

Liite 5. Tunnistetut onnettomuus- ja häiriötilanteet, niiden vaikutukset ja todennäköisyys sekä ennaltaehkäisy ja varautuminen

**) Todennäköisyys on arvioitu ilman varautumistoimenpiteitä (hyvin todennäköinen: kuukausittain tai useammin, todennäköinen: kerran vuodessa tai useammin, mahdollinen: voi tapahtua kerran 10 vuodessa, epätodennäköinen: kerran 20 vuodessa; hyvin epätodennäköinen: laitoksen eliniän aikana.*

Seurausten merkitsevyyttä on arvioitu arvioimalla vakavuusaste seuraavasti:

- *suuri: Laajaa kunnostusta vaativia/jatkuvia ympäristövaikutuksia ja/tai suuria materiaalivahinkoja ja vakavia henkilövahinkoja laitosalueella ja laitosalueen ulkopuolella;*
- *keskisuuri: Kunnostusta vaativia/pitkäkestoisia ympäristövaikutuksia ja/tai materiaalivahinkoja ja vakavia henkilövahinkoja laitosalueella*
- *pieni: pienimittaista kunnostusta vaativia/tilapäisiä ympäristövaikutuksia ja/tai materiaalivahinkoja ja ei vakavia henkilövahinkoja laitosalueella ja/tai laitosalueen ulkopuolella*

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vakuus*	Varautuminen
Rakentamisen aikaiset häiriötilanteet				
Raskaiden ajoneuvojen/henkilö-ajoneuvojen onnettomuus valtatiellä E4	Liikenneonnettomuus	Materiaalivahingot Henkilövahingot	Mahdollinen /pieni	<ul style="list-style-type: none"> - Noudatetaan nopeusrajoituksia ja turvallista ajotapaa - Valtatietasoisen liikenteen turvallisuuden huomiointi (yksisuuntaiset kaistat ja liittymät, neljä kaistaa)
Ajoneuvojen tai työkoneiden törmäys työmaalle joltavalla tiellä ja työmaalla	Työmaonnettomuus	Materiaalivahingot Henkilövahingot	Mahdollinen/pieni	<ul style="list-style-type: none"> - Noudatetaan nopeusrajoituksia ja