 1 m ja tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m.

Metaania virtaa 174 kg/h 250 bar(g) operointipaineessa ja 20 °C operointilämpötilassa. Vuotoajaksi määritettiin 10 minuuttia.

## 4. Mallinnustulokset

Mallinnustulosten osalta esitetään mallinnettujen tapausten tulokset. Tapaukset tarkasteltiin alkali-elektrolyysiprosessin, vetykonttialueen, metanointi-yksikön ja metaanikonttialueen osalta.

### 4.1 Vety - Alkali-elektrolyysiprosessi

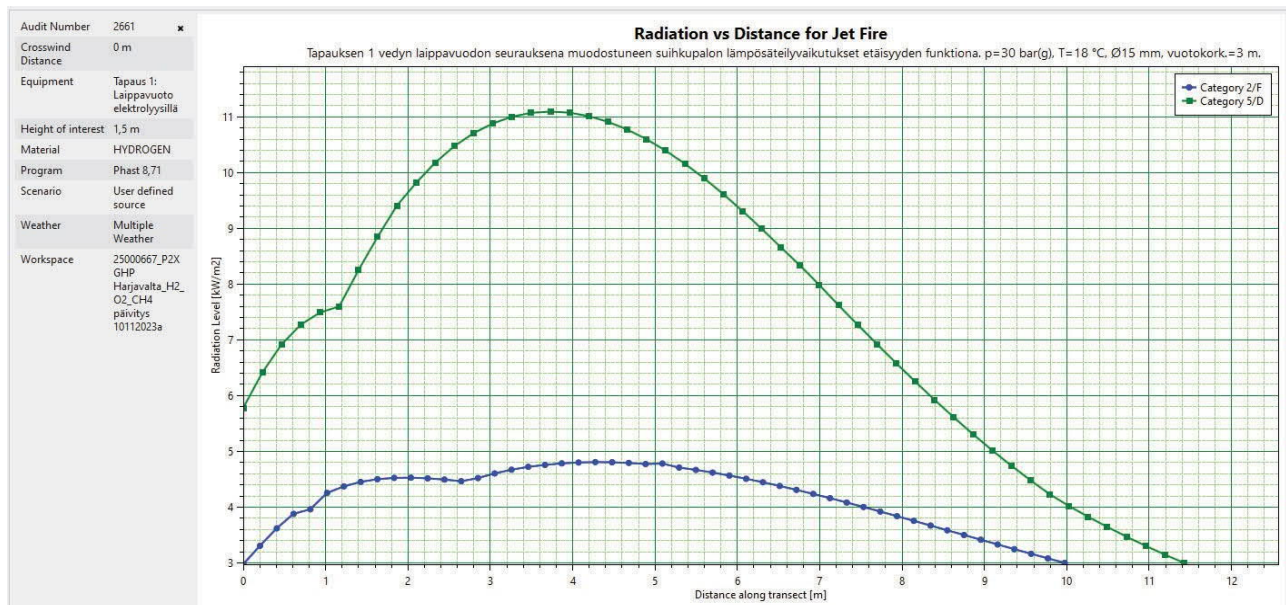
Alkali-elektrolyysiprosessin osalta vetyonnettomuustapausten tulokset on tarkasteltu kahdessa erillisessä tapauksessa, jotka on esitetty alla tarkemmin. Mallinnetut tapaukset on tarkasteltu ulkotilassa. Tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m.

#### 4.1.1 Tapaus 1: Laippavuoto elektrolyysillä

Tapauksessa 1 mallinnettiin vetyvuoto alkali-elektrolyysereiden jälkeisessä DN50 putkiston laippaliitoksesta ulkotilassa säiliön jälkeen. Tapauksessa oletettiin, että laippavuodossa laippojen väliin muodostuu noin 1 mm levyinen rako, joten vastaavaa ekvivalenttihalkaisijaa käytettiin mallinnuksessa vuotoaukon kokona (15 mm). Tuloksina tarkasteltiin vuodon seurauksena muodostuvan suihkupalon lämpösäteilyvaikutuksia sekä vuodosta leviävän syttymiskelpoisen kaasupilven leviämistä ympäristöön.

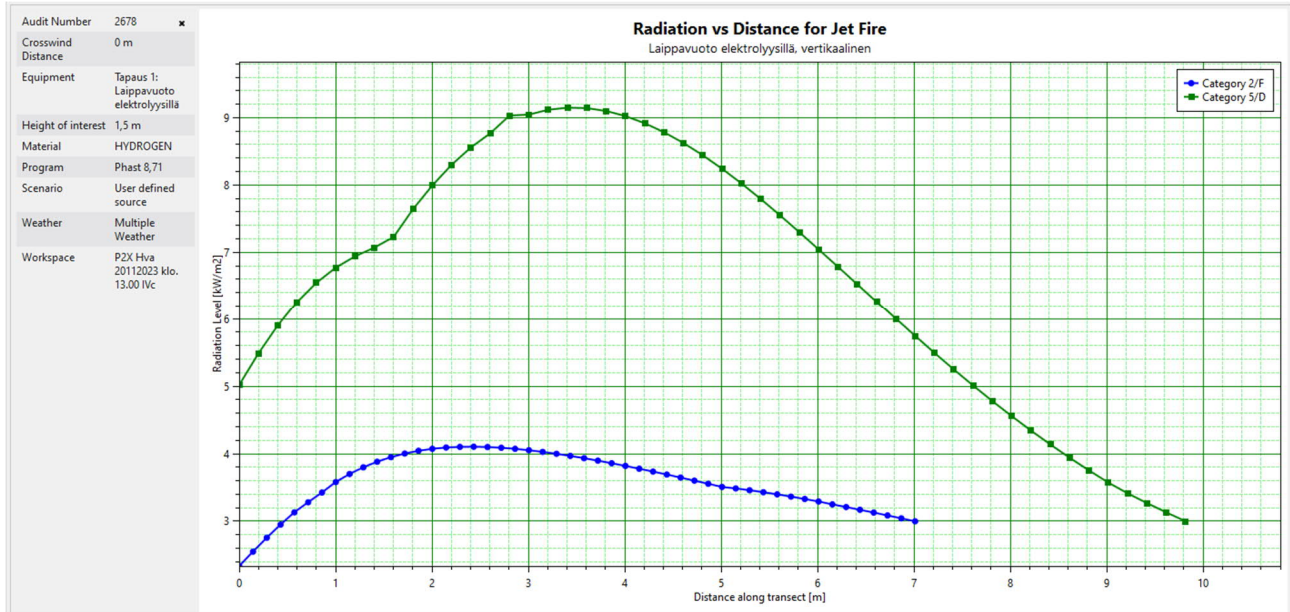
Vetyä virtaa pääputkistossa noin 2 220 Nm<sup>3</sup>/h (inventaarior 200 kg/h = 0,056 kg/s), 30 bar(g) operointipaineessa ja 18 °C operointilämpötilassa ennen säiliötä. Säiliön jälkeen virtausmäärä on 400 kg/h.

Vuotoa tarkasteltiin kahteen vuotosuuntaan: horisontaalinen ja vertikaalinen (ylöspäin) vuoto. Vuotoajaksi määritettiin 10 min ja vuotokorkeudeksi 3 m. Laippavuodon seurauksena syntyvän suihkupalon aiheuttaman lämpösäteilyn määrä etäisyyden kasvaessa on esitetty kuvassa 1 (horisontaalinen vuoto) ja kuvassa 2 (vertikaalinen vuoto).



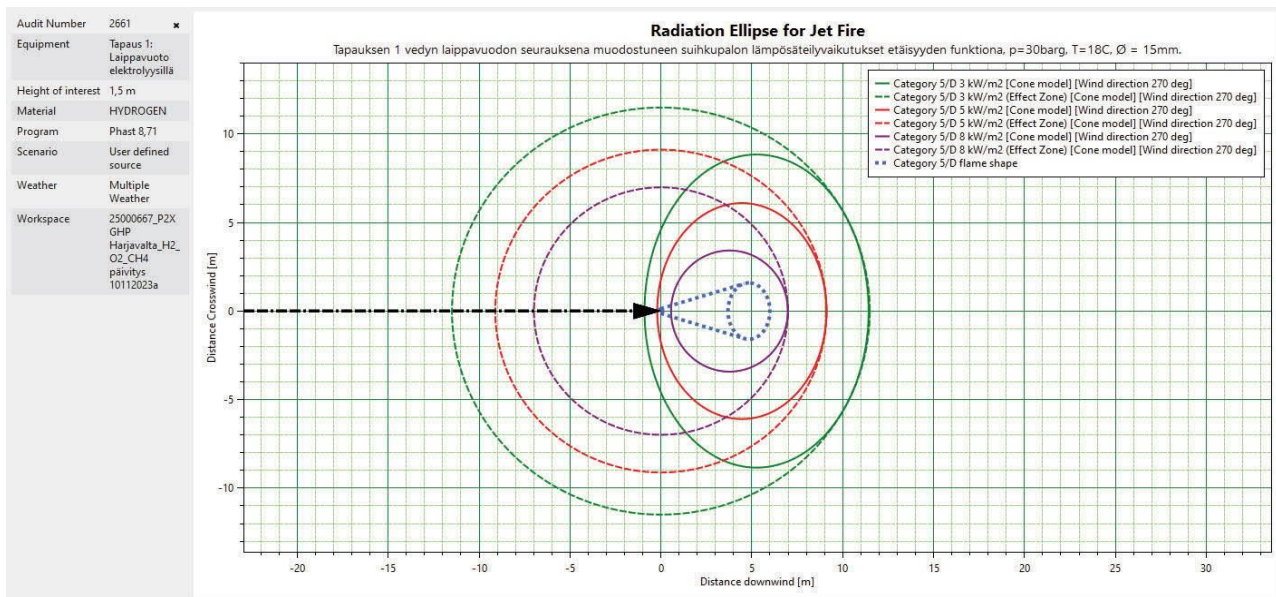
Kuva 1. Tapauksen 1 vedyn laippavuodon seurauksena muodostuneen suihkupalon lämpösäteilyvaikutukset etäisyyden funktiona. Vuotosuunta horisontaalinen, operointipaine 30 bar(g), operointilämpötila 18 °C, vuotoaukko 15 mm, vuotokorkeus 3 m. Vuotoaika 10 min, tarkastelukorkeus 1,5 m.





Kuva 2. Tapauksen 1 vedyn laippavuodon seurauksena muodostuneen suihkupalon lämpösäteilyvaikutukset etäisyyden funktiona. Vuotosuunta vertikaalinen, operointipaine 30 bar(g), operointilämpötila 18 °C, vuotoaukko 15 mm, vuotokorkeus 3 m. Vuotoaika 10 min, tarkastelukorkeus 1,5 m.

Kuvassa 3 lämpösäteilyn voimakkuus horisontaaliselle vuodolle on esitetty vaakasuunnassa. Etäisyys maanpinnasta on 1,5 m.



Kuva 3. Tapauksen 1 vedyn laippavuodon seurauksena muodostuneen suihkupalon lämpösäteilyn voimakkuus vaakasuunnassa. Vuotosuunta: horisontaalinen, operointipaine 30 bar(g), operointilämpötila 18 °C, vuotoaukko 15 mm, vuotokorkeus 3 m. Vuotoaika 10 min, tarkastelukorkeus 1,5 m. Etäisyys maanpinnasta on 1,5 m.

Tukes-oppaan mukaiset lämpösäteilyn raja-arvot tarkasteltiin horisontaalisen vuotosuunnan osalta ja niiden maksimietäisyydet on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Tapauksen 1 vedyn laippavuodon lämpösäteilyarvojen maksimietäisyydet syttymispisteestä tuulensuunnasta riippumatta. Vuotosuunta horisontaalinen, operointipaine 30 bar(g), operointilämpötila 18 °C, vuotoaukko 15 mm, vuotokorkeus 3 m. Vuotoaika 10 min, tarkastelukorkeus 1,5 m

Lämpösäteilyarvo	Maksimietäisyys syttymispisteestä	
	2/F ja 5/D	
3 kW/m <sup>2</sup>	11,4 m	
5 kW/m <sup>2</sup>	9,1 m	
8 kW/m <sup>2</sup>	7,0 m	
Liekin pituus	9,2 m	

Lämpösäteilyarvojen maksimietäisyydet syttymispisteestä layoutpohjalla on esitetty liitteessä 1.

Jos vety ei syty välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo), voi se muodostaa syttymisrajoissa olevan kaasupilven sekoittuessaan ilman kanssa. Mallinnustulosten perusteella 10 min vuotoajan ja 15 mm vuotoaukon yhteydessä voi muodostua syttymisrajoissa oleva pilvi. Muodostuvan kaasupilven alemman syttymisrajan (100 % LFL) ja alemmasta syttymisrajasta 50 % olevan rajan (50 % LFL) etäisyydet eri sääolosuhteissa on esitetty taulukossa 7.

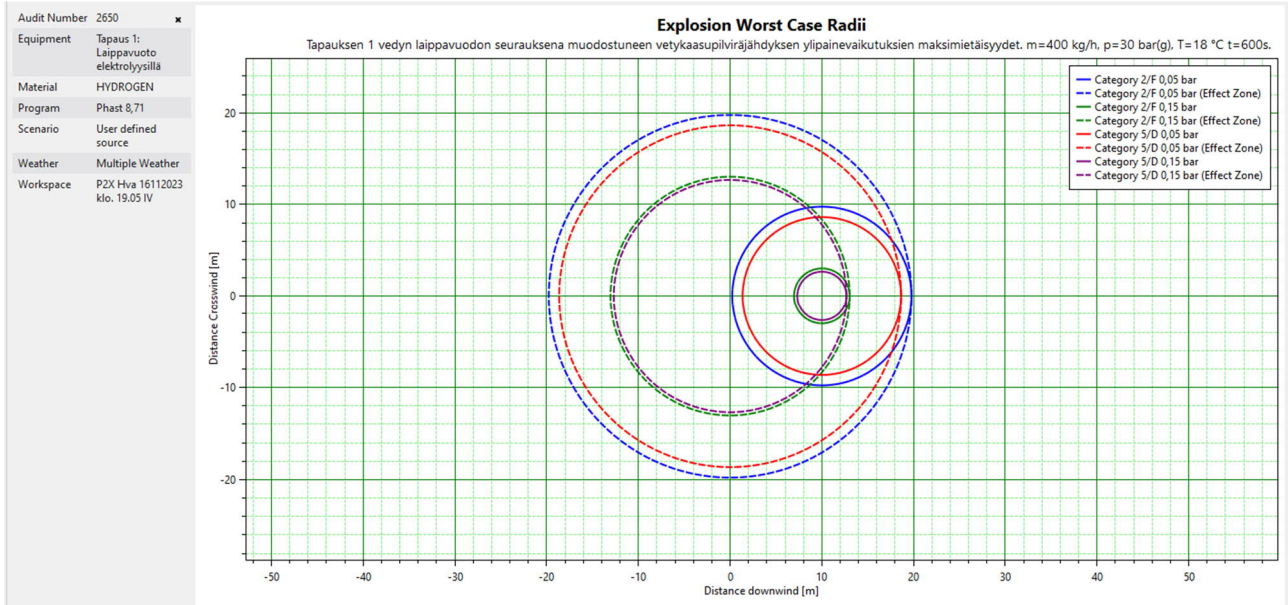
Taulukko 7. Tapauksen 1 vedyn laippavuodon seurauksena muodostuneiden 50 % LFL ja 100 % LFL vetykaasupilvien maksimietäisyydet vuotolähteestä tuulensuunnasta riippumatta. Vuotosuunta horisontaalinen, vedyn virtaama 400 kg/h, operointipaine 30 bar(g), operointilämpötila 18 °C, vuotoaukko 15 mm, vuotoaika 10 min, vuotokorkeus 3 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Vetykaasupilven syttymisrajat	Syttyvän kaasupilven maksimietäisyys	
	2/F	5/D
50 % LFL (20 000 ppm)	9,4 m	13,8 m
100 % LFL (40 000 ppm)	8,4 m	5,4 m

Syttyvän kaasupilven maksimietäisyydet syttymispisteestä layoutpohjalla on esitetty liitteessä 2.

Räjähdyksen aiheuttaman ylipaineen maksimietäisyydet ("Effective Zones") tuulen suunnasta riippumatta on esitetty kuvassa 4 ja taulukossa 8.





Kuva 4. Tapauksen 1 vedyn laippavuodon seurauksena muodostuneen vetykaasupilviräjähdyksen ylipainevaikutuksien maksimietäisyydet tuulensuunnasta riippumatta. Vuotosuunta horisontaalinen, vedyn virtaama 400 kg/h, operointipaine 30 bar(g), operointilämpötila 18 °C, vuotoaukko 15 mm, vuotokorkeus 3 m, vuotoaika 10 min. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

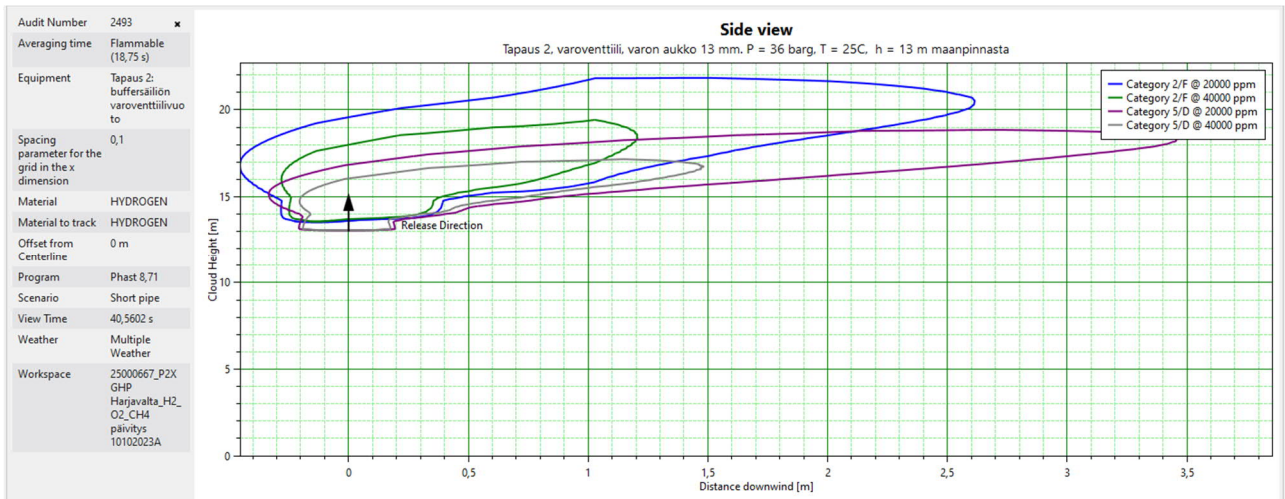
Taulukko 8. Tapauksen 1 vedyn laippavuodon seurauksena muodostuneen vetykaasupilviräjähdyksen ylipainevaikutuksien maksimietäisyydet tuulensuunnasta riippumatta. Vuotosuunta horisontaalinen, vedyn virtaama 400 kg/h, operointipaine 30 bar(g), operointilämpötila 18 °C, vuotoaukko 15 mm, vuotokorkeus 3 m, vuotoaika 10 min. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Ylipaine	Maksimietäisyys syttymispisteestä	
	2/F	5/D
0,05 bar	19,9 m	19,2
0,15 bar	13,1 m	12,6
0,30 bar	-	-
Räjähätävän aineen massa	0,11 kg	0,08

#### 4.1.2 Tapaus 2: Vetypuskurisäiliön varoventtiilivuoto

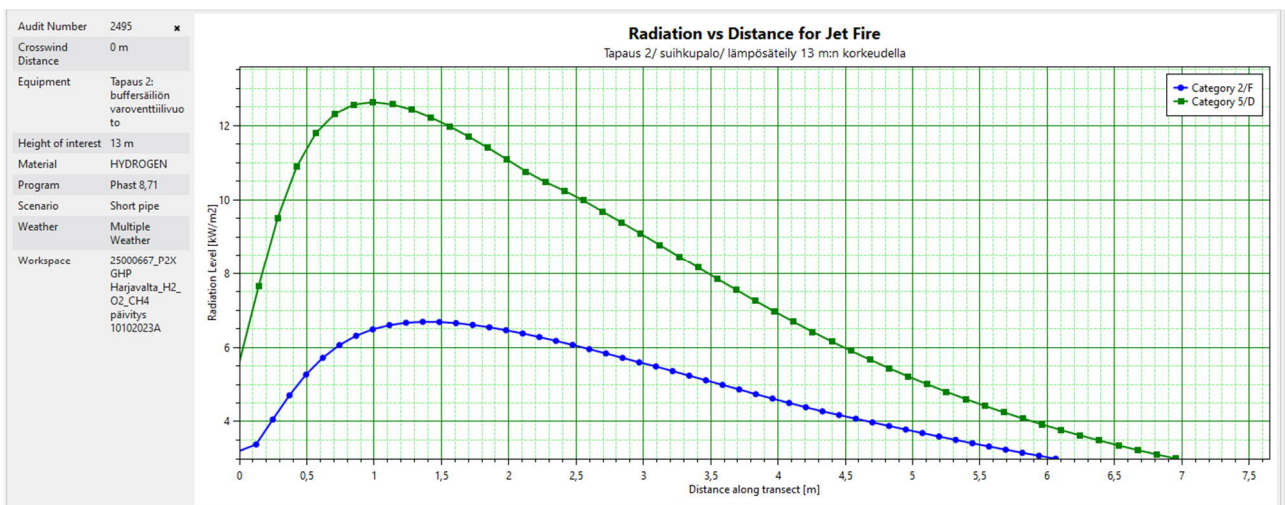
Tapauksessa 2 mallinnettiin vetyvuoto 100 m<sup>3</sup> puskurisäiliön varoventtiilistä (vuotava määrä arvioitu olevan 2 m<sup>3</sup>). Vetyä virtaa ulospuhallusputken kautta ulkoilmaan, joka sijaitsee maanpinnasta noin 13 m korkeudella. Varoventtiin avautumispaineena käytettiin 36 bar(g) ja operointilämpötilana 25 °C. Varoventtiin vuotoaukon kooksi valittiin 13 mm.

Mallinnustulosten perusteella vedyn virtaama vuotoaukosta on noin 0,15 kg/s ja vuoto kestää noin 40 s. Kuvassa 5 on esitetty syttymisrajoissa olevan pilven muodostuminen sivuleikkauskuvana. Kuten kuvasta 5 nähdään, vetyvuoto varoventtiilistä ei aiheuta suoraa vaaraa maantasolle. Vuotaneen vedyn määrä on pieni suhteellisen matalan purkautumispaineen vuoksi.

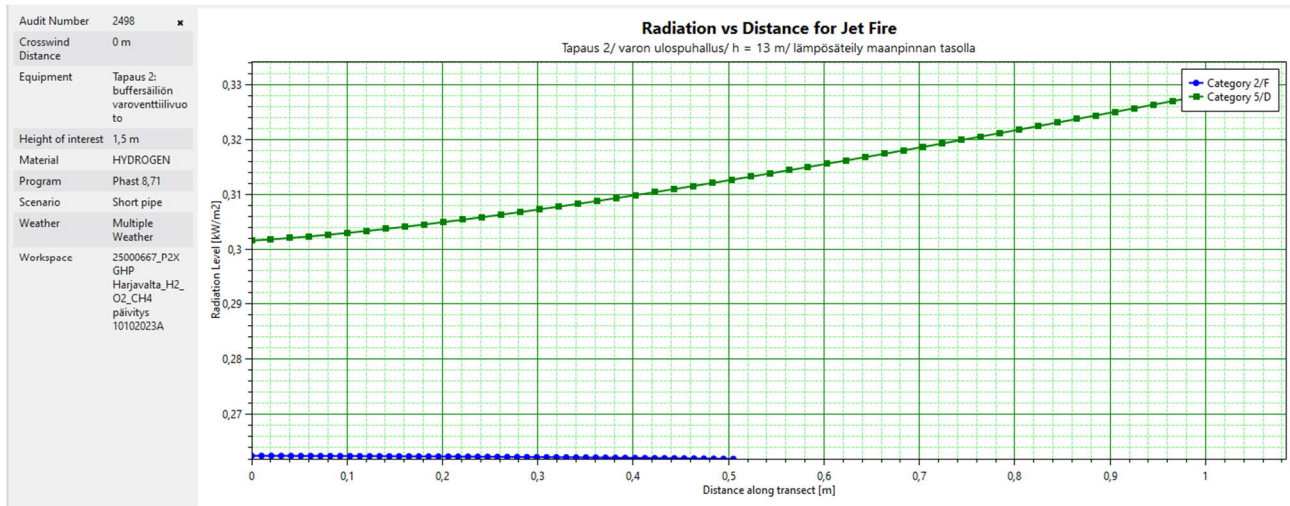


Kuva 5. Tapauksen 2 vedyn puskurisäiliön varoventtiilivuodon seurauksena muodostuneen 50 % ja 100 % syttymisrajoissa olevien pilvien poikkileikkauskuvat. Vetyinventario 2 m<sup>3</sup>, operointipaine 36 bar(g), operointilämpötila 25 °C, vuotoaukko 13 mm, vuotokorkeus 13 m.

Kuvassa 6 on esitetty suihkupalon lämpösäteilyn vaikutuksen vuotokorkeudella 13 m ja kuvassa 7 tarkastelukorkeudella 1,5 m. Tulosten perusteella varoventtiilivuodosta aiheutuva suihkupalo ei aiheuta merkittävää vaaraa maantasolla, vaan maksimi lämpösäteilyarvot jäävät alle 0,25 kW/m<sup>2</sup>.



Kuva 6. Tapauksen 2 vedyn puskurisäiliön varoventtiilivuodon suihkupalon aiheuttama lämpösäteily etäisyyden funktiona. Vetyinventario 2 m<sup>3</sup>, operointipaine 36 bar(g), operointilämpötila 25 °C, vuotoaukko 13 mm, vuotokorkeus 13 m. Tarkastelukorkeus 13 m.



Kuva 7. Tapauksen 2 vedyn puskurisäiliön varoventtiilivuodon suihkupalon aiheuttama lämpösäteily etäisyyden funktiona. Vetyinventaarior 2 m<sup>3</sup>, operointipaine 36 bar(g), operointilämpötila 25 °C, vuotoaukko 13 mm, vuotokorkeus 13 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Maanpinnan läheisyydessä (h=1,5 m) ei muodostu syttyviä vetypilviä eikä tapahdu kaasupilviräjähdyksiä. Mahdolliset ylipaineet voidaan havaita lähellä vuotokorkeutta (h=13 m).

## 4.2 Vety - Vetykonttialue

Vetykonttialueen osalta vetyonnettomuustapausten tulokset on tarkasteltu kahdessa erillisessä tapauksessa, jotka on esitetty alla tarkemmin. Mallinnetut tapaukset on tarkasteltu ulkotilassa. Tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m.

### 4.2.1 Tapaus 3: Vedyn konttitankkausaseman lastausletkurikko

Tapauksessa 3 mallinnettiin vetyvuoto lastausletkurikon (D=6,35 mm) seurauksena. Vuotoaikojen osalta mallinuksissa huomioitiin 10 min vuotoaika, joka vastaa aikaa ilman turvatoimintoja ja 10 s vuotoaika, jossa turvatoiminnot huomioidaan. Vetyä virtaa operointitilanteessa 100 kg/h, 350 bar(g) operointipaineessa ja 20°C operointilämpötilassa. Vuotokorkeudeksi asetettiin 1 m.

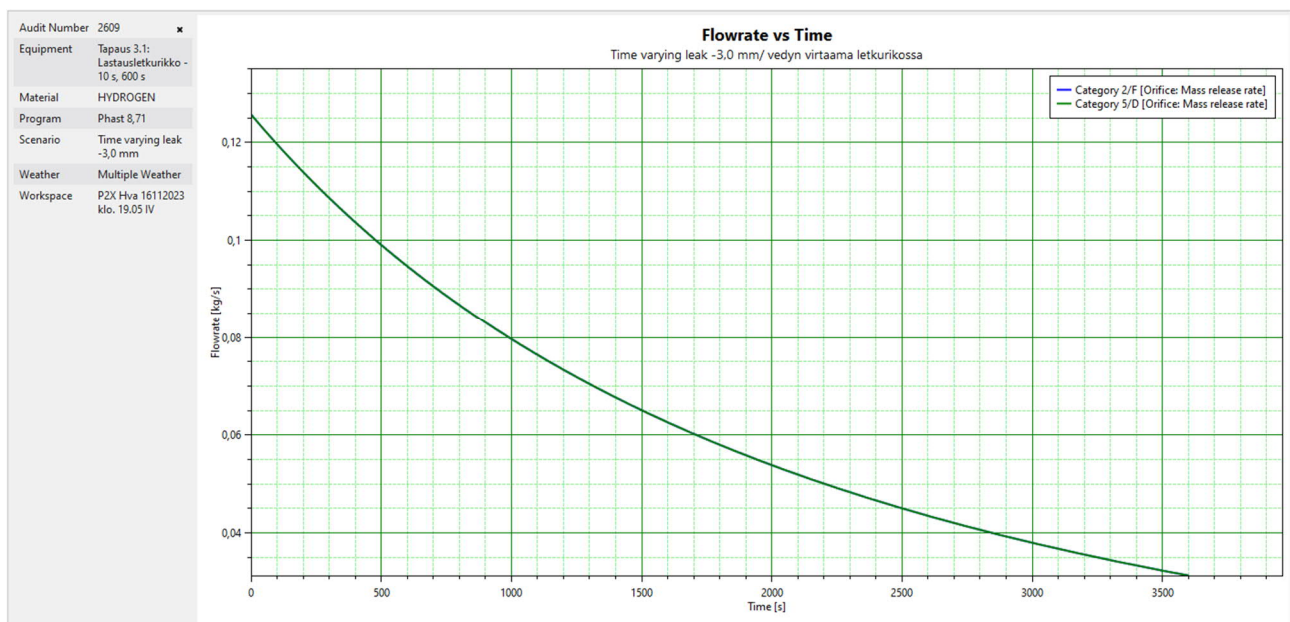
Kontin päässä on jakoventtiili, josta syöttö tapahtuu lastausletkuille. Jakoventtiilissä kapein kaasukanava on 3 mm, joka määrittää letkurikossa virtaaman (= 0,12 kg/s).

Putkirikon sattuessa (kun turvatoiminnot ovat käytössä) arvioitiin vuotavan vedyn määräksi taulukon 9 mukaisesti.

Taulukko 9. Putkipituudet dispenseriltä kontille

Kohde	Pituus	ID Sisähalkaisija	Tilavuus
Letku	3,5 m	6,35 mm	0,11 l
Putki	9 m	10,1 mm	0,72 l
Dispenser	-	-	0,12 l
Yhteensä			0,95 l

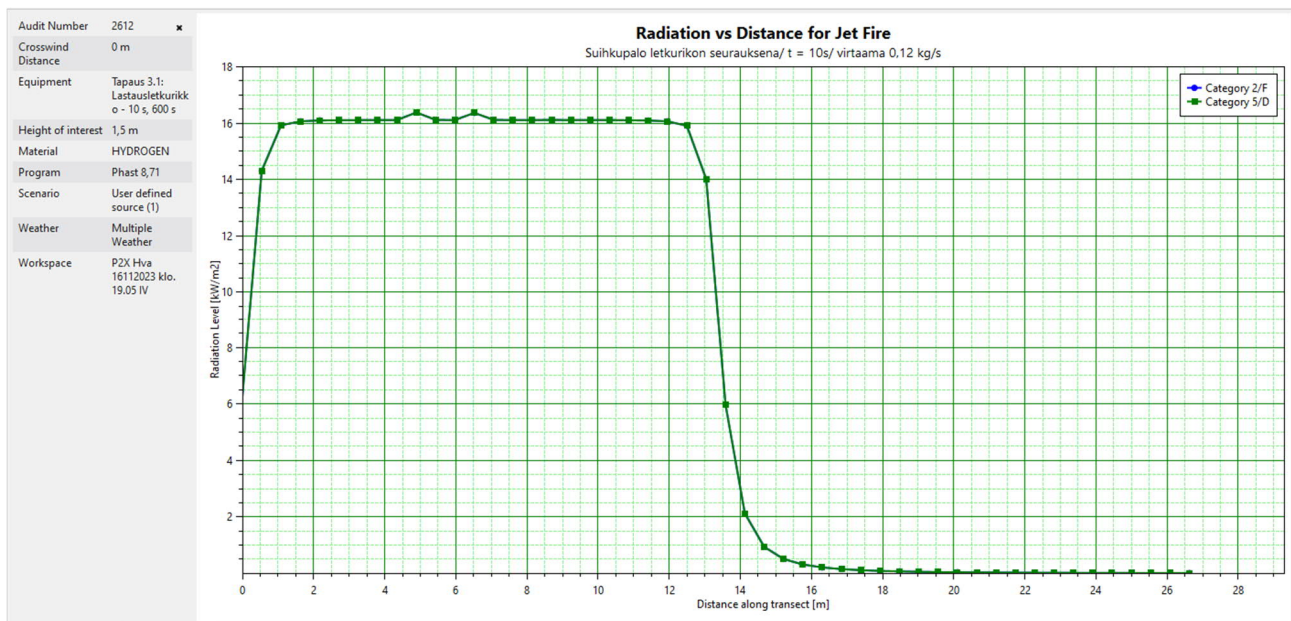
Kuvassa 8 on ensin esitetty laskelmat virtaaman määrälle letkurikkotilanteessa, Täten vedyn virtaus päättyy n. 11 s kuluttua, kun ESD on toiminnassa. Virtaus pienenee 10 s kuluttua (ei esitetty kuvassa).



Kuva 8. Tapauksen 3 vetykonttialueen lastausletkurikko (vuotoaukko 3 mm, pituus 3,5 m), jossa vedyn virtausmäärä (kg/s) ajan funktiona.

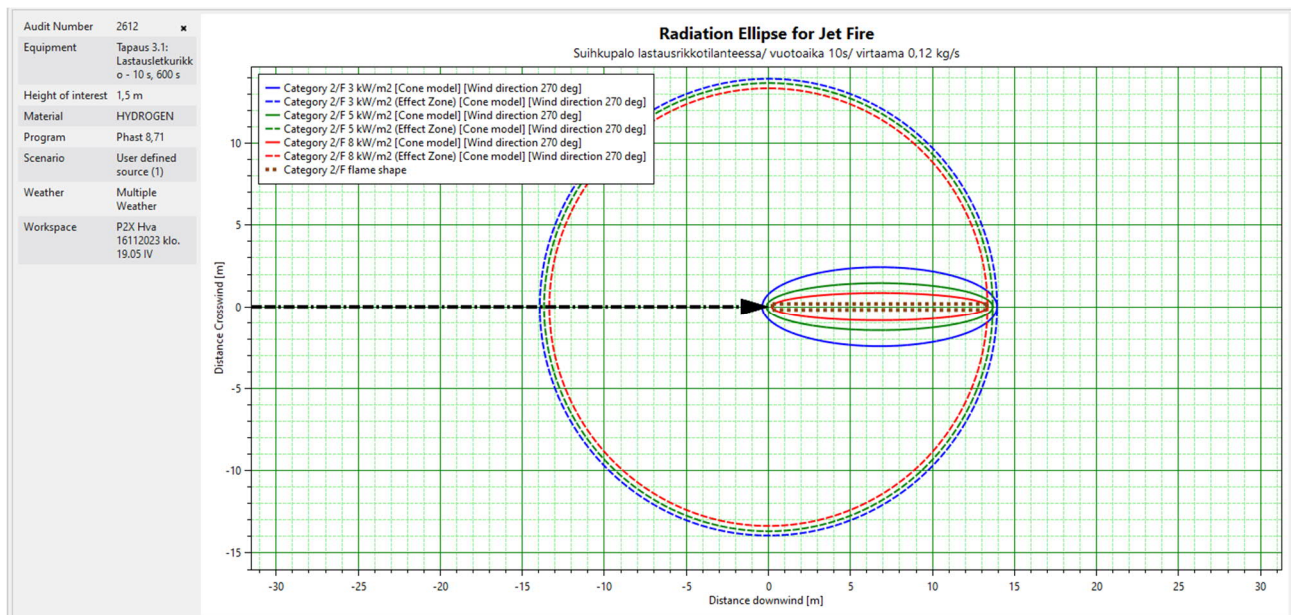


Kuvassa 9 on esitetty suihkupalon aiheuttama lämpösäteily etäisyyden funktiona. Koska vuotoaika on lyhyt (10 s), todennäköisyys suihkupalolle on varsin pieni.



Kuva 9. Tapauksen 3 vedyn suihkupalon aiheuttama lämpösäteily etäisyyden funktiona. Vedyn virtaama on 100 kg/h, vuotoaika 10 s. Operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 3 mm, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m

Toisena tapauksena tarkasteltiin ko. lastausletkurikkaa, kun vuotoaika on 600 s.



Kuva 10. Tapauksen 3 vedyn seurauksena muodostuneen vetykaasupilviräjähdyksen ylipainevaikutuksien maksimietäisyydet tuulensuunnasta riippumatta. Vedyn virtaama on 100 kg/h, vuotoaika 600 s. Operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 3 mm, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Koska suihkupalo tapahtuu heti vuodon yhteydessä, vuotoajan pituudella ei ole vaikutusta palon lämpösäteilyintensiteettiin.

Tukes-oppaan mukaiset lämpösäteilyn raja-arvoja vastaavat etäisyydet on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 10. Tapauksen 3 vedyn lastausletkurikon vuodon seurauksena syttyneen vetykaasun lämpösäteilyarvojen maksimietäisyydet syttymispisteestä tuulensuunnasta riippumatta. Vedyn operointivirtaama on 100 kg/h, operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 3 mm, vuotoaika 10 s (ESD-toiminto) / 600 s, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Lämpösäteilyarvo	Maksimietäisyys syttymispisteestä	
	2/F ja 5/D	
3 kW/m <sup>2</sup>	13,9 m	
5 kW/m <sup>2</sup>	13,7 m	
8 kW/m <sup>2</sup>	13,3 m	
Liekin pituus	5,5 m	

Lämpösäteilyarvojen maksimietäisyydet syttymispisteestä layoutpohjalla on esitetty liitteessä 1.

Jos vety ei syty välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo), voi se muodostaa syttymisrajoissa olevan kaasupilven sekoituessaan ilman kanssa. Mallinnustulosten perusteella 10 min vuotoajan ja 3 mm vuotoaukon yhteydessä voi muodostua syttymisrajoissa oleva pilvi. Muodostuvan kaasupilven alemman syttymisrajan (100 % LFL) ja alemmasta syttymisrajasta 50 % olevan rajan (50 % LFL) etäisyydet eri sääolosuhteissa on esitetty taulukossa 11.

Tarkasteltaessa 10 s vuotoaika, todennäköisyys syttyvän pilven muodostumiselle on erittäin pieni, joten sitä ei ole erikseen tarkasteltu. Tulokset on tarkasteltu 1 m korkeudessa.

Taulukko 11. Tapauksen 3 vedyn lastausletkurikon seurauksena muodostuneiden 50 % LFL ja 100 % LFL vetykaasupilvien maksimietäisyydet vuotolähteestä tuulensuunnasta riippumatta. Vedyn virtaama 100 kg/h, operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 3 mm, vuotoaika 10 min, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,0 m (poikkeuksellisesti).

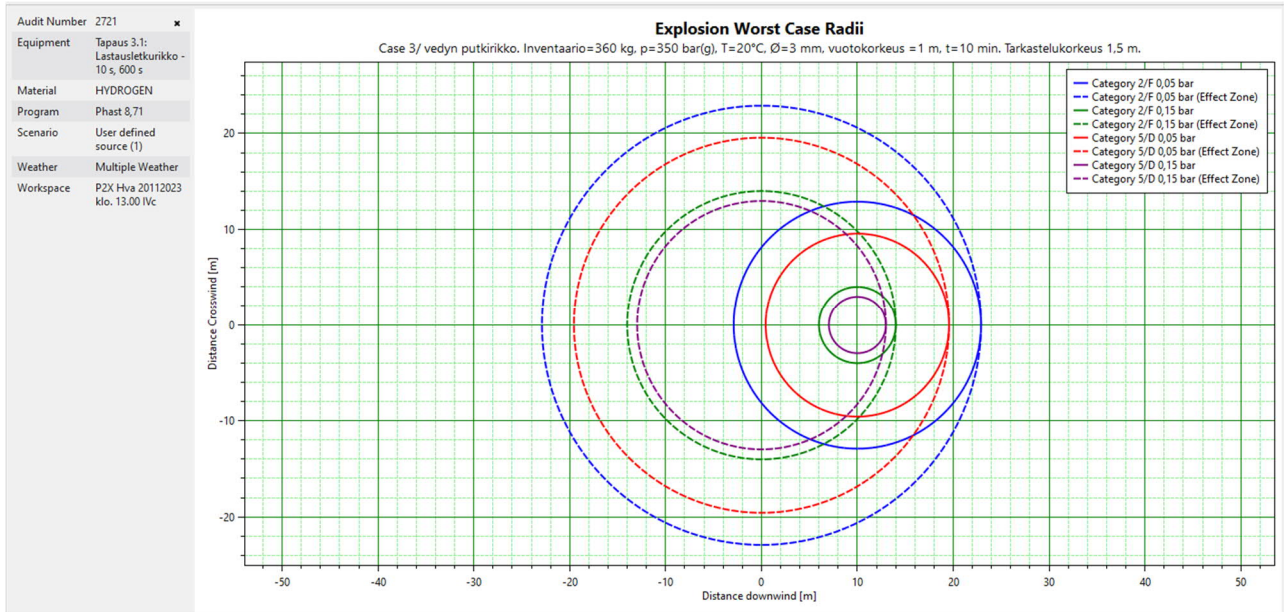
Vetykaasupilven syttymisrajat	Syttyvän kaasupilven maksimietäisyys	
	2/F	5/D
50 % LFL (20 000 ppm)	10,8 m	12,3 m
100 % LFL (40 000 ppm)	7,2 m	7,6 m

Syttyvän kaasupilven maksimietäisyydet syttymispisteestä layoutpohjalla on esitetty liitteessä 2.

Räjähdyksen aiheuttaman ylipaineen (0,05, 0,15 ja 0,30 bar) maksimietäisyydet tarkastellaan annetuilla paineilla seuraavasti:

- Kun turvatoiminnot ovat päällä, jolloin vuotoaika on rajattu 10 sekuntiin. Tässä tapauksessa ko. ylipaineita ei syntynyt eikä täten vastaavaa ylipaine-etäisyys taulukkoa tehty. Syttyvän vedyn määrä jää alle 0,1 kg, joka ei riitä paineaaltojen muodostumiseen.
- Kun turvatoiminnot ovat pois päältä, jolloin vuotoaika on 600 s = 10 minuuttia. Tällöin vetyilma kaasupilvi saattaa syttyä, jolloin mahdolliset ylipaineet ovat kuvan 11 ja taulukon 12 mukaiset.

Kuvassa 11 on esitetty tapauksen 3 vedyn letkurikon seurauksena muodostuneen vetykaasupilviräjähdyksen ylipainevaikutuksien maksimietäisyydet tuulensuunnasta riippumatta.



Kuva 11. Tapauksen 3 vedyn suihkupalon aiheuttama ylipaine etäisyyden funktiona. Vedyn virtaama on 100 kg/h, vuotoaika 600 s. Operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, pienin vuotoaukko 3 mm, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Taulukko 12. Tapauksen 3 vedyn laippavuodon seurauksena muodostuneen vetykaasupilviräjähdyksen ylipainevaikutuksien maksimietäisyydet tuulensuunnasta riippumatta. Vedyn virtaama on n. 0,12 kg/s vuodon alussa, operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20°C, vuotoaukko 3 mm, vuotokorkeus 1 m, 600 s. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Ylipaine	Maksimietäisyys syttymispisteestä	
	2/F	5/D
0,05 bar	22,9 m	19,6
0,15 bar	14,0 m	12,8
0,30 bar	-	-
Räjähätävän aineen massa	0,11 kg	0,08

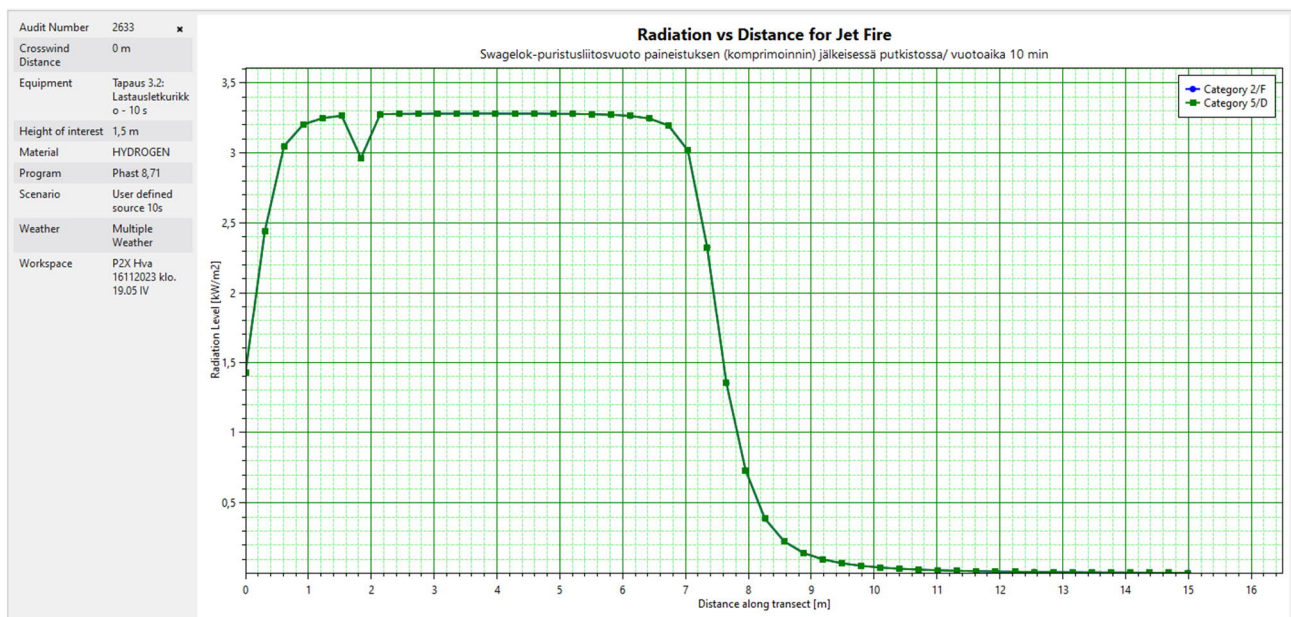
Pilven leviämistä tarkasteltiin myös dynaamisen mallinnuksen avulla, kun turvatoiminnot ovat päällä. Syttymiskelpoinen pilvi häviää n. 2...3 sekunnin kuluessa, kun vuoto on lakannut. Täten todennäköisyyttä kaasupilven syttymiselle voidaan pitää varsin alhaisena.



#### 4.2.2 Tapaus 4: Swagelok-puristusliitosvuoto paineistuksen (komprimoinnin) jälkeisessä putkistossa

Tapauksessa 4 mallinnettiin vetyvuoto 12 (12\*2) mm OD putkiston Swagelok-puristusliitoksesta. Tapauksessa oletettiin, että liitoksen väliin muodostuu noin 0,5 mm levyinen rako, jota vastaavaa ekvivalenttihalkaisijaa käytettiin mallinnuksessa vuotoaukon kokona (4 mm). Vetyä virtaa putkistossa 100 kg/h, 20 °C operointilämpötilassa ja 350 bar(g) operointipaineessa. Vuotoajaksi määritettiin 10 min ja vuotokorkeudeksi 1 m. Tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m. Tuloksina tarkasteltiin vuodon seurauksena muodostuvan suihkupalon lämpösäteilyvaikutuksia sekä vuodosta leviävän syttymiskelpoisen kaasupilven leviämistä ympäristöön.

Puristusliitosvuodon seurauksena syntyvän suihkupalon aiheuttaman lämpösäteilyn maksimivaikutusalueet on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Tapauksen 4 puristusliitosvuodon seurauksena muodostuneen suihkupalon lämpösäteilyvaikutukset etäisyyden funktiona. Vedyn virtaama 100 kg/h, operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 4 mm, vuotokorkeus 1 m. Vuotoaika 10 min, tarkastelukorkeus 1,5 m.

Tukes-oppaan mukaiset lämpösäteilyn raja-arvoja vastaavat etäisyydet on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Tapauksen 4 puristusliitosvuodon seurauksena syntyneen vetykaasun lämpösäteilyarvojen maksimietäisyydet syttymispisteestä tuulensuunnasta riippumatta. Vedyn virtaama 100 kg/h, operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 4 mm, vuotokorkeus 1 m. Vuotoaika 10 min, tarkastelukorkeus 1,5 m.

Lämpösäteilyarvo	Maksimietäisyys syttymispisteestä
	2/F ja 5/D
3 kW/m <sup>2</sup>	7,1 m
5 kW/m <sup>2</sup>	-
8 kW/m <sup>2</sup>	-
Liekin pituus	7,3 m

Lämpösäteilyarvojen maksimietäisyydet syttymispisteestä layoutpohjalla on esitetty liitteessä 1.



Jos vety ei syty välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo), voi se muodostaa syttymisrajoissa olevan kaasupilven sekoittuessaan ilman kanssa. Muodostuvan kaasupilven alemman syttymisrajan (100 % LFL) ja 50 % alemmasta syttymisrajasta olevan rajan (50 % LFL) etäisyydet vuotokohdasta eri sääolosuhteissa on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Tapauksen 4 puristusliitosvuodon seurauksena muodostuneiden 50 % LFL ja 100 % LFL vetykaasupilvien maksimietäisyydet vuotolähteestä tuulensuunnasta riippumatta. Vedyn virtaama 100 kg/h, operointipaine 350 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 4 mm, vuotokorkeus 1 m. Vuotoaika 10 min, tarkastelukorkeus 1,5 m.

Vetykaasupilven syttymisrajat	Syttyvän kaasupilven maksimietäisyys	
	2/F	5/D
50 % LFL (20 000 ppm)	7,3 m	7,0 m
100 % LFL (40 000 ppm)	5,1 m	4,7 m

Syttyvän kaasupilven maksimietäisyydet syttymispisteestä layoutpohjalla on esitetty liitteessä 2.

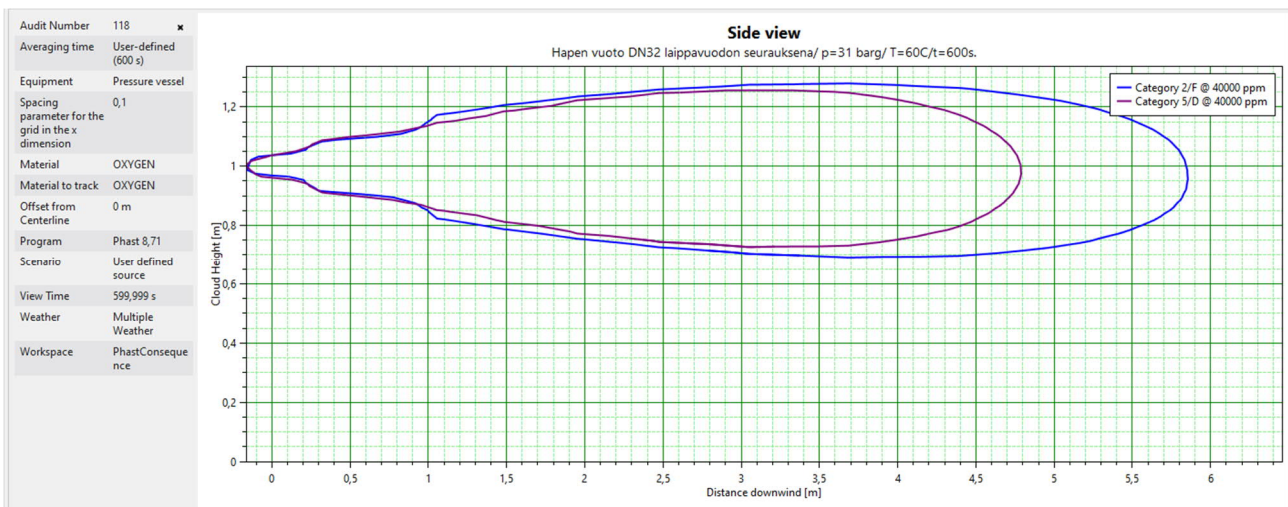
Räjähdyksen aiheuttaman ylipaineen (0,05, 0,15 ja 0,30 bar) maksimietäisyydet tarkastellaan annetuilla paineilla. Tässä tapauksessa ko. ylipaineita ei syntynyt, eikä täten vastaavaa ylipaine-etäisyys taulukkoa tehty.

## 4.3 Happi - Alkalielektrolyysiprosessi

### 4.3.1 Tapaus 5: Laippavuoto

Tapauksessa 5 mallinnettiin hapen vuoto DN32 laippavuodon seurauksena. Hapeta virtaa putkistossa noin 1 112 Nm<sup>3</sup>/h (1600 kg/h) 31 bar(g) operointipaineessa ja 60 °C lämpötilassa. Vuotoaukoksi määritettiin 12,2 mm ja vuotokorkeudeksi 1 m. Tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m.

Happikaasu reagoi kiivaasti monien orgaanisten ja epäorgaanisten kemikaalien kanssa aiheuttaen palo- ja räjähdysvaaran. Ilmassa hapeta on noin 21 v-%. Tämän määrän ylittyessä ilmassa palo- ja räjähdysvaarat kasvavat (kiivas kemiallinen reaktio). Tapauksessa 5 tarkasteltiin happikaasun vuotoa 4 v-% (40 000 ppm) pitoisuuteen asti, joka sekoittuessaan ilmaan nostaa hapen tilavuuden/määrän ilmassa 25 v-%:iin. Kuvassa 13 on poikkileikkauskuva 4 v-% pitoisuuden happikaasupilvestä.



Kuva 13. Tapauksen 5 DN32 laippavuodon seurauksena muodostuneen 4 v-% happikaasupilven maksimietäisyys vuotolähteestä tuulensuunnasta riippumatta. Hapen virtaama 1600 kg/h, operointipaine 31 bar(g), operointilämpötila 60 °C, vuotoaukko 12,2 mm, vuotokorkeus 1 m.

Kuvasta 13 nähdään, että happikaasun vuoto on paikallinen. Muodostunut happipilvi voi ylittää noin 6 m etäisyydelle vuotolähteestä ja on halkaisijaltaan noin 0,5 m, mutta ei leviä merkittävästi vuotosuunnastaan.

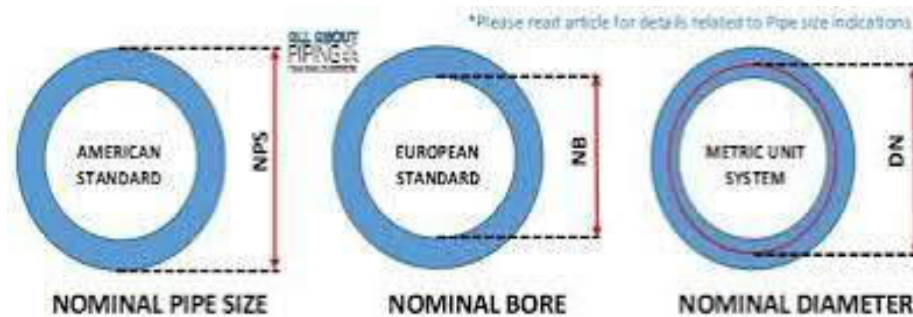
## 4.4 Metaani – Metanointiyksikkö

### 4.4.1 Tapaus 6: Metaanin konttitankkausaseman lastausletkurikko

Tapauksessa 6 tarkasteltiin 12 mm lastausletkurikkoa. Metaania virtaa 174 kg/h 250 bar(g) operointipaineessa ja 20 °C operointilämpötilassa. Vuotokorkeudeksi asetettiin 1 m ja tarkastelukorkeus oli 1,5 m.

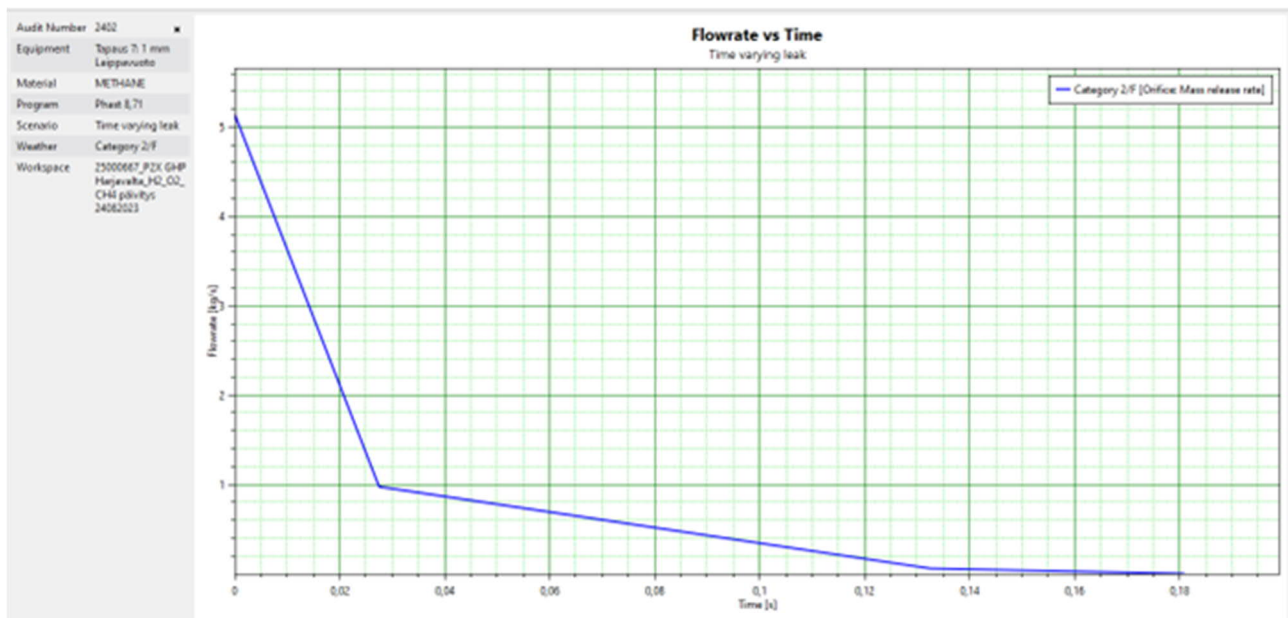
Tapauksessa huomioitiin Breakway-liitin ja metaanin leviämässä huomioitiin letkun sisältämä metaani, jonka purkautuminen hidastuu paineen laskiessa. Letkun rikkoutuessa letkun sisältämä kaasu purkautuu, mutta varasto ei tyhjene, koska Breakway-liitin sulkee kaasulinjan. Letkun koko, Nominal bore (DN), on 12 mm ja pituus 3,5 m. Vuotavan metaanin määrä on 0,07 kg.

Letkun sisä-, ulko- ja nimellishalkaisijaa on havainnollistettu kuvassa 14.

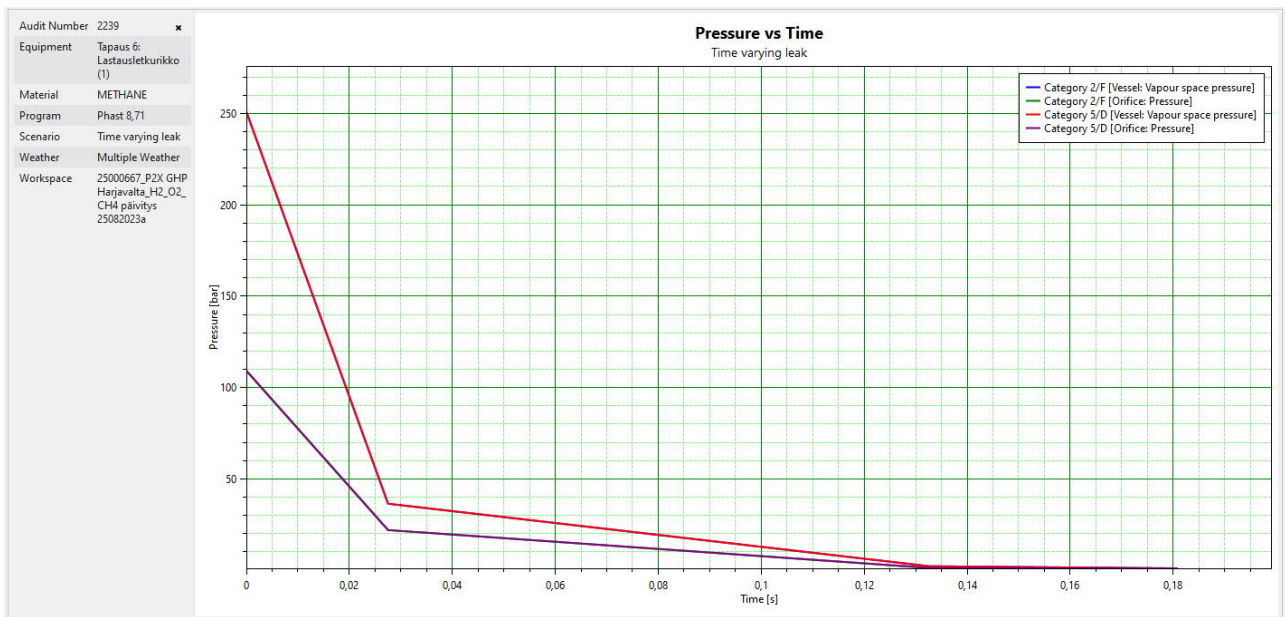


Kuva 14. Letkun halkaisijan määrittely

Koska letkurikkotilanteessa letku tyhjenee hyvin nopeasti (< 1 s), todennäköisyys suihkupalon syntymiselle on erittäin alhainen. Kuvassa 15 on tarkasteltu metaanin lastausletkun tyhjenemistä (kg/s) ja kuvassa 16 paineen laskua lastausletkussa ajan (s) funktiona.



Kuva 15. Tapauksen 6 metanointiyksikön lastausletkurikko (letkun halkaisija 12 mm, pituus 3,5 m), jossa metaanin virtausmäärä (kg/s) ajan funktiona. Metaanin virtaama 174 kg/h, operointipaine 250 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 12 mm, vuotoaika < 1 s, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.



Kuva 16. Tapauksen 6 paineen lasku lastausletkurikon seurauksena. Metaanin virtaama 174 kg/h, operointipaine 250 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 12 mm, vuotoaika < 1 s, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

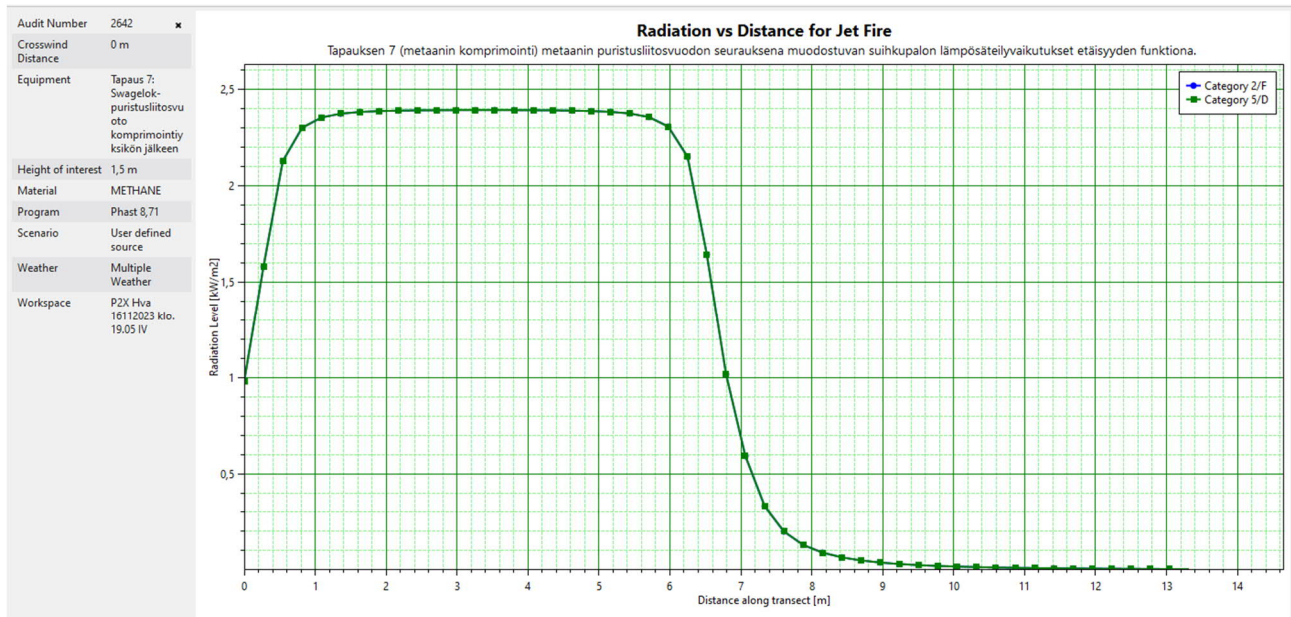
Koska todennäköisyys suihkupalon tai kaasupilviräjähdyksen syntymiselle on erittäin alhainen, ei niitä ole tarkasteltu erikseen.

#### 4.4.2 Tapaus 7: Swagelok- puristusliitosvuoto komprimointiyksikön jälkeen

Tapauksessa 7 mallinnettiin metaanivuoto 16 mm OD putkiston Swagelok-puristusliitoksesta. Tapauksessa oletettiin, että liitoksen väliin muodostuu noin 0,5 mm levyinen rako, jota vastaavaa ekvivalenttihalkaisijaa käytettiin mallinnuksessa vuotoaukon kokona (5,7 mm).

Metaania virtaa 174 kg/h 250 bar(g) operointipaineessa ja 20 °C operointilämpötilassa. Vuotoajaksi määritettiin 10 min ja vuotokorkeudeksi 1 m. Tulosten tarkastelukorkeus on 1,5 m.

Puristusliitosvuodon seurauksena syntyvän suihkupalon aiheuttaman lämpösäteilyn maksimivaikutusalueet on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Tapauksen 7 metaanin puristusliitosvuodon seurauksena muodostuvan suihkupalon lämpösäteilyvaikutukset etäisyyden funktiona. Metaanin virtaama 174 kg/h, operointipaine 250 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 5,7 mm, vuotoaika 10 min, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

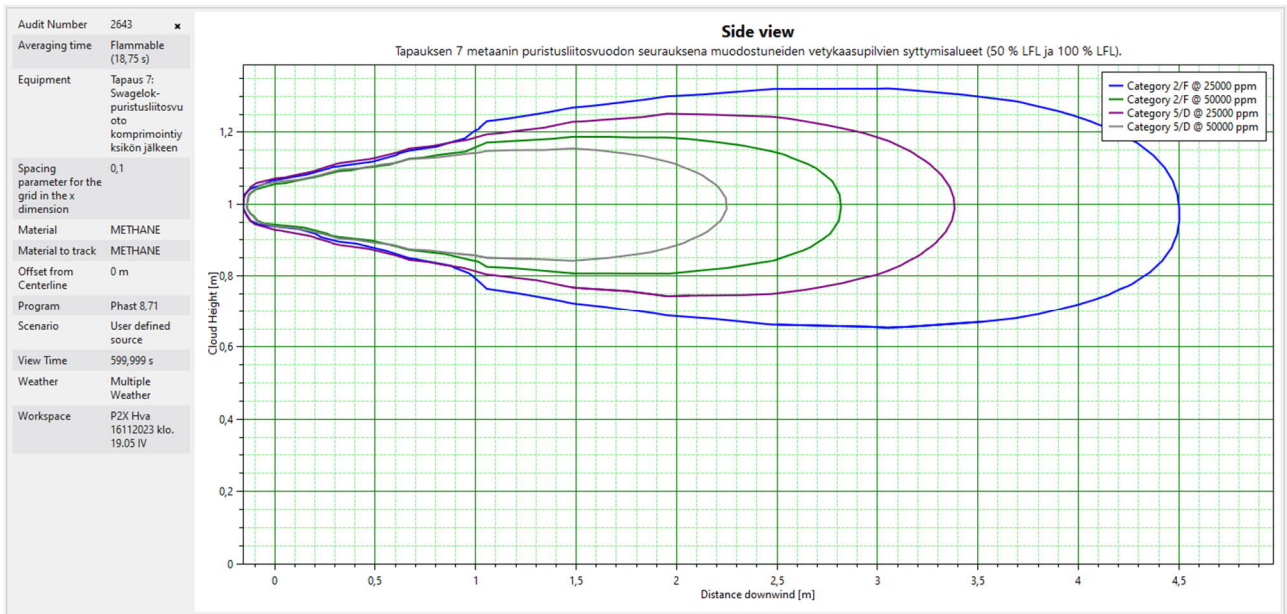
Täten lämpösäteily jää Tukesin antamien suositusarvojen (3, 5 ja 8 kW/m<sup>2</sup>) alapuolelle.

Jos metaani ei syty välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo), voi se muodostaa syttyvän kaasupilven sekoittuessaan ilman kanssa. Muodostuvan kaasupilven alemman syttymisrajan (100 % LFL) ja 50 % alemmasta syttymisrajasta olevan rajan (50 % LFL) etäisyydet vuotokohdasta eri sääolosuhteissa on esitetty taulukossa 15. Kuvasta 18 nähdään syttymisrajoissa oleva pilven poikkileikkauskuva.

Taulukko 15. Tapauksen 7 metaanin puristusliitosvuodon seurauksena muodostuneiden 50 % LFL ja 100 % LFL metaanikaasupilvien maksimietäisyydet vuotolähteestä tuulensuunnasta riippumatta. Metaanin virtaama 174 kg/h, operointipaine 250 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 5,7 mm, vuotoaika 10 min, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Vetykaasupilven syttymisrajat	Syttävän kaasupilven maksimietäisyys	
	2/F	5/D
50 % LFL (25 000 ppm)	4,5 m	3,8 m
100 % LFL (50 000 ppm)	2,8 m	2,2 m





Kuva 18. Tapauksen 7 metaanin puristusliitosvuodon seurauksena syttyneen metaanikaasun pitoisuuksien maksimietäisyydet syttymispisteestä tuulensuunnasta riippumatta. Metaanin virtaama 174 kg/h, operointipaine 250 bar(g), operointilämpötila 20 °C, vuotoaukko 5,7 mm, vuotoaika 10 min, vuotokorkeus 1 m. Tarkastelukorkeus 1,5 m.

Kuten kuvasta 18 nähdään, niin syttymisrajoissa olevan pilven muodostuminen on hyvin lähellä vuotoaukkoa ja pilvi laimenee kohotessa ylöspäin.

Metaanikaasupilviräjähdyksen osalta ei saatu merkittäviä ylipainetuloja (ylipainevaikutukset alle 0,05 bar).

## 5. Johtopäätökset

P2X Solutions Oy suunnittelee uutta vihreän vedyn tuotantolaitosta Harjavaltaan. Vetyä tuotetaan vedestä kahdella 10 MW alkali-elektrolyysierillä. Tässä seurausanalyysissä tarkasteltavina kemikaaleina ovat vety, happi ja metaani. Onnettomuusvaikutukset on tarkasteltu alkali-elektrolyysiprosessin, vetykonttialueen ja metanointiyksikön osalta. 10 MW alkali-elektrolyysierillä vetyä virtaa putkistossa noin 2 220 Nm<sup>3</sup>/h 18 °C operointilämpötilassa ja 30 bar(g) operointipaineessa. Happea virtaa 1 112 Nm<sup>3</sup>/h 30 bar(g) operointipaineessa ja 60 °C lämpötilassa. Prosessialueella sijaitsevat vety- ja happipuskurisäiliöt, joiden kapasiteetit ovat 100 m<sup>3</sup> vedylle ja 80 m<sup>3</sup> hapelle. Paineistettua vetykaasua siirretään vetykontteihin kuljetettavaksi edelleen käyttökohteisiin. Vetykontteihin vetyä syötetään 100 kg/h 20 °C operointilämpötilassa ja 350 bar(g) operointipaineessa. Metanointiyksikön osalta tarkasteltiin metaanionnettomuuksia metaanilastauksen aikana, jolloin metaanin virtaama on 174 kg/h operointipaineessa 250 bar(g).

Seurausanalyysin mallinnustapausten tarkasteluissa ei ole huomioitu ympäröiviä rakenteita tai maastoesteitä, vaan vuotojen oletettiin pääsevän etenemään esteettömässä tilassa ulkona. Sääolojen vaikutusta tarkasteltiin kahdella eri tuuliolosuhteella (2 m/s ja 5 m/s).

Vuototapauksista realistisimpina voidaan pitää laippa-/puristusliitosvuotoja. Putkirikko vaatisi käytännössä jonkin suuren ulkoisen voiman, jonka todennäköisyyttä voidaan pitää hyvin pienenä.

Tässä raportissa käytyjen onnettomuusmallinnusten osalta havaitaan, että suihkupalojen osalta palot ovat suhteellisen paikallisia eivätkä ne aiheuta välitöntä vaaraa laitoksen ulkopuolelle. Vedyn osalta merkittävimmät vaarat aiheutuvat vetykonttialueella mallinnetuissa tapauksissa, joissa olivat myös korkeimmat operointipaineet (350 bar(g)). Kriittisimmän lämpösäteilyvaikutuksen osalta (8 kW/m<sup>2</sup>) saavutettiin maksimietäisyys 13,3 m syttymispisteestä tapauksessa 3 (vedyn konttitankkausaseman lastausletkurikko). Elektrolyysiprosessin osalta lämpösäteilyvaikutukset ovat pienemmät. Kaikkien vedyn vuototapausten osalta voidaan todeta, etteivät ne aiheuta merkittävää vaaraa ympäristössä.

Metanointiyksikön osalta ei saavutettu merkittäviä suihkupalojen lämpösäteilyvaikutuksia.

Kaikkien tapausten osalta tarkasteltiin syttymisrajoissa olevan pilven muodostumista. Tulosten perusteella syttymiskelpoinen pilvi esiintyy tapauksissa 1, 3, 4 ja 7. Pilven (20 000 ppm) etäisyys vuotokohdasta jää kuitenkin alle 15 m vuotokohdasta, joka osaltaan pienentää riskiä pilven syttymisen suhteen. Tämän raportin osalta vuotoskenaariot tapahtuvat avoimessa tilassa. Todennäköisyys syttymisrajoissa olevan pilven muodostumiselle ja sen syttymälle on pieni. Minkään tapauksen osalta syttymiskelpoisen pilven leviäminen tuotantolaitoksen ulkopuolelle ei ole todennäköistä.

Ylipainetarkastelujen osalta tulokset osoittavat kohtalaista vaaraa. Ylipainevaikutuksia saatiin vain vetytapausten osalta, joissa operointipaineet tai putkikoot olivat suuret (tapaukset 1, 3). Vedyn osalta kriittisintä 0,3 bar ylipainevaikutuksia ei saavutettu missään tarkastelutapauksessa. Metaanin osalta merkittäviä ylipainevaikutuksia ei todettu, vaan ylipainevaikutukset jäivät alle 0,05 bar.

On tärkeää huomioida, että räjähdysmallinuksissa kyseessä on worst case -tilanne, jossa vety ei syty välittömästi vuodon yhteydessä eikä laimene ilmaan, vaan kerkeää muodostamaan syttymisrajoissa olevan pilven, joka syttyy. Tämän raportin osalta vuotoskenaariot tapahtuvat avoimessa tilassa, jolloin todennäköisyys pilven muodostumiselle ja syttymiselle on hyvin pieni. On todennäköisintä, että vety syttyy välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo) tai muodostunut pilvi, räjähdysksen sijaan, humahtaa.

Tämän lisäksi on otettava huomioon Phast-mallinnustyökalun rajoittuvuus etenkin vetykaasun osalta. Vaikka tämän raportin vetyräjähdys on mallinnettu ottaen huomioon ympäristötekijät (BST-räjähdysmenetelmä), niin laskenta on kuitenkin johdettu yksinkertaistetusta TNT-laskentamallista, joka ei ota huomioon esimerkiksi aikakerrointa eikä räjähdysvaaran todennäköisyyttä.

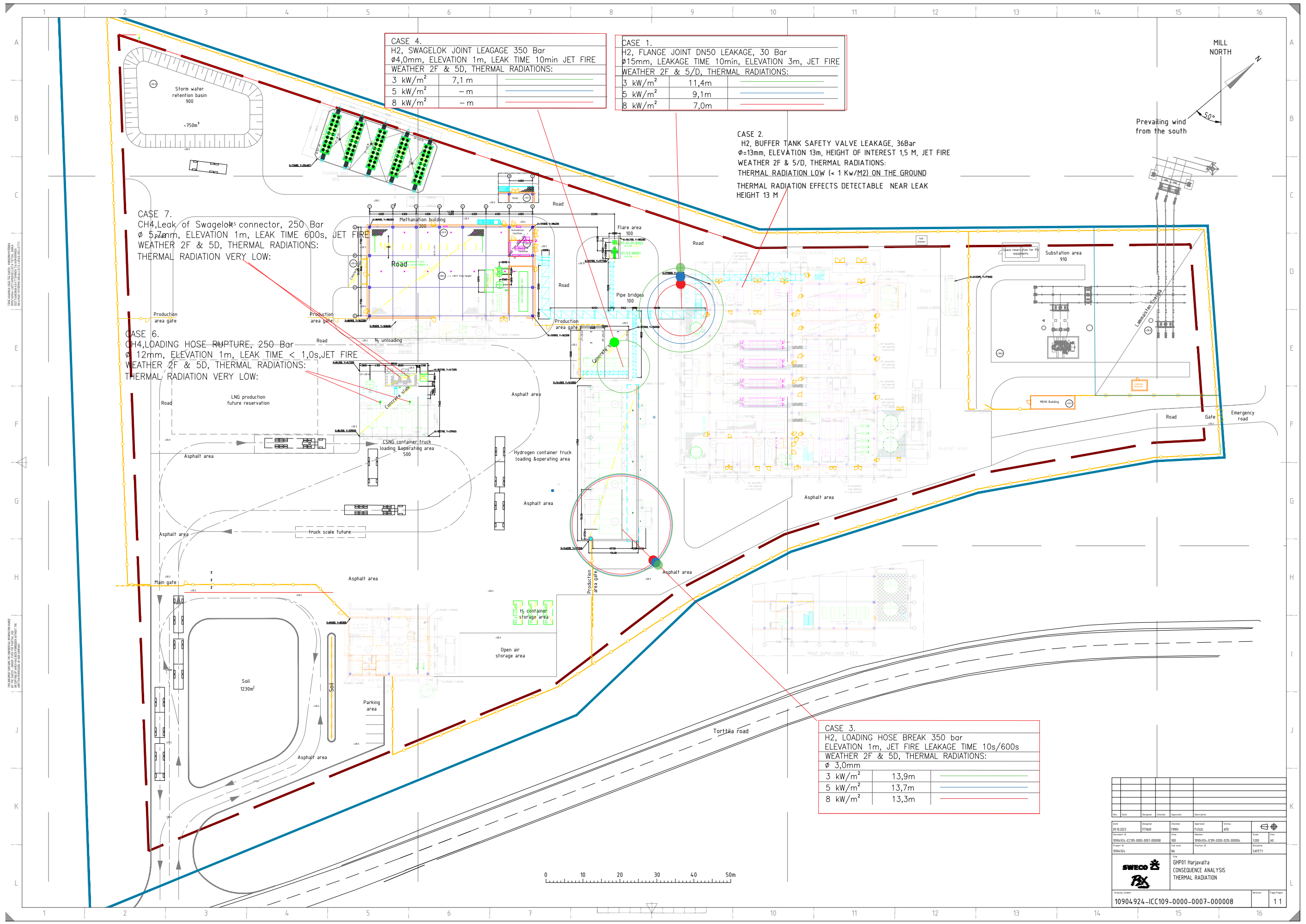
Hapen osalta tarkasteltiin 4 v-% (40 000 ppm) happikaasun vuotoa, joka sekoituessaan ilmaan nostaa hapen tilavuuden ilmassa 25 v-%. Tällöin palo- ja räjähdysvaaran riskin voidaan katsoa nousseen merkittävästi verrattuna ilman normaaliin happipitoisuuteen 21 v-%. Tulosten perusteella happivuoto ei aiheuta välitöntä vaaraa alueella. On kuitenkin huomioitava, ettei happisäiliön läheisyyteen sijoiteta palavia kemikaaleja tai muuta palokuormaa lisäävää materiaalia. Vety- ja happilaitteistot on pidettävä erillään.

Suojaustoimenpiteitä mietittäessä seuraavat kohdat tulee huomioida kaikkien tapausten osalta:

- Putken tai letkun halkaisijan minimointi, etenkin kovemmissa paineluokissa putken halkaisijalla on merkittävä vaikutus muodostuviin vaaratilanteisiin vuototilanteessa
- Vuodon riittävän aikainen havaitseminen ja automaattinen sammutustoiminto (ESD-toiminto)
- Vuotojen hallinta sekä eristäminen
- Layout-suunnittelussa varmistetaan laitteiden optimaalinen ja turvallinen sijainti. Varmistetaan ettei alueella ole esteitä, kuten putkistoja, muita prosessiyksiköitä tai merkittävää viherkasvillisuutta, kuten puustoa, johon vetyä voi kerääntyä
- Liitokset pitää sijoittaa niin, ettei suihkupalo aiheuta vaaraa laitteille tai henkilöstölle. Myös vuotoa ilmaisevat anturit (esim. korkealle äänentaajuudelle perustuvat) tulee sijoittaa mahdollisten vuotokohtien läheisyyteen

Alueella tulee myös harkita paloseiniä, jotka on mitoitettu suojaamaan alueita, joissa kolmannet osapuolet oleskelevat. Palonkestävillä seinillä voidaan ohjata suihkupalon liekin suuntaa ja näin ollen myös lämpösäteilyn vaikutuksia turvallisemmin. Mikäli palonkestävä seinä sijoitetaan suihkupalon liekin vaikutusalueelle, liekin vaikutukset sekä siitä seuraavat lämpösäteilyvaikutukset katkeavat vuotosuuntaan ja ohjautuvat seinän mukaisesti. Paloseinillä voidaan myös ohjata mahdollisesti muodostuvan kaasupilven ohjautumista ylöspäin sivusuunnan sijaan. Lisäksi on varmistettava, että sisätiloissa on riittävä ilmanvaihto, ettei kaasuja pääse kertymään ja näin aiheuttamaan paloriskiä.





**CASE 4.**  
 H2, SWAGELOK JOINT LEAKAGE 350 Bar  
 Ø4,0mm, ELEVATION 1m, LEAK TIME 10min JET FIRE  
 WEATHER 2F & 5D, THERMAL RADIATIONS:

3 kW/m <sup>2</sup>	7,1m	
5 kW/m <sup>2</sup>	-m	
8 kW/m <sup>2</sup>	-m	

**CASE 1.**  
 H2, FLANGE JOINT DN50 LEAKAGE, 30 Bar  
 Ø15mm, LEAKAGE TIME 10min, ELEVATION 3m, JET FIRE  
 WEATHER 2F & 5/D, THERMAL RADIATIONS:

3 kW/m <sup>2</sup>	11,4m	
5 kW/m <sup>2</sup>	9,1m	
8 kW/m <sup>2</sup>	7,0m	

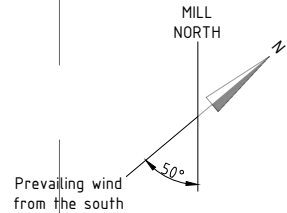
**CASE 2.**  
 H2, BUFFER TANK SAFETY VALVE LEAKAGE, 36Bar  
 Ø=13mm, ELEVATION 13m, HEIGHT OF INTEREST 1,5 M, JET FIRE  
 WEATHER 2F & 5/D, THERMAL RADIATIONS:  
 THERMAL RADIATION LOW (< 1 Kw/M2) ON THE GROUND  
 THERMAL RADIATION EFFECTS DETECTABLE NEAR LEAK  
 HEIGHT 13 M

**CASE 7.**  
 CH4, Leak of Swagelok connector, 250 Bar  
 Ø 5,7mm, ELEVATION 1m, LEAK TIME 600s,  
 WEATHER 2F & 5D, THERMAL RADIATIONS:  
 THERMAL RADIATION VERY LOW:

**CASE 6.**  
 CH4, LOADING HOSE RUPTURE, 250 Bar  
 Ø 12mm, ELEVATION 1m, LEAK TIME < 1,0s, JET FIRE  
 WEATHER 2F & 5D, THERMAL RADIATIONS:  
 THERMAL RADIATION VERY LOW:

**CASE 3.**  
 H2, LOADING HOSE BREAK 350 bar  
 ELEVATION 1m, JET FIRE LEAKAGE TIME 10s/600s  
 WEATHER 2F & 5D, THERMAL RADIATIONS:  
 Ø 3,0mm

3 kW/m <sup>2</sup>	13,9m	
5 kW/m <sup>2</sup>	13,7m	
8 kW/m <sup>2</sup>	13,3m	



Rev.	Date	Design	Checked	Approved	Description
01	05.10.2023	FTNBR	FMVJ	FLSUI	APD

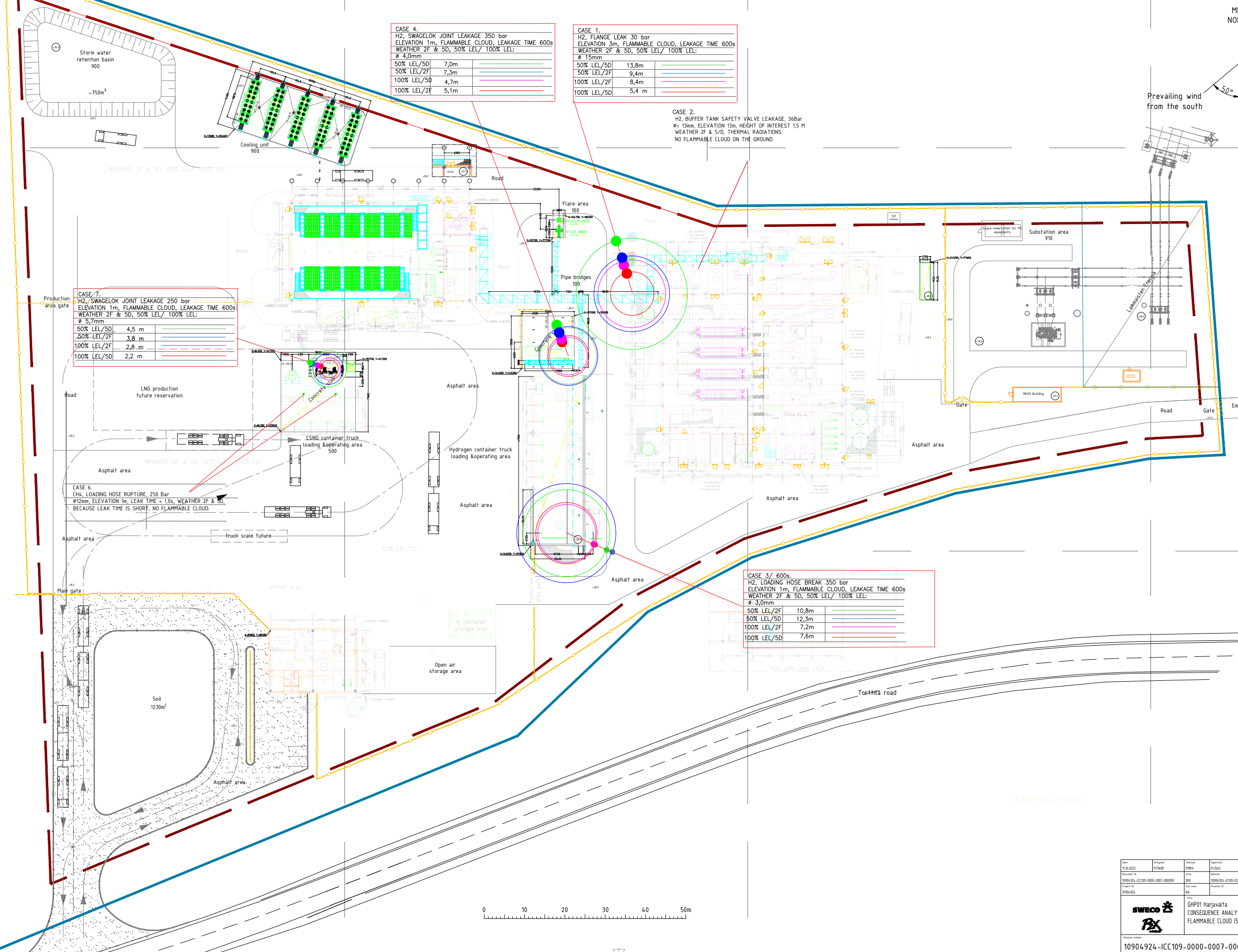
  

Document ID	10904924-ICC109-0000-0007-000008	Project	10904924-ICC109-0000-0007-000008	Scale	1:500
Project ID	10904924	Phase	NA	Discipline	SAFETY

**SWECO**  
 GHP01 Harjavalta  
 CONSEQUENCE ANALYSIS  
 THERMAL RADIATION

10904924-ICC109-0000-0007-000008 11



**CASE 4.**  
 H2, SWAGelok JOINT LEAKAGE 350 bar  
 ELEVATION 1m, FLAMMABLE CLOUD, LEAKAGE TIME 600s  
 WEATHER 2F & 5D, 50% LEL/ 100% LEL:  
 ø 4,0mm

50% LEL/5D	7,0m
50% LEL/2F	7,3m
100% LEL/5D	4,7m
100% LEL/2F	5,1m

**CASE 1.**  
 H2, FLANGE LEAK 30 bar  
 ELEVATION 3m, FLAMMABLE CLOUD, LEAKAGE TIME 600s  
 WEATHER 2F & 5D, 50% LEL/ 100% LEL:  
 ø 15mm

50% LEL/5D	13,8m
50% LEL/2F	9,4m
100% LEL/2F	8,4m
100% LEL/5D	5,4 m

**CASE 2.**  
 H2, BUFFER TANK SAFETY VALVE LEAKAGE, 36Bar  
 ø 13mm, ELEVATION 13m, HEIGHT OF INTEREST 15 M  
 WEATHER 2F & 5D, THERMAL RADIATIONS:  
 NO FLAMMABLE CLOUD ON THE GROUND

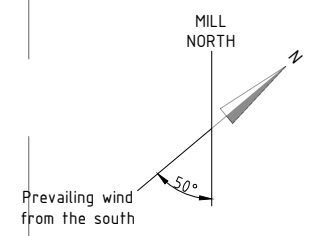
**CASE 7.**  
 H2, SWAGelok JOINT LEAKAGE 250 bar  
 ELEVATION 1m, FLAMMABLE CLOUD, LEAKAGE TIME 600s  
 WEATHER 2F & 5D, 50% LEL/ 100% LEL:  
 ø 5,7mm

50% LEL/5D	4,5 m
50% LEL/2F	3,8 m
100% LEL/2F	2,8 m
100% LEL/5D	2,2 m

**CASE 6.**  
 CH4, LOADING HOSE RUPTURE, 250 Bar  
 ø12mm, ELEVATION 1m, LEAK TIME < 10s, WEATHER 2F & 5D,  
 BECAUSE LEAK TIME IS SHORT, NO FLAMMABLE CLOUD.

**CASE 3/ 600s.**  
 H2, LOADING HOSE BREAK 350 bar  
 ELEVATION 1m, FLAMMABLE CLOUD, LEAKAGE TIME 600s  
 WEATHER 2F & 5D, 50% LEL/ 100% LEL:  
 ø 3,0mm

50% LEL/2F	10,8m
50% LEL/5D	12,3m
100% LEL/2F	7,2m
100% LEL/5D	7,6m



Date	15.10.2023	Designed	FEMUR	Checked	PMW	Approved	FUSU	Status	AFD
Document ID	10904924-ICC109-0000-0007-000009	Area	900	Scale	1:200	Size	A4	Revision	AD
Project ID	10904924-ICC109-0000-0007-000009	Site area	NA	Structure	NA	Structure	SAFETY	Revision	AD
Revision	0000-0000	Structure	SAFETY	Revision	AD	Structure	SAFETY	Revision	AD

GHP01 Harjavalta  
 CONSEQUENCE ANALYSIS  
 FLAMMABLE CLOUD (50% & 100% LEL)

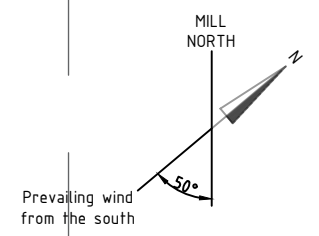
10904924-ICC109-0000-0007-000009 1/1



**CASE 1/ 600s VCE.**  
 H2, FLANGE LEAK, 30 bar  
 Ø15mm, LEAKAGE TIME 10min, ELEVATION 3m, VCE  
 WEATHER 2F & 5D, 0,05bar, 0,15bar, 0,30bar:

	2/F	5/D	2/F	5/D
0,05 BAR	19,9m	19,2m	<span style="color: green;">—</span>	<span style="color: blue;">—</span>
0,15 BAR	13,1m	12,6m	<span style="color: magenta;">—</span>	<span style="color: red;">—</span>

**CASE 2, VAPOR CLOUD EXPLOSION.**  
 H2, BUFFER TANK SAFETY VALVE LEAKAGE, 36Bar  
 Ø= 13mm, ELEVATION 13m, HEIGHT OF INTEREST 1,5 M.  
 WEATHER 2F & 5/D,  
 NO VAPOR CLOUD EXPLOSION ON THE GROUND.

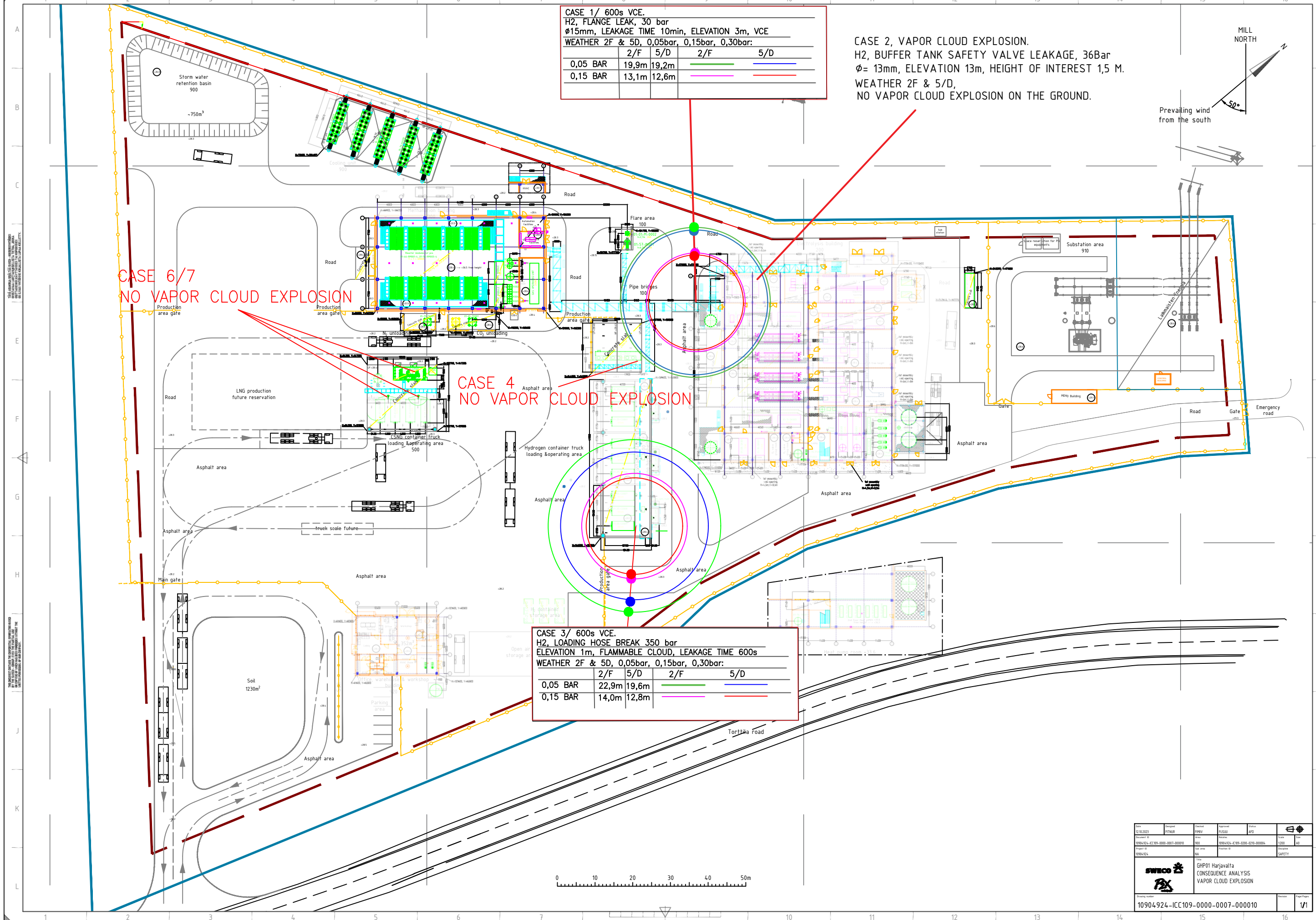


**CASE 6/7**  
 NO VAPOR CLOUD EXPLOSION

**CASE 4**  
 NO VAPOR CLOUD EXPLOSION

**CASE 3/ 600s VCE.**  
 H2, LOADING HOSE BREAK 350 bar  
 ELEVATION 1m, FLAMMABLE CLOUD, LEAKAGE TIME 600s  
 WEATHER 2F & 5D, 0,05bar, 0,15bar, 0,30bar:

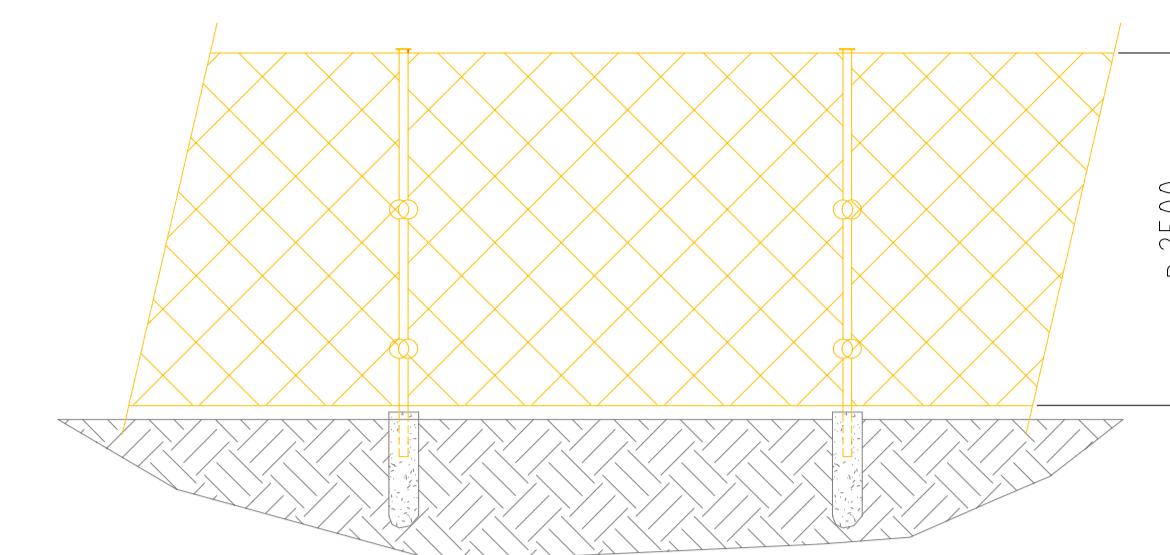
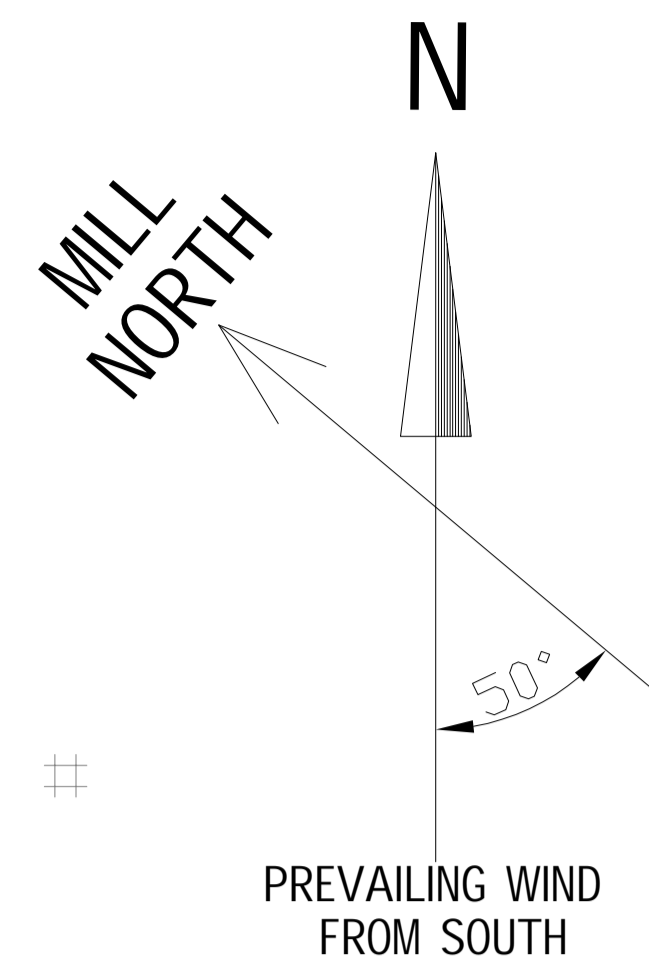
	2/F	5/D	2/F	5/D
0,05 BAR	22,9m	19,6m	<span style="color: green;">—</span>	<span style="color: blue;">—</span>
0,15 BAR	14,0m	12,8m	<span style="color: magenta;">—</span>	<span style="color: red;">—</span>



Date	12.10.2023	Designed	FEMUR	Checked	PHW	Approved	RUSU	Drawn	APD	Scale	1:1
Project ID	10904-924-ICC109-0000-0007-000010	Area		Revision	001	Project No.	10904-924-ICC109-0000-0007-000010	Client	SWECO	Drawn	AD
Project Name	10904-924-ICC109-0000-0007-000010	Rev. No.	001	Project Name	10904-924-ICC109-0000-0007-000010	Client	SWECO	Drawn	AD	Checked	AD
<p><b>SWECO</b> </p> <p>GHP01 Harjavalta          CONSEQUENCE ANALYSIS          VAPOR CLOUD EXPLOSION</p>											
<p>10904-924-ICC109-0000-0007-000010</p>											

KTT (.pdf)	Nimi	Nimen tarkenne	YK-numero	Merkinnät	Huomioilta sisältävistä ainesosista	Sijainti ja maksimimäärä laitoksella	Maksimimäärä laitoksella (tonnia)	Käyttömäärä vuodessa (tonnia/a)
	Diesel			Huomiosana: Vaara GHS02 GHS07 GHS08 GHS09 H226 Syttyvä neste ja höyry. H304 Voi olla tappavaa nieltynä ja joutuessaan hengitysteihin. H315 Ärsyttää ihoa. H332 Haitallista hengitettynä. H351 Epäillään aiheuttavan syöpää [mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta]. H373 Saattaa vahingoittaa elimiä [tai mainitaan kaikki tiedetyt kohde-elimet] pitkäaikaisessa tai toistuvassa altistumisessa [mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta]. H411 Myrkyllistä vesieläille, pitkäaikaisia haittavaikutuksia.	REACH Esirekisteröidyt aineet	Kontti pih-alueella, 3 Tonnia	3	
	Etyleeniglykoli			Huomiosana: Varoitus GHS07 H302 Haitallista nieltynä.	Yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät (CLH) REACH Rekisteröidyt aineet REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo ECHAN asiakirja-aineiston arviointi C&L luettelon tietokanta	Glykolijärjestelmä: Elektrolyysi, metanointi, 90 Tonnia	90	
	happi			Huomiosana: Vaara GHS03 H270 Alheuttaa tulipalon vaaran tai edistää tulipaloo; hapettava. H280 Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa.	Yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät (CLH) REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	Bufferisäiliö, 2,9 Tonnia Prosessi ja putkisto, 0,7 Tonnia	3,6	
	Hiilidoksidi			Huomiosana: Varoitus GHS04 H281 Sisältää jäädytettyä kaasua; voi aiheuttaa jäätymisvamman.	REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	Metanointi, 1,5 Tonnia Metanointi, 23,1 Tonnia Metanointi, 23,1 Tonnia	47,7	
	Kaliumhydroksidi			Huomiosana: Vaara GHS05 GHS07 H302 Haitallista nieltynä. H314 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. H290 Voi syövyttää metalleja.	Yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät (CLH) REACH Rekisteröidyt aineet REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo ECHAN asiakirja-aineiston arviointi C&L luettelon tietokanta	Elektrolyysi, Säiliö, 130 Tonnia	130	
	Metaani			Huomiosana: Vaara GHS02 GHS04 H220 Erittäin helposti syttyvä kaasu. H280 Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa.	Yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät (CLH) REACH Rekisteröidyt aineet REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	LNG-alue, varaus, 45 Tonnia	45	
	Metaani			Huomiosana: Vaara GHS02 H220 Erittäin helposti syttyvä kaasu. H280 Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa.	Yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät (CLH) REACH Rekisteröidyt aineet REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	Bufferisäiliö, 0,4 Tonnia Prosessi ja putkisto, 0,04 Tonnia CSNG täyttöasema, prosessi, 0,8 Tonnia CSNG täyttöasema, täyttökontit, 14 Tonnia	15,24	
	Natriumsulfidi 10-13 %			Huomiosana: Vaara GHS05 GHS07 GHS09 H290 Voi syövyttää metalleja. H302 Haitallista nieltynä. H314 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa. H400 Erittäin myrkyllistä vesieläille.	Yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät (CLH) REACH Rekisteröidyt aineet REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	Metanointi, Kappaletavara (pakkausko enintään 3 m3), 3 Tonnia	3	
	Typpi			Huomiosana: Varoitus GHS04 H280 Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa.	REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	Varastointi N2-lastausalueella, 10 Tonnia	10	
	Typpi			Huomiosana: Varoitus GHS04 H280 Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa.	REACH Esirekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	Varastointi N2-lastausalueella, 1,5 Tonnia	1,5	
	Urea			Huomiosana:	REACH Rekisteröidyt aineet REACH Esirekisteröidyt aineet Mahdollisesti vähäriskiset tehoaineet (KS) Kemiallinen tehoaine (KS) EY-luettelo ECHAN asiakirja-aineiston arviointi C&L luettelon tietokanta	Metanointi, 3 Tonnia	3	
	Vety			Huomiosana: Vaara GHS02 H220 Erittäin helposti syttyvä kaasu. H280 Sisältää paineen alaista kaasua; voi räjähtää kuumennettaessa.	Yhdenmukaistettu luokitus ja merkinnät (CLH) REACH Rekisteröidyt aineet EY-luettelo C&L luettelon tietokanta	Bufferisäiliö, 0,255 Tonnia Prosessi ja putkisto, 0,07 Tonnia Vedyn konttikuljetusasema, 5,4 Tonnia Varaus, 0,275 Tonnia	6	





Area fence

Boundary of a groundwater area.  
The groundwater area symbol is indicated outside the groundwater area boundary.

Site:  
Plot area 41 830 m<sup>2</sup>  
Plot no. 79-204-8-4

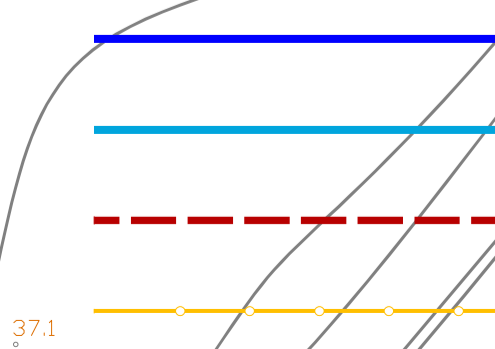
- Buildings:
- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1. Electrolysis building                 | 2305 m <sup>2</sup> |
| 1st floor                                | 635 m <sup>2</sup>  |
| 2nd floor                                | 635 m <sup>2</sup>  |
| 2. Methanation building                  | 1160 m <sup>2</sup> |
| 1st floor                                | 58 m <sup>2</sup>   |
| 2nd floor                                | 58 m <sup>2</sup>   |
| 3. Office, warehouse & workshop building | 366 m <sup>2</sup>  |
| 4. -                                     |                     |
| 5. Container filling station shelter     | 125 m <sup>2</sup>  |
| 6. Substation building                   | 62 m <sup>2</sup>   |

Asphalt area ca. 10600 m<sup>2</sup>

Coordinate system ETRS GK22  
Leveling system N2000

Revision 1.  
Layout freezing: 24.5.2022  
- Electrolysis building  
- Office building

Linetype



Legend

- Zoning area
- Plot area
- Construction site fence

Rev.	Date	Designed	Checked	Approved	Description
5	08.2022	FLINE	FUSAU	FUSAU	FI For area work contract inquiry
9	23.2.2024	FLINE	FUSAU	FITMAP	AFC General update
8	26.2.2023	FLINE	FUSAU	FMPPI	Updated
7	10.10.2022	FLINE	FUSAU	FUSAU	Updated
6	30.8.2022	FLINE	FUSAU	FMPPI	Updated, for permitting

Date	Designed	Checked	Approved	Status	Scale
12.5.2022	FLINE	FUSAU	FMPPI	AFD	1:100
10/04/24-IC109-0210-000003	NA	NA	10/04/24-IC109-0210-000003		AS
Project ID	Sub area	Revision ID	Discipline		
10/04/24	NA				

GHP01 Harjavalta  
**AREA LAYOUT**



# Riskinarvioinnin yhteenvedo



P2X GHP01 Harjavalta



# Change list

Ver:	Date:	Description of the change	Reviewed	Approved by
00	14.03.2023	Kommenteille	FIAUKL	FIMKMI
01	06.06.2023	Päivitetty raportti	FIAUKL	FIMKMI
02	19.06.2023	Poistettu viittaukset vedyn liikenneasemaan	FIAUKL	FIJSUU

**Project Name:** P2X GHP Harjavalta  
**Document Number:** 10904924-ICC109-0000-0030-000013  
**Client:** P2X Solutions Oy  
**Ver:** 02  
**Date:** 19/06/2023  
**Author:** Miia Vähäaho



# Sisältö

1.	Johdanto .....	4
2.	HAZID-analyysi .....	4
2.1	Elektrolyysiprosessi .....	4
2.2	Metanointiprosessi .....	5
2.3	Vedyn konttitankkausalue .....	6
2.4	Metaanin konttitankkausalue .....	7
2.5	Liikenne tuotantolaitoksen alueella .....	8
2.6	Ympäristö .....	9
2.7	Sähkötilat .....	9
3.	Seurausanalyysi .....	9
4.	HAZOP- ja LOPA-analyysi .....	10
5.	Yhteenveto .....	11

# 1. Johdanto

P2X Solutions Oy suunnittelee uutta vihreän vedyn tuotantolaitosta Harjavaltaan. Vetyä tuotetaan vedestä kahdella 10 MW alkalielektrolyysierillä. Lopputuotteeksi saadaan vetyä ja happea. Tuotettua vetyä syötetään loppukäyttäjille, metanointiin sekä vetykontteihin.

Riskien tunnistamiseen ja arvioimiseen on käytetty seuraavia eri menetelmiä:

- HAZID-analyysi
- Seurausanalyysi
- HAZOP- ja LOPA-analyysi

Näiden lisäksi tuotantolaitoksen alueella tarkasteltiin myös ääriskenaariona pahinta mahdollista tilannetta, jossa yksi vetykontti rikkoutuu. Tämän tapauksen mahdollisuus nähdään erittäin epätodennäköisenä. Mallinnuksessa laskettiin lämpösäteilyvaikutukset kahdelle eri tapaukselle; yhden vetysäiliön repeytymiselle ja kaikkien kontissa olevien (9 kpl) vetysäiliöiden repeytymiselle.

## 2. HAZID-analyysi

Riskien varhaiseen tunnistamiseen käytettiin HAZID-analyysiä (Hazard Identification Study) laitoksen ja sen järjestelmien turvallisuus-, terveys- ja ympäristövaarojen tunnistamiseen. Tarkasteluun sisältyi elektrolyysirakennus (sis. elektrolyysiprosessin, muuntaja- ja sähkötilat sekä KOH-varastohuoneen), metanointirakennus, vedyn konttitankkausasema sekä metaanin konttitankkausasema.

Tarkastelussa tunnistettiin yhteensä 51 luokiteltua riskiä. 22 riskiä luokiteltiin kategoriaan H (terveys ja turvallisuus), 27 kategoriaan M ja 4 kategoriaan E (ympäristö). Lisäksi tunnistettiin 16 riskitapausta, joille ei ollut tarvetta tehdä riskiluokitusta.

Merkittävimmät tunnistetut riskit on kuvattu alla prosessialueittain jaoteltuina. Merkittävimmiksi riskeiksi arvioitiin tapaukset, joiden alkuperäinen riskitaso arvioitiin korkeaksi (punainen riski) ennen suojautumisten huomioon ottamista.

### 2.1 Elektrolyysiprosessi

Merkittävimpänä riskinä elektrolyysiprosessissa tunnistettiin vetyvuodot ja niistä seuraavat tulipalo ja räjähdys. Sisätiloissa elektrolyysihalleissa mahdollinen **vetyvuoto prosessista** voi aiheuttaa vedyn kertymistä tilan korkeisiin kohtiin (kuten kattorakenteisiin) ja syttyessään aiheuttaa tulipalon tai räjähdys, jonka seuraukset ovat merkittävät sekä henkilöille (mahdollinen kuolema) että prosessille (laitteaurioita).

#### Suojaukset:

- Varavoimalla varmistettu koneellinen ilmanvaihto elektrolyysihalleissa, joka poistaa ilmaa tilan yläosasta
- Vuodon- ja liekintunnistimet sekä ultraäänianturi kaasuvuotojen havaitsemiseksi elektrolyysihalleissa
- Poistoilmanvaihtoon käytettävät huippumurit joko aina päällä tai sulkupelti auki myös virrattomana tai vikaantuneena varmistaen, että vety ei kumuloidu tilaan vaan poistuu kaikissa mahdollisissa tilanteissa
- Räjähdyspaneelit elektrolyysihallin seinissä
- ESD-lattiat ATEX-alueilla, joissa käsitellään korkeapaineista vetyä
- Henkilöillä ESD-vaatteet ja henkilökohtaiset kaasumittarit

Elektrolyysirakennuksen ulkopuolella **vetysäiliöllä mahdollinen vuoto** aiheuttaa tulipalon ja räjähdysvaaraa. Lisäksi vuoto voi syttyessään aiheuttaa vetysäiliön kuumenemisen ja paineen nousun säiliössä, josta voi seurata vetysäiliön räjähdys.

**Suojaukset:**

- Vetysäiliön paineenmittaus
- Vetysäiliön paineenpurkuventtiili
- Ulospuhallusventtiili vetysäiliön sisällön tyhjentämiseksi hallitusti
- Vetysäiliön ennakoiva huolto ja tarkastukset painelaittevaatimusten mukaisesti
- Varoventtiilin ulospuhallus ohjattu turvalliseen paikkaan

Vetyverkoston ylipaineistus voi johtaa **korkeapaineisen vetykaasun purkautumiseen** putkiliitännästä. Tämä voi aiheuttaa räjähdysvaaraa ja tulipalon.

**Suojaukset:**

- Kompressorin ylipainesuojaukset
- Paineenpurkuventtiilit vetyverkostossa
- Painemittaukset konttitankkausalueella
- Paineen testausohjelma tyypellä suorittaen
- Vuodon- ja liekintunnistimet sekä ultraäänianturi kaasuvuotojen havaitsemiseksi elektrolyysihalleissa, kompressorikontissa ja vedyn konttitankkausalueella

Teknisten toimien pettäessä **kompressorin imupuolelle voi kehittyä alipaine**, mikä voi johtaa vetysäiliön ja elektrolyysikennojen rikkoutumiseen.

**Suojaukset:**

- Paineenmittaukset lukituksilla
- Varastosäiliön alipainesuojaus lukitusten avulla
- Varastosäiliö suunniteltu täydelle vakuumille

**Jäähdytysvesijärjestelmän pettäminen** voi aiheuttaa lämpötilan nousua elektrolyysiprosessissa ja vahingoittaa elektrolyysikennoja.

**Suojaukset:**

- Korkean lämpötilan lukitukset huomioitu ja käyty läpi yhdessä elektrolyysiprosessin laitetoimittajan kanssa

## 2.2 Metanointiprosessi

Merkittävimpana riskinä elektrolyysiprosessissa tunnistettiin hiilidioksidivuotoihin liittyvät tapaukset. Mahdollinen **kaasumaisen hiilidioksidin vuoto** voi syrjäyttää hapen metanointirakennuksessa,

**Suojaukset:**

- Tarkastukset ja enakkohuolto-ohjelma hiilidioksidiputkilinjoille
- Happimittarit metanointirakennuksessa, joissa on alarajahälytys sekä DCS:ssä että paikallisesti laitoksella

#### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Kannettavien kaasunilmaisimien käyttö pakolliseksi henkilökunnalle metanointirakennuksessa

**Hiilidioksidivuoto tyhjennyspaikalla** voi johtaa hapen syrjäyttämiseen ilmassa. [REDACTED]

#### Suojaukset:

- Vain koulutetut kuljettajat saavat suorittaa hiilidioksidin purkua säiliöön (noudattaen hiilidioksidin kuljetuksesta vastaavan yrityksen toimintaohjeita)
- Hiilidioksidin purkuletkujen ennakkohoito, josta vastaa hiilidioksidin toimittaja

#### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Toimintamenettelyt ja työohjeet hiilidioksidin purkutapahtumalle
- Varmistetaan, että letkurikkoventtiilit ovat käytössä hiilidioksidin purkutapahtumassa hiilidioksidin toimittajalta
- Takaiskuventtiilien varmistaminen hiilidioksidin purkutapahtumassa

**Hiilidioksidisäiliön ylitäyttö** (johtuen esim. pinnanmittauksen vikaantumisesta) voi johtaa säiliön ylipaineistumiseen. Säiliön rikkoontuessa hiilidioksidia voi vuotaa, jolloin se voi syrjäyttää hapen ilmasta ja [REDACTED]

#### Suojaukset:

- Nestemäisen hiilidioksidin palauttaminen kaasulinjaa pitkin takaisin säiliöajoneuvoon
- Varoventtiilit hiilidioksidin purkupaikan putkistossa

#### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Varmistetaan hiilidioksidiputkiston varoventtiilien ulospuhallus turvalliseen suuntaan [REDACTED]
- Varmistetaan hiilidioksidia kuljetettavalta yritykseltä, että hiilidioksidin purussa käytettävät pumput pysähtyvät korkean säiliöpaineen johdosta

## 2.3 Vedyn konttitankkausalue

Merkittävimpana riskinä vedyn konttitankkausalueella tunnistettiin vetyvuodot ja niistä seuraavat tulipalo ja räjähdys. Mikäli vetykaasuletkun kytkeminen kiinni ajoneuvoon konttitankkauksen aikana epäonnistuu, kaasuletku rikkoontuu vetytankkauksen aikana tai ajoneuvonkuljettaja ajaa ajoneuvolla pois alueelta niin, että tankkausletku on edelleen kiinni ajoneuvossa ja se rikkoontuu, saattaa **vetykaasua vapautua korkealla paineella** ja aiheuttaa räjähdyksen ja tulipalon. [REDACTED]

#### Suojaukset:

- Letkurikkoventtiili estämään suuret vuodot ([REDACTED])
- Ennakkohoito letkuille
- Häätäpysäytys vedyn konttitankkausasemalla
- [REDACTED]
- Paikallinen kontrollipaneeli turvallisen välimatkan päässä tankkauksesta

#### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Toimenpideohjeet konttitankkaukselle, kuten ajoneuvon kuljettajan sijainnin määrittäminen (välimatkaa letkutankkauksesta)
- Kuorma-autojen kuljettajien kouluttaminen ja ohjeistaminen
- Yksittäisten konttien tilaindikaattori, jotta kuljettaja ei mene väärän kontin ääreen (esim. liikennevalot osoittamaan, milloin konttia tankataan, milloin letku on kytketty jne.)

**Paineistetun (P=350–400 bar(g)) vedyn vuoto kompressorista** [REDACTED] saattaa johtaa räjähdykseen ja tulipaloon, [REDACTED]

#### Suojaukset:

- Kompressorien ennakkohuollot ja tarkastukset
- Vuodon- ja liekintunnistimet sekä ultraäänianturi kaasuvuotojen havaitsemiseksi elektrolyyssihalleissa, kompressorikontissa ja vedyn konttitankkausalueella
- Ex-laitteet
- Seurausanalyysi ja mallinnus kompressoreiden jälkeisen putkiston vuotoskenaariosta

#### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Painesuojauksen varmistaminen vapauttamalla mahdollinen räjähdyspaine turvalliseen suuntaan (esimerkiksi heikennetty rakenne)

## 2.4 Metaanin konttitankkausalue

Merkittävimpana riskinä elektrolyyssiprosessissa tunnistettiin metaanivuodot ja niistä seuraavat tulipalo ja räjähdys. Letkun yhdistämisen epäonnistuminen, letkun vaurioituminen CSNG-tankkauksen yhteydessä tai sen rikkoutuminen ajoneuvon kuljettajan ajaessa ajoneuvolla pois alueelta niin, että tankkausletku on edelleen kiinni ajoneuvossa, voi johtaa **korkeapaineisen metaanikaasun vuotamiseen**. Tämä voi aiheuttaa räjähdys- ja tulipalon sekä henkilövahinkoja (mahdollinen kuolema).

#### Suojaukset:

- Letkurikkoventtiili estämään suuret vuodot ([REDACTED])
- Ennakkohuolto letkuille
- Häätäpysäytys kuorma-autojen tankkausasemalla

#### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Toimintamenettelyt, sisältäen kuorma-auton ajajan sijoittamisen tankkauksen ajaksi (välimatkaa letkuliitokseen)
- Paikallinen kontrollipaneeli turvallisen välimatkan päässä tankkausliitoksista
- [REDACTED]
- Yksittäisten konttien sen hetkinen tila esitetään, jotta kuljettaja ei mene väärän kontin ääreen (esim. liikennevalot osoittamaan, milloin konttia tankataan, milloin letku on kytketty jne.)
- Kuorma-autojen kuljettajien kouluttaminen ja ohjeistaminen

## 2.5 Liikenne tuotantolaitoksen alueella

Tuotantolaitosalueen liikenteeseen liittyen merkittävimpänä riskinä tunnistettiin ajoneuvojen törmäykset kemikaaleja sisältäviin laitteistoihin. **Ajoneuvon törmäys** putkisillan pylväisiin voi aiheuttaa vetyvuodon ja laitevahinkoja, mikä voi johtaa tulipaloon ja räjähdykseen [REDACTED]

### Suojaukset:

- Riittävästi tilaa ajoneuvoliikenteelle
- Ajoneuvoliikennettä kulkee putkisillan alta kerran viidessä vuodessa
- Riittävä liikennesuunnittelu ajoneuvoliikenteelle laitoksen alueella

### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Betoniset törmäyssuojat putkisillan pylväisiin estämään ajoneuvon törmäyksen
- Selkeät merkinnät putkisillan pylväisiin
- Nopeusrajoitukset laitoksen alueelle

**Hiilidioksidisäiliöauton törmäys** CSNG-konttitankkausasemaan / hiilidioksidin purkupaikkaan voi johtaa metaanivuotoon, laiterikkoon tai räjähdykseen ja tulipaloon. [REDACTED]

### Suojaukset:

- Riittävästi tilaa ajoneuvojen toiminnalle CSNG-konttitankkausasemalla / hiilidioksidin purkupaikalla
- Riittävä liikennesuunnittelu ajoneuvoliikenteelle laitoksen alueella

### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Nopeusrajoitukset laitoksen alueella
- Kunnossapito CSNG-konttitankkausasemalla / hiilidioksidin purkupaikalla, etenkin talvella esimerkiksi jään muodostumisen estämiseksi
- Ajoneuvoille mitoitettut riittävät törmäyesteet CSNG-konttitankkausasemalla / hiilidioksidin purkupaikalla
- Selkeät reittimerkinnät teissä
- Riittävä koulutus laitoksen alueella toimiville ajoneuvojen kuljettajille

## 2.6 Ympäristö

Ympäristöön liittyvä merkittävin riski liittyy hulevesijärjestelmään. **Riittämätön kapasiteetti hulevesijärjestelmässä** voi aiheuttaa veden leviämisen sähkötiloihin, mikä voi johtaa oikosulkuun, kaapeleiden syttymiseen ja siten tulipaloon sähkötiloissa. [REDACTED]

### Suojaukset:

- Hulevesijärjestelmässä on huomioitu kallistukset ja keräysaltaat
- Hulevesijärjestelmän kapasiteetti riittävä (kallistukset ohjaavat vettä oikein ja tarkoituksenomaisilla tilavuuksilla)

### Lisäsuojaustoimenpiteet:

- Sähkötiloihin riittävät kynnykset estämään veden leviäminen sisälle

## 2.7 Sähkötilat

**Oikosulku sähkötiloissa** voi aiheuttaa kaapeleiden syttymisen ja tulipalon. [REDACTED]

### Suojaukset:

- Suojaus oikosuluilta
- Palohälytin ja sammutusjärjestelmä sähkötiloissa
- Sähkötilojen palo-osastointi
- [REDACTED]

# 3. Seurausanalyysi

Seurausanalyysissä tarkastellaan mahdollisia kemikaalionnettomuusvaikutuksia tuotantolaitoksella. Tarkasteltavina kemikaaleina ovat vety, happi ja metaani. Kaikki tarkasteltavat tapaukset sijaitsevat laitoksen ulkotiloissa. Seurausanalyysin mallinnustapausten tarkasteluissa ei ole huomioitu ympäröiviä rakenteita tai maastoesteitä, vaan vuotojen oletetaan pääsevän etenemään esteettömässä tilassa ulkona.

Seurausmallinnuksissa on käytetty Tukesin ohjeistamia sääolosuhteita (2/F ja 5/D) sekä lämpösäteilyn (3, 5 ja 8 kW/m<sup>2</sup>) ja ylipaineen (5, 15, 30 kPa) raja-arvoja oppaan *Tuotantolaitoksen sijoittaminen (2015)* mukaisesti. Kaasupilven syttymisen mahdollisuutta arvioidaan määrittämällä syttyvän kaasupilven etäisyys vuotopaikasta.

Vedyn osalta tarkasteltiin putkiston laippavuotoa, säiliön varoventtiilivuotoa, lastausletkurikkoja sekä puristusliitosvuotoa tuotantolaitoksen eri alueilla. Metaanin osalta tarkasteltiin lastausletkurikkoa ja puristusliitosvuotoa. Kaikissa näissä tapauksissa tarkasteltiin vuodosta aiheutuvan suihkupalon aiheuttamia lämpösäteilyvaikutuksia, muodostuvan syttymiskelpoisen pilven leviämistä ja räjähdysten mahdollisuutta sekä siitä aiheutuvia ylipainevaikutuksia ympäristöön. Hapen osalta tarkasteltiin putkirikkoa elektrolyysin jälkeisessä putkistossa, jonka seurauksena happea vuotaa ympäristöön. Lisäksi on mallinnettu mahdollinen rekkapalo vetykonttien lastausalueella.

Seurausanalyysin tulokset tullaan toimittamaan niiden valmistuttua ja tunnistettujen tapausten perusteella määritetään mahdollisia suojaustoimenpiteitä.



## 4. HAZOP- ja LOPA-analyysi

Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotantolaitoksen prosesseille laaditaan HAZOP-tarkasteluja (Hazard and Operability Study) suunnittelun yhteydessä. Analyysissä tarkastellaan vaaratilanteita, joiden seuraukset voivat kohdistua henkilöihin, ympäristöön tai talouteen. Riskit luokitellaan kolmessa vaiheessa, ensin ottamatta suojautumisia huomioon ja tämän jälkeen uudelleen tarkastellen suojautumisten vaikutus riskin todennäköisyyteen. Tarvittaessa riskeille kirjataan lisäsuojautumisehdotuksia ja riskit luokitellaan viimeisen kerran vielä arvioiden näiden lisäsuojauksen vaikutus riskiluokitteluun.

Laitetoimituspakettien osalta rajapinnat muun prosessin kanssa on käsitelty ja laitetoimittajien omat riskienarviointit huomioitu. HAZOP-tarkasteluja sekä laitetoimittajien rajapintatarkasteluja toteutetaan suunnittelun edetessä.

SIL-määrittelyjen arviointimenetelmänä projektissa käytetään LOPA-tarkastelua standardin IEC 61511 "Toiminnallinen turvallisuus. Turva-automaatiojärjestelmät prosessiteollisuussektorille" mukaisesti. LOPA tarkasteluun vietävät riskitapaukset valitaan seuraavan kriteeristön perusteella:

-   
  


Yleisesti laippaliitosvuotoja ei käsitellä LOPA-tarkasteluissa lukuun ottamatta vety- ja happilaiippoja elektrolyysirakennuksessa.

## 5. Yhteenveto

P2X Solutions Oy:n vihreän vedyn tuotantolaitokselle on tehty arvioita riskien tunnistamiseen ja arvioimiseen useilla eri menetelmillä suunnittelun eri vaiheissa. Suunnittelun alkuvaiheessa riskien varhaiseen tunnistamiseen käytettiin HAZID-analyysiä (Hazard Identification Study) laitoksen ja sen järjestelmien turvallisuus-, terveys- ja ympäristövaarojen tunnistamiseen. Merkittävimmät tunnistetut riskit koskivat vety- tai metaanivuotoja, joiden seurauksena aiheutuva tulipalo ja räjähdys voivat pahimmillaan aiheuttaa henkilövahinkoja tai kuoleman sekä merkittäviä laitevaurioita ja tuotannonmenetystä. Suunniteltujen suojausten, kuten sisätilojen koneellisen ilmanvaihdon ja kaasuvuotojen havaitsemismenetelmien avulla, ja lisäsuojautumisten kanssa nämä riskit ovat hyväksytyllä tasolla.

Seurausanalyysin yhteydessä tarkasteltiin tarkemmin vety- ja metaanivuotojen aiheuttamia suihkupalojen lämpösäteilyn vaikutuksia, syttymiskelpoisen kaasupilven leviämistä ja räjähdysten ylipainevaikutuksia ympäristöön. Vuototapauksista realistisimpina voidaan pitää laippavuotoja. Vedyn osalta merkittävimmät vaarat aiheutuvat vetykonttialueella mallinnetuissa tapauksissa, joissa on myös korkeimmat operointipaineet (350 bar(g)). Metanointiyksikön osalta metaanin suihkupalojen lämpösäteilyvaikutukset eivät aiheuta merkittävää vaaraa laitoksen ulkopuolelle. Vetyvuodolle on todennäköisintä, että se syttyy välittömästi vuodon yhteydessä (suihkupalo) tai muodostunut pilvi, räjähdys sijaan, humahtaa. Suojaustoimenpiteinä vuotojen estämiseksi ja mahdollisten haitallisten seurausten minimoimiseksi on varauduttu mm. rakenteellisilla ratkaisuilla, turvallisella sijoittelulla ja turva-automaatiolla.

Tuotantolaitoksen alueella tarkasteltiin myös ääriskenaariona pahinta mahdollista tilannetta, jossa yksi vetykontti rikkoutuu. Tämän tapauksen mahdollisuus nähdään erittäin epätodennäköisenä. Mallinnuksessa laskettiin lämpösäteilyvaikutukset kahdelle eri tapaukselle; yhden vetysäiliön repeytymiselle ja kaikkien kontissa olevien (9 kpl) vetysäiliöiden repeytymiselle. Näiden mallinnusten tulokset ovat nähtävissä erillisessä piirustuksessa.

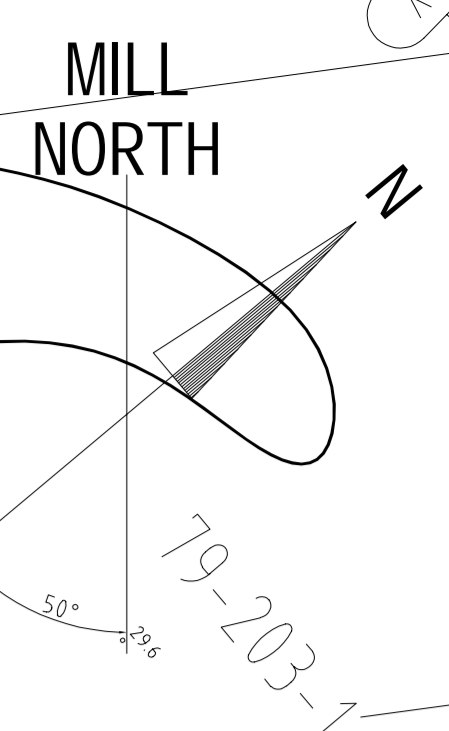
Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotantolaitoksen prosesseille laaditaan HAZOP-tarkasteluja (Hazard and Operability Study) ja laitetoimittajien rajapintatarkasteluja. LOPA-tarkasteluun vietävien riskien valintakriteerit on määritetty ja tarkastelut etenevät yhdessä HAZOP-tarkastelujen kanssa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tunnistetut riskit ovat hallittavissa laitosalueella eivätkä ne aiheuta vaaraa laitoksen ulkopuolisille toimijoille tai rakenteille. Epätodennäköisen pahimman onnettomuusskenaarion mukaiset vaikutukset rajoittuvat tuotantolaitoksen välittömään läheisyyteen.



VETIKONTIN KAASURÄÄHDYS  
 H2, 9 PULLON RIKKOUTUMINEN, 350 bar  
 TARKASTELUKORKEUS 2 m, VCE  
 SÄÄÖLOSUHDE 2F & 5D  
 9 PULLOÄ, 360 kg

0,05 bar	203 m
0,15 bar	95 m
0,30 bar	70 m



Leveling system N2000  
 The general floor load in the production facilities is 10 kN/m<sup>2</sup> unless otherwise specified in the drawing.

Rev.	Date	Designed	Checked	Approved	Description
05	31.8.2022	FJNE	FJSAU	FJPHM	See revision list 05
04	8.8.2022	FJNE	FJSAU	FJSAU	RFI for area work contract inquiry
03	3.8.2022	FJNE	FJSAU	FJPHM	Issued for Site work planning with known HOLEs
07	13.12.2022	FJNE	FJSAU	FJPHM	Updated
06	7.10.2022	FJNE	FJSAU	FJSAU	AFO

Date	Designed	Checked	Approved	Status
9.5.2022	FJNE	FJSAU	FJPHM	AFO

Document ID	Area	Scale	Size
10904924-IC109-0200-0210-000004	900	10904924-IC109-0200-0210-000004	1200 A0
Project ID	Task area	Position ID	Discipline
10904924			PLANT

**SWECO**  
**B&B**

Title: GHP01 Harjavalta MILL SITE LAYOUT

Drawing number: 10904924-IC109-0200-0210-000004 | Revision: 07 | Page: 1/1



# Sisätilaräjähdysten esto- ja suojausperiaatteet



P2X GHP01 Harjavalta



# Change list

Ver:	Date:	Description of the change	Reviewed	Approved by
00	15.05.2023	Kommenteille	FIJSUU	FIMKMI
01	16.11.2023	Issued for permitting	FIMIIV	FIJSUU

**Project Name:** P2X GHP Harjavalta  
**Document Number:** 10904924-ICC109-0100-0115-000001  
**Client:** P2X Solutions Oy  
**Ver:** 01  
**Date:** 16/11/2023  
**Author:** Miia Vähäaho

# Sisällys

1.	Johdanto .....	4
2.	Suunnitellut suojauskeinot räjähdysten estämiseksi .....	5
2.1	Toimintojen sijoittuminen .....	5
2.1.1	Elektrolyysi .....	5
2.1.2	Metanointi .....	5
2.1.3	Alueellinen sijoittelu .....	6
2.2	Ilmanvaihto .....	6
2.3	Havaitseminen ja turvatoiminnot .....	6
2.4	Tilaluokittelut .....	7
3.	Suunnitellut suojauskeinot mahdollisten räjähdysten vaikutusten minimoimiseksi .....	8
4.	Jäännösriskin arvioiminen ja johtopäätökset .....	9

# 1. Johdanto

P2X Solutions Oy Harjavallan vihreän vedyn tuotantolaitoksen suunnitteluprojektin yhteydessä on arvioitu sisätilaräjähdyksen mahdollisuutta. Tunnistettu sisätiloissa tapahtuvan vedyn tai metaanin räjähdysriskin mahdollisuus on hyvin epätodennäköinen nykyisellä suunnittelulla. Tuotantolaitoksen suunnittelussa on tehty useita teknisiä ratkaisuja, joilla varmistetaan, ettei voi syntyä tilannetta, jossa sisätiloihin kertyisi räjähdyskelpoinen kaasuseos. Lisäksi siinäkin poikkeuksellisessa tilanteessa, että tiloissa muodostuisi räjähdyskelpoinen kaasuseos ja se ennen laimenemistaan ulkoilmaan räjähtäisi, vaikutusten minimoimiseksi on myös suunniteltu suojaustoimia. Tämän dokumentin tarkoitus on esitellä laitokselle suunnitellut suojauskeinot räjähdysten mahdollisuuden estämiseksi sekä mahdollisen räjähdysriskin kuitenkin tapahtuessa sen vaikutusten minimoimiseksi.

Vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta säädetyn lain ja asetuksen mukaisesti tuotantolaitoksella on suunniteltu useita suojaustoimia. [REDACTED]

[REDACTED] operaattorit ovat aina koulutettuja ja suojavarustein työskenteleviä. Laitoksella on turva-automaatiikalla varmistettu asianmukaiset toimintahäiriöhälytykset, jolloin henkilökunta joko poistuu tuotantotiloista, tai ei alkuaan mene tuotantotiloihin ennen kuin kyseinen automaatiikka on ajanut prosessin turvalliseen tilaan, ja tämä on etävalvomosta varmistettu.

Räjähdysvaarallisten ilmaseosten syntyminen on estetty usein varotoimin, merkittävimmin näistä tiloissa sijaitsevat vuodonvalvonnat, sekä tehostetun ilmanvaihdon ratkaisut.

Rakennusten sijoituksissa on huomioitu turvallinen työskentely, niistä tai niiden alueelta turvallinen poistuminen mahdollisessa vaaratilanteessa, sekä se, että toisille rakennuksille ja laitoksen prosessiasennuksille ei aiheudu varaa onnettomuustilanteissa. Rakenteet ja prosessi on suunniteltu siten, että vaarallisia päästöjä viemäreihin, tiloihin tai ilmaan ei synny. Lähialueille ei aiheudu mistään skenaariosta merkittävää varaa tai haittaa.

Seuraavissa kappaleissa kuvataan pääasialliset tekniset keinot, millä on estetty räjähdysvaarallisen ilmaseoksen muodostuminen, sekä suojaustoimet, jos näin kuitenkin kävisi.



## 2. Suunnitellut suojauskeinot räjähdysten estämiseksi

Tuotantolaitoksella on varauduttu sisätiloissa räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostumisen estämiseksi toimintojen turvallisella sijoittelulla, koneellisella ilmanvaihdolla, kaasuvuotojen aikaisella havaitsemisella prosessin automaattisella alasajolla, putkiston tyhjentämisellä ja tyytelyksellä sekä tilojen ja alueiden tilaluokittelulla.

### 2.1 Toimintojen sijoittuminen

#### 2.1.1 Elektrolyysi

##### Prosessi

Tuotantolaitoksen kemikaaleista vety ja happi ovat keskenään yhteensopimattomat kemikaalit. Elektrolyysiprosessissa tuotettavat vety ja happi erotellaan toisistaan ja puhdistetaan elektrolyysiprosessin jälkeen. Tämän jälkeen kaasuja käsitellään erillisissä prosessilaitteistoissa, jotka ovat sijoitettuina erillisiin huonetiloihin elektrolyysirakennuksessa. Vedyn ja hapen valmistusprosessin ulospuhallusputket ovat sijoitettuna [REDACTED] erillään toisistaan välttämällä vedyn ja hapen pääsyn kosketuksiin keskenään.

Vedyn määrä prosessissa sisätiloissa on minimoitu prosessin luonne huomioiden. Vetyä ei varastoida sisätiloissa, [REDACTED] Vedyn paine sisätiloissa on maksimissaan 30 bar(g) ja paineistaminen korkeampaan paineeseen tapahtuu vasta tuotantolaitoksen ulkoalueella. Vetyputkistojen koko on minimoitu koko tuotantolaitoksen alueella niin sisätiloissa kuin ulkonakin. Myös laippaliitosten määrä on minimoitu ja hitsattuja liitoksia käytetään mahdollisimman paljon. Laitteistojen ja rakenteiden materiaalivalinnoissa on kiinnitetty huomiota vedyn ominaisuuksiin, jotta vetykorroosiolta vältytään.

Vety- ja happipuskurisäiliöt sijaitsevat ulkona [REDACTED] ne ovat sijoitettu 30 m päähän toisistaan. Palavat kaasut sekä korkeapaineiset laitteistot [REDACTED] huomioiden vaadittavat turvaetäisyydet muihin laitteistoihin ja prosesseihin.

##### Tilojen geometria

Sisätiloissa on pyritty pitämään tilat mahdollisimman avoimina, jotta mahdollisia suljettuja tiloja, joihin kaasuvuodot voisivat kertyä, ei muodostu. [REDACTED] Rakennusten osilla on omat harjakattorakenteensa. Harjakattoisuus mahdollistaa sen, että mahdolliset pienet vedyn hajavuodot kertyvät kyseisen rakennusosan yläpintaan kohtaan, eivätkä myöskään leviä helposti toiseen rakennusosaan. Ilmanvaidon poistot on sijoitettu katon harjaan, jolloin ylös pyrkivä vety poistuu tilasta mahdollisimman hyvin. Lisäksi huonetilojen, joissa käsitellään vetyä, korkeimmissa kohdissa on vuotoaukot tai vuotoreitit, joilla varmistetaan ettei vetyä kerääny edes pieniä määriä huonetilan katon rajaan. Kaasunkäsittelytiloista ei ole myöskään suoraa kulkua muihin tiloihin, erityisesti erilaisiin sähkötekniisiin tiloihin, [REDACTED] Tämä vähentää riskiä kaasujen kulkeutumiselle kaasunkäsittelytiloista muihin tiloihin. Kaasunkäsittelytilat on myös rajattu muista tiloista palokatolla.

#### 2.1.2 Metanointi

##### Prosessi

Metaanin määrä prosessissa sisätiloissa on minimoitu prosessin luonne huomioiden. Metaania ei varastoida sisätiloissa, [REDACTED] Metaaniputkistojen koko on minimoitu koko tuotantolaitoksen alueella niin sisätiloissa kuin ulkonakin. Myös laippaliitosten määrä on minimoitu ja hitsattuja liitoksia käytetään mahdollisimman paljon.

Korkeapaineista vetyä ei tuoda lainkaan metanointirakennukseen, vaan prosessin syötteenä käytettävän vedyn paine lasketaan jo rakennuksen ulkopuolella.

Metaanin ulospuhallukset on sijoitettu [REDACTED] jolloin ne ovat etäällä elektrolyysirakennuksen vedyn ja hapen ulospuhalluksista.

### Tilojen geometria

Sisätiloissa on pyritty pitämään tilat mahdollisimman avoimina, jotta mahdollisia suljettuja tiloja, joihin kaasuvuodot voisivat kertyä, ei muodostu. Rakennus on harjakattoinen, jolloin mahdolliset hajavuodot kertyvät ylimpään kohtaan. Ilmanvaihdon poistot on sijoitettu katon harjaan, jolloin ylös nouseva vety poistuu tilasta mahdollisimman hyvin.

[REDACTED]  
[REDACTED] kaasunjalostustilassa ei käsitellä lainkaan vetyä.

### 2.1.3 Alueellinen sijoittelu

Laitoksen tuotantoprosessit on hajautettu kahteen eri rakennukseen, jotka on sijoitettu yli 40 metrin päähän toisistaan. Samoin toimisto-, sosiaali-, huolto- ja varastotilat on sijoitettu erilliseen rakennukseen suhteellisen kauas tuotantorakennuksista tontin kokoon nähden. Myös ulkona olevat prosessiyksiköt on sijoitettu erikseen siten, että ne eivät ole rakennuksiin nähden tai toinen toistensa välittömässä läheisyydessä. Näillä toimenpiteillä on vähennetty mahdollisten onnettomuuksien laajeneminen kohteesta toiseen.

Logistiikka alueet on rajattu aidoin ja portein omalle alueelleen, jolloin rekkaliikenne on rajoitettu pois rakennusten läheisyydestä. Tällä on pyritty minimoimaan rekkapaloista tai törmäyksistä johtuvat räjähdysriskit.

## 2.2 Ilmanvaihto

Tuotantolaitoksen kaikissa rakennuksissa on koneellinen ilmanvaihto. [REDACTED]  
[REDACTED] Tilat pidetään alipaineisina ympäröiviin tiloihin nähden säätämällä poistoilma tuloa suuremmaksi. [REDACTED]

[REDACTED] Poistoilma imetään sekä lattianrajasta että katonrajasta. Muiden tilojen (mm. sosiaalitilojen) ilmanvaihto hoidetaan lämmöntalteenotolla varustetulla ilmanvaihtokoneella. Metanointirakennuksen prosessitilassa ja kaasunjalostustilassa tuloilma tuodaan huoneen alaosaan ja poisto tapahtuu tilan yläosasta, korkeimmasta kohdasta. Tilat pidetään alipaineisina ympäristöön verrattuna. Sähkö- ja automaatiotilojen ilmanvaihto hoidetaan ylipaineekoneella, joka tuo tiloihin kemiallisesti suodatettua ilmaa.

Vedyn ja metaanin kertyminen tuotantotilojen kattorakenteisiin on myös estetty [REDACTED]  
[REDACTED] Poistoilmajärjestelmän sähkönsyöttö on varmistettu varavoimakoneella. Kaasunkäsittelytiloista ei ole suoraa kulkua muihin tuotantotiloihin eikä erityisesti sähkötiloihin. Sähkötilat on myös ylipaineistettu suhteessa tuotantotiloihin.

Toimistorakennuksen ilmanvaihto hoidetaan lämmöntalteenotolla varustetulla ilmanvaihtokoneella. Sähkötilaan tuodaan vain tuloilma ja poisto tapahtuu rakenteiden vuotokohdista.

### 2.3 Havaitseminen ja turvatoiminnot

Tuotantolaitoksen vaaratilanteiden havaitseminen täyttää turvallisuusvaatimusasetuksen (856/2012) luvun 6 vaatimukset. Kaasuvuotojen havaitsemiseksi rakennuksissa, laitekonteissa ja lastausalueilla on kaasunilmaisimet, liekintunnistimet ja ultraäänianturit, jotka on kytketty tuotantolaitoksen turva-automaatiojärjestelmään.

Elektrolyysirakennuksessa on vetyvuotojen havaitsemiseksi elektrolyysihalleissa, vedyn puhdistushuoneessa ja vetyventtiiliiryhmähuoneessa. Mittareiden automaattinen turvalogiikka on seuraava:

- [REDACTED]

Metanointirakennuksessa on metaani- ja vetyvuotojen havaitsemiseksi kaasunilmaisimet ja liekintunnistimet sekä reaktoritilassa että kaasunjalostustilassa. Mittareiden automaattinen turvalogiikka on seuraava:

- [REDACTED]

Happivuotojen havaitsemiseksi on kaasunilmaisimet elektrolyysirakennuksessa elektrolyysihalleissa, vedyn ja hapen puhdistushuoneissa, happiventtiiliryhmähuoneessa, demivesihuoneessa, KOH-varastotilassa sekä aputekniikkalaittehuoneessa. Mittarit hälyttävät tuotantolaitoksella ja valvomossa, kun ylä- tai alaraja tulee vastaan.

Palohälytysjärjestelmän ilmoitukset ohjautuvat tuotantolaitoksen turva-automaatiojärjestelmään, etävalvomoon ja hälytyskeskukseen (automaattinen paloilmoitinkeskus). Ilmoitukset ohjataan eteenpäin ilmoituksen laadusta riippuen tarpeen mukaan myös sopimuskumppaneille sekä varmistetaan, että ilmoitus on tullut kumppanille perille. Ohjaamo saa tiedon häiriötilanteista ilmaisimilta, manuaalisen hälyttämisen (painonapit tai puhelin) tai kameravalvonnan kautta.

Laitoksen sisäpuolisesta vaaratilanteesta tiedotetaan laitosalueella varoitusvaloilla. Hätä-seis-painikkeet on liitetty turva-automaatioon ja niiden painaminen pysäyttää kyseisen laitteen tai prosessin. [REDACTED]

Vedyn ja metaanin kompressorikonteissa ja konttitankkausasemilla on liekintunnistimet ja ultraäänianturit kaasuvuotojen havaitsemiseksi. Molemmista tulee äänihälytys tuotantolaitoksella ja valvomohälytys, [REDACTED] Vedyn ja metaanin konttitankkausasemilla on lisäksi valohälytys kaasuvuodoista. Vedyn liikenneasemalla on ultraäänianturi vedyn kaasuvuotojen havaitsemiseksi.

Alueella liikkuvilla henkilöillä on henkilökohtaiset kaasunilmaisimet, joiden käyttö ohjeistetaan ennen työtehtävän suorittamista. Henkilökohtaista kaasunilmaisinta vaativat tehtävät on kuvattu toiminnanharjoittajan toimintajärjestelmässä.

## 2.4 Tilaluokittelut

Tilaluokiteltuja alueita on määritetty elektrolyysirakennukseen, metanointirakennukseen, vedyn ja metaanin konttitankkausasemille sekä ulospuhalluspisteiden ympärille. Tilaluokitukset on laadittu noudattaen VNa (576/2003) räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta, standardia SFS-EN 60079-10-1 ja SFS käsikirjaa 59. Tilaluokittelussa on huomioitu vedyn ja metaanin ilmaa kevyempi ominaisuus ja mahdollisten vuotojen nouseminen ja kertyminen todennäköisimmin sisätilojen korkeimpiin kohtiin. Tilaluokitelluille alueille sijoitettavat laitteet valitaan vähintään tilaluokan vaatimusten mukaisesti.

### 3. Suunnitellut suojauskeinot mahdollisten räjähdysten vaikutusten minimoimiseksi

Rakenteellisessa turvallisuudessa on varauduttu paineenkevennyksellä räjähdysten mahdollisuuteen ja sen vaikutusten minimoimiseksi. Elektrolyysirakennuksen ulkoseinät [REDACTED]

[REDACTED] on varustettu seinäpaneelin, jotka toimivat paineenkevennyksinä. ATEX-alueilla, joissa käsitellään korkeapaineista vetyä, on ESD-lattiat ja henkilöillä on ESD-vaatteet.

Vetykonttitankkausasemalla on osastojen (3 kpl) väleissä sekä lastausletkukatosten päädyissä räjähdyspainetta kestävä ja palon vaikutusta rajoittavat betoniseinät.

Laitos toimii pääsääntöisesti miehittämättömänä eikä tontilla ole myöskään muuta toimintaa. Tämä vähentää henkilövahinkojen riskiä mahdollisissa räjähdysonnettomuuksissa. Logistiikka alueet, joissa käy säännöllisesti rekkoja, on rajattu aidolla ja porteilla omaksi alueeseen, jolloin sisätiläräjähdyksistä aiheutuva vaara kuljettajille on rajattu pienemmäksi.

Tuotantorakennukset on sijoitettu tontilla mahdollisimman kauas sekä Torttilantiestä että viereisestä junaradasta. Toimisto-, sosiaali-, huolto- ja varastotilat on sijoitettu erilliseen rakennukseen etäälle tuotantorakennuksista.

## 4. Jäännösriskin arvioiminen ja johtopäätökset

Riskien todennäköisyyksiä on tarkasteltu yleisesti käytössä oleviin arvioihin perustuen. Prosessi- ja putkistovuotojen suojaamattoman esiintymistodennäköisyyden arvioidaan yleisesti olevan  $P 1.0E-1$ , eli toimivalla laitoksella voi sattua 1/10 annum (a) (Swecon riskimatriisin mukainen todennäköisyys 4, Sweco Probability of Failure on Demand (PFD) tilasto).

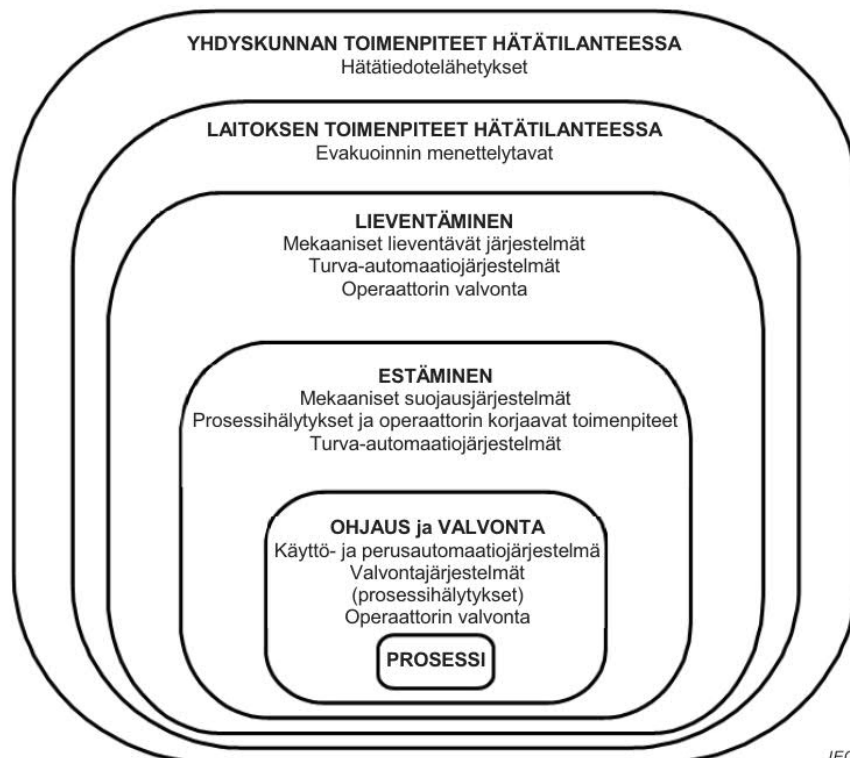
Suunnitelluilla suojauksilla vuodon ja siitä seuraavan sisätilaräjähdyksen mahdollisuus jää erittäin epätodennäköiseksi (1/10000 a), jolloin tapahtuma ei todennäköisesti satu laitoksen elinkaaren aikana. Näin ollen nähdään, että suunnitelluilla suojauskeinoilla jäännösriskin taso jää hyväksytylle tasolle. (10904924-ICC109-0000-0030-000012\_HAZID Report, Sweco Risk Reduction Factor (RRF) tilasto).

Täysi putken repeytymä on todennäköisyydeltään erittäin epätodennäköinen (1/10000 a), jolloin tapahtuma ei todennäköisesti satu laitoksen elinkaaren aikana (Sweco PFD tilasto).

Räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostumisen ja siitä seuraavan sisätilaräjähdyksen riski on suunnitelluilla suojaustoimenpiteillä saatu niin pieneksi kuin käytännössä mahdollista ALARP-periaatteen (As Low As Reasonably Practicable) mukaisesti.

SFS-EN 60079-10-1:2021 ”Niin alhainen kuin on kohtuudella käytännössä mahdollista (ALARP) on tunnustettu termi monilla lainkäyttöalueilla, ja se sisältää valvonnan toteuttamisen mahdollisimman hyvin nykyisen tiedon ja asiaankuuluvien sääntöjen ja standardien mukaisesti.”

Suunnittelun nykyiset suojautumiset vastaavat standardissa SFS-EN 61511-1:2017 esitettyihin tyyppisiin suojauskerroksiin (Kuva 1) kattavasti.



Kuva 1. Tyyppilliset suojauskerrokset ja riskin pienentämisen keinot, kuten kuvattu standardissa SFS-EN 61511-1:2017

Yhteenvedon voidaan todeta seuraavaa. Prosessi on suunniteltu siten, että kaasuvuodot ja sitä myöden sisätilaräjähdykset ovat mahdollisimman epätodennäköisiä. Jos vuotoja kuitenkin tapahtuu, pienimmät paikallisvuodot ja pienet hajavuodot joko laimenevat välittömästi alle räjähdyspisteen tai poistuvat poistoilman mukana siten, että räjähdysvaaraa ei synny.

Keskikokoiset vuodot, jotka aiheuttavat kaasupitoisuuden nousua edellä mainituista toimenpiteistä huolimatta, ovat harvinaisempia, mutta mahdollisia. Niitä vastaan on varauduttu valvontajärjestelmällä ja sen perusteella ohjatuilla turvatoiminnoilla, kuten automaattinen prosessin alasajo ja ilmanvaihdon tehostaminen. Näillä toimilla kaasun pitoisuus pyritään rajaamaan siten, että se ei ylitä räjähtävän pitoisuuden rajaa.

Toisaalta, mikäli keskikokoinen vuoto onnistuu edellä mainituista toimista huolimatta saavuttamaan paikallisesti räjähdyskelpoisen pitoisuuden ja sitä seuraa räjähdys, siitä aiheutuvia vahinkoja on pyritty minimoimaan erilaisilla suunnitteluratkaisuilla ja toimenpiteillä, mm. räjähdyspaineen purkautumista mahdollistavat kevennysrakenteet. Vetyvuotojen tapauksessa on myös huomioitava, että vuodosta seuraava suihkupalo nähdään todennäköisempänä kuin varsinainen räjähdys. Laitokselle suunnitellut havaitsemisjärjestelmät auttavat myös suihkupalojen tilanteessa.

Edellä mainituista ennaltaehkäisevistä ja vaaraa vähentävistä toimista huolimatta ei voida täysin poissulkea skenaariota, jossa esim. putkirepeämän vuodosta seuraa räjähdys, jossa räjähtävän kaasun inventaario on riittävä vaurioittaakseen merkittävästi rakennuksen rakenteita. Näiden skenaarioiden todennäköisyys on kuitenkin arvioitu ennaltaehkäisevien toimenpiteiden jälkeen niin epätodennäköiseksi, että riski on hyväksyttävällä tasolla eikä skenaarion vaikutuksia ole suoranaisesti huomioitu laitoksen suunnitteluratkaisuissa. Tämänkin skenaarion osalta on suunnitteluratkaisuissa pyritty mahdollisimman hyvin siihen, ettei tapahtuma aiheuta lisävaaraa tuotantolaitoksen muille osille ja siellä mahdollisesti oleville henkilöille. Arvioiden mukaan räjähdysskenaario sisätiloissa ei aiheuta vaaraa tuotantolaitoksen ulkopuolelle.

# Toimintaperiaateasiakirja



P2X GHP01 Harjavalta



## Muutokset

Ver:	Päiväys	Muutoksen kuvaus	Tarkastaja	Hyväksyjä
1	13.3.2023	Lupahakemus	Auli Kostamo	Mika Maranko

**Project Name:** P2X GHP Harjavalta  
**Document Number:** 10904924-ICC109-0100-0022-000009  
**Client:** P2X Solutions Oy  
**Ver:** 1  
**Date:** 13/03/2023  
**Author:** Kirsi Wolczkiewicz



# Sisällysluettelo

1.	Yleistä .....	4
2.	Organisaatio .....	5
2.1	Käytönvalvoja .....	5
2.2	Toimintaperiaatteista vastaava henkilö .....	5
2.3	Vastuuhenkilöiden tehtävät .....	6
2.4	Koulutus ja perehdytys .....	7
3.	Toimintaperiaatteet .....	8
3.1	Päämäärät .....	8
3.2	Suuronnettomuusvaarojen tunnistaminen ja arviointi .....	9
3.3	Toimintojen ohjaus .....	9
3.4	Muutosten hallinta .....	11
3.5	Suunnittelu hätätilanteiden varalta .....	11
3.6	Turvallisuustilanteen toteutumisen seuranta .....	12
3.7	Arviointi .....	13

# 1. Yleistä

P2X Solutions Oy (jäljempänä myös yhtiö tai toiminnanharjoittaja) valmistaa vihreää vetyä ja synteettistä metaania Harjavallan teollisuuspuiston alueen läheisyydessä. Laitoksessa tuotetaan veden elektrolyysiin perustuvalla prosessilla uusiutuvan energian avulla vihreää vetyä, happea, lämpöä sekä edelleen vedystä synteettistä metaania erillisessä metanointiyksikössä. Laitos sijaitsee noin kahden kilometrin etäisyydellä Harjavallan keskustasta, suurteollisuuspuiston länsipuolella.

Vedyn maksimituotantokapasiteetti laitoksella on 400 kg/h ja vastaavasti hapen suunniteltu maksimituotantokapasiteetti 3 200 kg/h.

Toiminta on Valtioneuvoston asetuksen vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015) 6 § mukaisesti laajamittaista ja laitos on toimintaperiaateasiakirjalaitos. Tämä toimintaperiaateasiakirja on laadittu noudattaen asetuksen (685/2015) 13 § ja laadinnassa on noudatettu Tukes-ohjetta 10/2015 mahdollisten suuronnettomuuksien ja muiden onnettomuuksien ehkäisemiseksi.

## 2. Organisaatio

P2X Solutions Oy:n organisaatio muodostuu johto- ja operatiivisesta tasosta. Yhtiön oma henkilökunta on mitoitettu siten, että laitoksen päivittäinen operatiivinen toiminta hoidetaan palveluntarjoajien kautta. Laitos on suurimman osan ajasta miehittämättömänä, ja laitosta käytetään etäyhteyden avulla.

Organisaatio kuvataan ja esitellään tarkemmin johtamisjärjestelmässä.

- Organisaatiokaavio (täydennetään myöhemmin)
  - o Palveluntarjoajat nimetään ja sisällytetään kaavioon
- Organisaation kuvaus (täydennetään myöhemmin).

### 2.1 Käytönvalvoja

P2X Solutions Oy tulee nimeämään toiminnassa vaadittavat käytönvalvojat ja varakäytönvalvojat. Käytönvalvojat tulevat pätevytytään Tukesin vaatimalla tavalla.

Toiminnanharjoittaja antaa riittävät edellytykset hoitaa käytönvalvojen tehtäviä. Käytönvalvojen vastualueet määritetään sopimuksin ja heille annetaan riittävät valtuudet puuttua havaittuihin poikkeamiin ja ohjeistuksen vastaiseen toimintaan.

Toiminnanharjoittaja tulee nimeämään käytönvalvojat toimialoittain taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1: Teollisuuslaitokselle nimettävät käytönvalvojat toimialoittain

Toimiala	Nimike
Vaaralliset kemikaalit	Käytönvalvoja
Maakaasu	Vastuuhenkilö
Sähkölaitteistot	Käytönjohtaja
Painelaite	Käytönvalvoja

Toiminnanharjoittaja ylläpitää luetteloa käytönvalvoista toimintajärjestelmässään.

### 2.2 Toimintaperiaatteista vastaava henkilö

P2X Solutions Oy tulee nimeämään toimintaperiaatteista vastaavan henkilön omasta organisaatiosta. Toimintaperiaatteista vastaava henkilö vastaa laitoksen turvallisesta käytöstä määriteltyjen toimintaperiaatteiden mukaisesti turvallisuustavoitteiden saavuttamiseksi.

## 2.3 Vastuuhenkilöiden tehtävät

Toimintaperiaatteista vastaava henkilö ja käytönvalvoja huolehtivat siitä, että tuotantolaitoksessa toimitaan kemikaaleja koskevien säännösten ja määräysten ja lupaehtojen mukaisesti. Toimintaperiaatteista vastaava henkilö vastaa toimintaperiaatteiden kehittämisestä, toteuttamisesta ja ylläpidosta sekä turvallisuuteen liittyvien tavoitteiden toteutumisen seurannasta.

Taulukko 2. Laitoksen vastuuhenkilöt

Vastuuhenkilö	Vastuualue
Toimitusjohtaja	Ylin turvallisuusvastuu
Toimintaperiaatteista vastaava henkilö Turvallisuuspäällikkö	Turvallisuustason seuranta ja raportointi johdolle Vastuu toimintaperiaatteiden noudattamisesta Riskienhallinta Pelastuslaitoksen yhteyshenkilö
Käyttöpäällikkö Käytönvalvojat	Vastuu laitoksen turvallisesta käytöstä Lupapäätösten noudattamisesta Työluvat Ohjeistuksen ylläpitäminen ja valvonta Sisäinen pelastussuunnitelma Räjähdyssuojausasiakirja
HSEQ-päällikkö	Lupa-asiat Lainsäädännön seuranta Viranomaisyhteyshenkilö Toimintajärjestelmän ylläpito
Kunnossapitopäällikkö	Huolto- ja kunnossapito
Palveluntuottajien X, Y, Z vastuuhenkilöt	Hankittavan kokonaisuuden mukaan suoritus, valvonta ja raportointi

## 2.4 Koulutus ja perehdytys

Laitoksen henkilökunta, palveluntarjoajat ja sopimuskumppanit perehdytetään toiminnanharjoittajan perehdytysohjelman mukaisesti. Perehdytyksestä vastaa tehtävän mukainen asiantuntija ja perehdytysmateriaalin ajantasaisuudesta vastaa käytönvalvoja. Perehdytysmateriaali sisältää tarvittavat tiedot laitoksella käytettävistä ja varastoitavista kemikaaleista, prosessiturvallisuudesta, sekä poikkeustilanteissa toimimisesta.

Toiminnanharjoittaja pitää henkilöstölle ja palveluntarjoajille tarpeen mukaan koulutuksia esimerkiksi turvallisuuteen liittyen koulutussuunnitelman mukaisesti. Lisäksi vastuuhenkilöt ylläpitävät osaamista täydentävillä ulkopuolisilla toimialaan liittyvillä koulutuksilla sekä seuraamalla vetyturvallisuudesta EU-tasolla käytävää keskustelua. Koulutuksista pidetään kirjaa toimintajärjestelmässä.

Laitoksella on henkilökunnassa tarpeellinen määrä EA-koulutettuja henkilöitä sekä työkorttikoulutusvaatimus työturvallisuutta, tulitöitä- ja sähkötöitä koskien.

## 3. Toimintaperiaatteet

### 3.1 Päämäärät

P2X Solutions Oy tulee ottamaan käyttöön johtamisjärjestelmän, jolla johdetaan laitoksen laatu-, ympäristö- ja energiatehokkuusasioita. Johtamisjärjestelmä pohjautuu EN ISO 9001:2015 ja EN ISO 14001:2015 standardeihin. Järjestelmä otetaan käyttöön ennen laitoksen toiminnan aloittamista. Tämän jälkeen johtamisjärjestelmä mahdollisesti sertifioidaan. Toiminnanharjoittaja on laatinut toimintapolitiikan, jota tullaan päivittämään laatujohtamisen osalta. Työterveys- ja turvallisuusjohtamisjärjestelmä pohjautuu ISO 45001 standardiin.

P2X Solutions Oy tulee nimeämään tarvittavat vastuuhenkilöt ja asiantuntijat omasta organisaatiostaan. Lisäksi palveluntarjoajat nimeävät tarvittavat vastuuhenkilöt, jotka vastaavat tarjoamiensa palveluiden veloitteiden täyttymisestä P2X Solutions Oy:lle. Toiminnanharjoittaja tulee hoitamaan laitoksen operatiivisen toiminnan palveluntarjoajien kautta. Palveluntarjoajat perehdytetään toiminnanharjoittajan vaatimalla tavalla ja palveluntarjoajat sitoutuvat toimimaan sen mukaisesti.

P2X Solutions Oy on asettanut tavoitteita, joiden toteutumista seurataan. Yhtiön asettamia tavoitteita ovat mm.:

- Nolla tapaturmaa vuodessa
- Suunnittelemattomien alasajojen minimoiminen vuoden 2025 loppuun mennessä
- Laitoksen turvallisuusalasajojen nollatoleranssi normaalitoiminnan aikana
- Poikkeamatilanteissa toimimisen harjoittelu sisäisesti sekä pelastuslaitoksen kanssa
- Toiminnan kehittäminen harjoituksissa saatujen tulosten perusteella

Tavoitteiden toteutumista seurataan mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- Turvallisuushavainnot ja läheltä piti -raportointi
- Koulutus ja valvonta
- Altistumismittaukset
- Laitteiden kunnossapito ja seuranta
- Palveluntarjoajien toimittama raportointi

Tavoitteet ja määräajat tavoitteiden saavuttamiselle määritellään erikseen vuosittain.

### 3.2 Suuronnettomuusvaarojen tunnistaminen ja arviointi

P2X Solutions Oy on laatinut toiminnalle riskinarvioinnit HAZID- ja HAZOP-menetelmillä sekä arvioinut mahdollisia alueen ulkopuolelle ulottuvia vaikutuksia onnettomuusvaikutusten leviämismallinnusta käyttäen.

Arvioitaessa laitetoimittajien prosesseja HAZOP-analyyseihin on osallistunut myös toimittajien edustajat heidän prosessikokonaisuuksiaan koskevin osin. Havaituille korjausesityksille on nimetty vastuuhenkilö sekä tunnistettujen jäännösriskien hallintaan määrätään aikataulu, vastuuhenkilö ja toteutus. Riskinarviointien perusteella on sovittu toimenpiteet, joilla riskeihin toiminnassa varaudutaan.

P2X Solutions Oy on ottanut tehtyjen onnettomuusvaikutusten mallinnusten tulokset huomioon laitoksen sijoituspaikan määrittelyssä ja toimintojen suunnittelussa. Leviämismallinnusten mukaan vedyn ja metaanin tuotanto lastauspaikkoineen ei uhkaa naapurilaitoksia.

P2X-tuotantolaitokset sijaitsevat Harjavallan teollisuuspuistossa, jonne on tehty lain 390/2005 mukainen dominovaarojen kartoitus. Kartoituksen mukaan esimerkiksi rikkidioksidin, ammoniakkin ja hapen suuren vuodon vaikutusalue saattaa yltää P2X-tuotantolaitosten alueelle. Toiminnanharjoittaja havainnoi, analysoi ja raportoi kaikki riskienhallintaan liittyvät poikkeamat, jotka käsitellään ja arkistoidaan toimintajärjestelmässä kuvatulla tavalla. Tarvittaessa toimenpiteitä käynnistetään muutos- ja vahinkotilanteissa muutostenhallintaprosessin kautta. Lopullinen muutostenhallintaprosessi luodaan toimintajärjestelmän mukaiseksi, kun toiminnanharjoittaja on nimennyt käytönvalvojan. Riskinarvioinnit tarkistetaan muutosten yhteydessä, mutta vähintään kahden vuoden välein. Myös onnettomuusmallinnuksia tehdään tarvittaessa muutosten yhteydessä.

### 3.3 Toimintojen ohjaus

P2X Solutions Oy ohjaa toimintaa mm. seuraavilla ohjeistuksilla:

- Poikkeustilanteissa toimiminen (sisäinen pelastussuunnitelma)
- Huolto- ja kunnossapitosuunnitelma
- Työohjeet
- Toimintaohjeet
- Laitetoimittajien prosessilaitteikäyttöohjeet

Ohjeiden ylläpidosta vastaa käytönvalvoja. Muutostilanteissa ja riskinarviointien perusteella ohjeistoja päivitetään tarpeen mukaan. Ohjeet dokumentoidaan sähköiseen toimintajärjestelmään.

P2X Solutions Oy toteuttaa laitoksen normaalin käytön pääasiassa etävalvonnan ja -ohjauksen avulla. Valvonta ja ohjaus toteutetaan palveluntarjoajien kautta. Palveluntarjoajat tullaan ohjeistamaan laitoksen käytännöistä toiminnanharjoittajan toimesta. Lisäksi käyttöönoton jälkeen toiminnanharjoittaja tulee tekemään tarkastuksia laitokselle, että etävalvonta- ja ohjaus toimivat suunnitellusti.

Laitoksella tapahtuvat hälytykset ohjautuvat valvomoon. Jokaisesta hälytyksestä tulee saataville toimintaohjeet automaatiojärjestelmän kautta. Laitoksella tapahtuville kenttätarkastuksille määritellään toimintaohjeet, ns. viikko-ohjeet.

Toiminnanharjoittajan laatimat toimintaohjeet tullaan sisällyttämään toimintajärjestelmään. Yksittäisten laitteiden kohdalla hyödynnetään laitetoimittajan ohjeistusta. Nämä laitteet ovat listattu toimintajärjestelmässä ja ohjeiden ajantasaisuudesta toimintajärjestelmässä vastaa toiminnanharjoittajan yhteyshenkilöt laitetoimittajiin. Työohjeisiin tullaan sisällyttämään turvallisuuteen liittyvät ohjeet. Toimintaohjeita päivitetään säännöllisesti, sekä muutosten ja riskienarviointien yhteydessä. Päivityksiä tehdään lisäksi tehtyjen havaintojen ja harjoitusten perusteella. Toimintaohjeiden ajantasaisuudesta vastaa käyttöpäällikkö.

Toimenpiteiden suorittaminen laitoksen alueella on määritetty joko toiminnanharjoittajalle, laitetoimittajalle tai palveluntarjoajalle, toimenpiteestä riippuen. Toimenpiteet ja niiden suorittamisesta vastaavat tahot on listattu toimintajärjestelmässä.

Toimintaohjeiden noudattamista valvotaan kolmiportaisesti. Laitoksen toimintaan liittyvä valvonta suoritetaan työntekijöiden toimesta. Työntekijöiden toimintaohjeiden noudattamista valvoo työnjohtaja, joka puolestaan toimii johdon valvonnan alla. Toimintaohjeiden noudattamisen valvonta koskee myös palveluntarjoajia, jotka sitoutuvat toimimaan toiminnanharjoittaja määrittämien toimintaohjeiden mukaisesti. Toiminnanharjoittaja toteuttaa tarvittaessa pistotarkastuksia toimintaohjeiden noudattamisen valvontaan liittyen.

Toiminnanharjoittaja määrittää työtehtävät, johon vaaditaan asianmukaiset luvat. Tällaisia toimenpiteitä ovat mm. työluvan vaativat laitteistojen kunnossapitoon liittyvät tehtävät sekä tulityöluvan vaativat tehtävät. Työtehtävät ja niihin vaadittavat asianmukaiset luvat on listattu toimintajärjestelmässä ja niiden seurantaan ja myöntämiseen tullaan nimeämään vastuuhenkilö.

Laitoksella on käytössä kunnossapitojärjestelmä, joka sisältää kunnossapitosuunnitelman prosessien osalta. Suunnitelmaan on sisällytetty lisäksi turvakriittiset laitteet ja määräaikaishuollot. Kunnossapitoon liittyvät toimenpiteet kirjataan kunnossapitojärjestelmään niiden suorittamisen jälkeen. Kirjaukset järjestelmään tekevät laitoksen käyttöhenkilöstö sovittujen toimintaohjeiden mukaisesti.

Poikkeustilanteiden ohjaus ja laitoksen laitteiden alasajo tapahtuvat etävalvomoon kautta. Poikkeustilanteesta riippuen toimenpiteitä suoritetaan etävalvomossa tai laitoksella paikan päällä. Poikkeustilanteiden toimenpiteet laitoksen käytettävyyden osalta on määritetty hälytys- ja toimintaohjeissa. Poikkeustilanteissa toimiminen laitoksen turvallisuuden osalta on ohjeistettu sisäisessä pelastussuunnitelmassa. Poikkeustilanteen seurauksena toteutettu laitoksen alasajo vaatii toimenpiteiden jälkeen ylösajon, mikä toteutetaan aina laitoksessa paikan päällä.



### 3.4 Muutosten hallinta

P2X Solutions Oy:n muutostenhallintaprosessi tulee osaksi yritykselle luotavaa toimintajärjestelmää. Kaikki muutokset arvioidaan tarvittavien toimenpiteiden osalta. Muutostenhallintaprosessilla tehdään tarvittavat muutokset laitoksen toimintaohjeisiin riskinarvioinnin ja havaittujen poikkeamien pohjalta. Prosessilla voidaan tehdä myös muutoksia riskinarviointeihin. Toiminnanharjoittaja tulee tekemään yhteistyötä Harjavallan suurteollisuuspuiston kanssa. Teollisuuspuiston antamat ohjeistukset ja alueen laitosten toimintojen muutokset tullaan ottamaan huomioon muutostenhallintaprosessilla tarpeen mukaan. Muutokset dokumentoidaan ja siitä vastaa turvallisuuspäällikkö. Muutosten hyväksyntä tehdään toimintajärjestelmän mukaisesti.

Toiminnanharjoittaja on tunnistanut sekä sisäisiä että ulkoisia muutoksia, jotka arvioidaan ja tullaan huomioimaan laitoksen toiminnassa toimintajärjestelmässä kuvatusti. Sisäiset muutokset voivat koskea kaikkia toiminnan osa-alueita. Lisäksi toiminnanharjoittaja on tunnistanut mm. seuraavat ulkoiset muutokset:

- Lupien hallinta
- Lainsäädännön muutokset
- Kemikaaleihin liittyvät muutokset
- Harjavallan suurteollisuuspuiston toiminnasta aiheutuvat muutokset

Muutoksen toteutus ja muutoksesta vastaavan organisaatiotason vastuuhenkilö määräytyvät sen mukaan, minkä kokoisesta, minkä tyyppisestä ja kuinka laajasti vaikuttavasta muutoksesta on kyse. Investointia vaativat muutokset käsitellään aina johtotasolla. Laitoksen toimintaan liittyvät investoinnit ja muutokset dokumentoidaan asianmukaisesti.

Muutoksista tiedotetaan organisaation eri tasoilla. Toiminnanharjoittaja nimeää tiedotuksen vastuuhenkilön. Tiedottaminen tehdään tarpeen vaatiessa myös mm. seuraaville tahoille:

- Asiakkaat, kuten kaasun toimitusta koskevissa asioissa
- Pelastuslaitos ja Harjavallan suurteollisuuspuisto, kuten turvallisuuteen liittyvissä asioissa.

### 3.5 Suunnittelu hätätilanteiden varalta

P2X Solutions Oy tulee laatimaan ennen toiminnan aloittamista kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) mukaisen harjoitussuunnitelman, joka esitetään sisäisessä pelastussuunnitelmassa. Laitoksella järjestetään säännöllisiä harjoituksia oman organisaation, palveluntarjoajien, suurteollisuuspuiston ja pelastuslaitoksen kanssa suunnitelman mukaisesti. Lisäksi toiminnanharjoittaja kehittää harjoitussuunnitelmaa yhteistyössä harjoitukseen osallistuneiden tahojen kanssa laadunvalvonnan ja laitoksen käytettävyyden parantamiseksi.

Sisäinen pelastussuunnitelma tarkastetaan kolmen vuoden välein ja muutosten yhteydessä. Sisäisen pelastussuunnitelman tarkastuksesta ja päivittämisestä vastaa turvallisuuspäällikkö. Sisäinen pelastussuunnitelma

käydään läpi palveluntarjoajien kanssa. Palveluntarjoajat sitoutuvat toimimaan sisäisen pelastussuunnitelman mukaisesti. Tarvittaessa muutoksia sisäiseen pelastussuunnitelmaan toteutetaan palveluntarjoajan kanssa yhteistyössä.

Etävalvomon operaattorit perehdytetään ja koulutetaan käyttöohjeisiin ja sisäiseen pelastussuunnitelmaan pohjautuen. [REDACTED]  
[REDACTED] Tarvittaessa käytönvalvoja täsmentää hälytyksen taustaa ja toimintaohjeita.

### 3.6 Turvallisuustilanteen toteutumisen seuranta

Turvallisuustason toteutumista ja turvallisuusjohtamisen tasoa seurataan P2X Solutions Oy:n johtamisjärjestelmään määrittelemillä ennakoivilla ja jälkikäteismittareilla.

Ennakoivia mittareita ovat:

- Johdon turvallisuuskatselmukset
- Käytönvalvojan tekemien tarkastuskäyntien tai turvallisuushavaintojen määrä
- Kenttähenkilöstön tekemien turvallisuushavaintojen määrä
- Raportoitujen läheltä piti-tilanteiden määrä

Jälkikäteismittareita ovat:

- Työtapaturmien määrä
- Turvallisuuspoikkeamien määrä
- Automaatiojärjestelmän antamien hälytysten määrät ja vasteajat

Laitoksella tapahtuvien prosessin turvallisuuspoikkeamien määrää seurataan automaatiojärjestelmän ja operaattorien toimesta. Poikkeamat tunnistetaan hälytyksestä, minkä jälkeen suoritetaan tarvittavat toimenpiteet sekä määrätty valvonta ja raportointi. Poikkeamien enimmäismäärät määritellään toimintaohjeissa tunnistetun poikkeaman mukaan.

Lisäksi laitoksen automaatiojärjestelmän antamien hälytysten vasteaikoja mitataan operaattori- ja kenttätoimijatasolla. Tavoitevasteajat määritetään palvelusopimuksissa ja toimintakuvauksissa. Vasteaikojen toteutumisen ja poikkeamien seuranta tehdään asiantuntijoiden toimesta, jotka laativat raportin käyttöjärjestelmän tietojen pohjalta. Käyttöpäällikkö analysoi raportin, ja toimittaa sen yhtiön johtotasolle, joka käy sen läpi säännöllisesti. Raportin pohjalta käynnistetään toimenpiteitä muutostenhallintaprosessin kautta tarpeen mukaan.

Mittareiden lisäksi järjestyksen ja siisteyden ylläpitoa valvotaan.

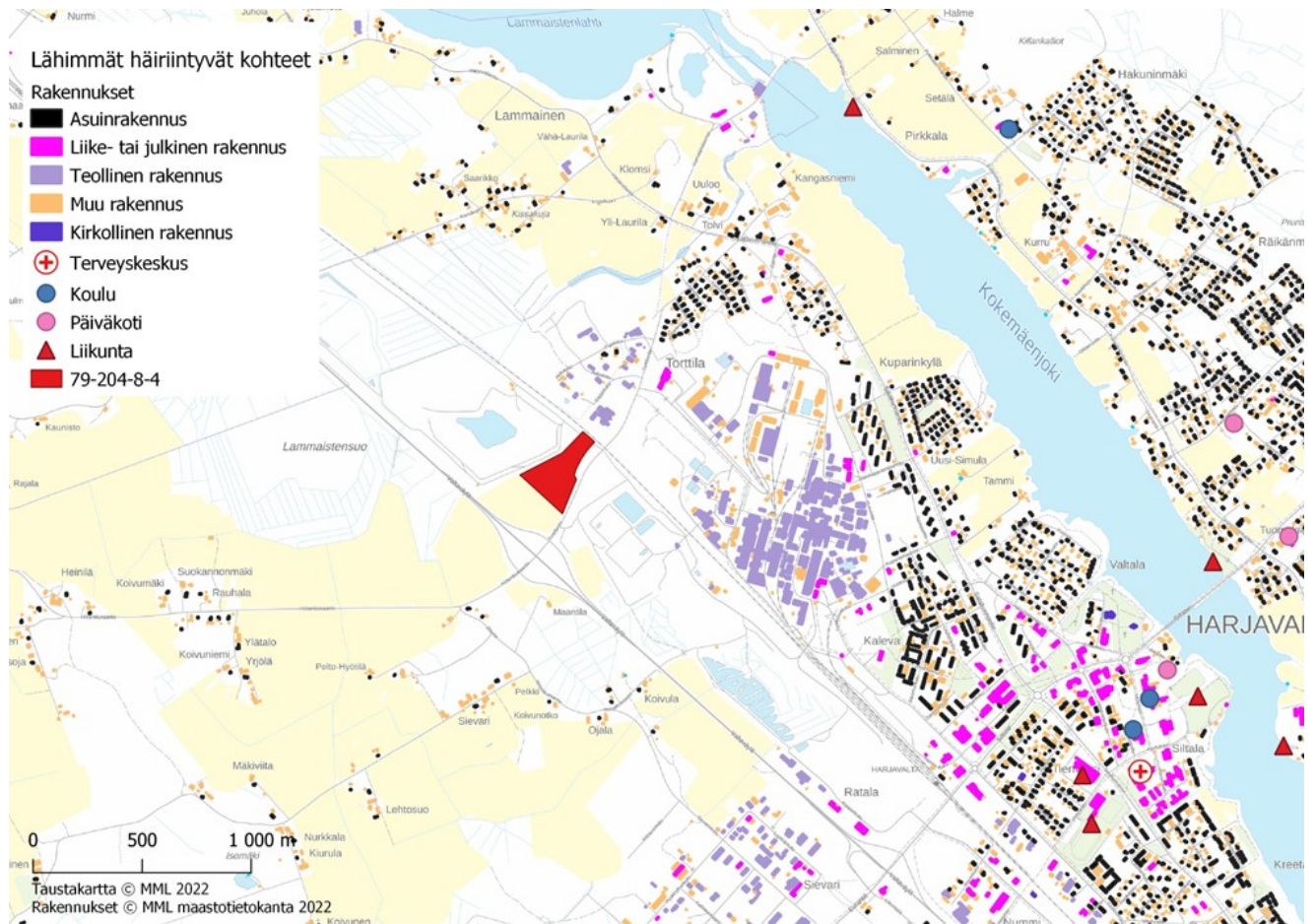
### 3.7 Arviointi

Päivittäisen valvonnan lisäksi P2X Solutions Oy tekee säännöllisesti turvallisuuteen liittyvää seurantaan. Laitoksen toiminnan käynnistyessä käytönvalvoja käy laitoksella vähintään kerran viikossa seuraamassa laitoksen toimintaa. Toiminnan vakiinnuttua käytönvalvojan käyntimäärä laitoksella sen normaalin toiminnan aikana laskee toimintaohjeessa määritellylle tasolle.

Toiminnanharjoittaja järjestää vähintään kerran kuussa tapaamisen palveluntarjoajien kanssa, jossa käydään läpi laitoksen toiminta sekä mahdolliset poikkeamat koskien tarjottua palvelua. Lisäksi toiminnanharjoittaja järjestää säännöllisesti arviointeja suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi. Toiminnanharjoittaja järjestää lisäksi sisäisiä auditointeja, joiden pohjalta toimintaa kehitetään toivotun toiminnan tason saavuttamiseksi. Sisäinen auditointi suoritetaan toimintajärjestelmässä määritellyn auditointiohjelman mukaisesti.

Yhtiö järjestää vähintään kaksi kertaa vuodessa johdon katselmointeja, joissa yhtenä osa-alueena on laitoksen turvallisuuteen liittyvät asiat. Katselmointiin sisällytetään mm. turvallisuustoiminnan seurantamittareiden ja sisäisten auditointien tulokset sekä harjoitussuunnitelman mukaisten harjoitusten pohjalta nousseet havainnot ja palaute. Säännöllisten katselmointien lisäksi järjestetään tarvittaessa katselmointi välittömästi vakavan turvallisuustilanteen läpikäymiseksi. Turvallisuusjohtamiseen liittyvät asiat kirjataan muistioon, joka dokumentoidaan. Tarvittaessa jatkotoimenpiteet jaetaan vastuualueittain tai ohjataan muutostenhallintaprosessiin.

## Lähimmät häiriintyvät kohteet



Kuva. Lähimmät häiriintyvät kohteet.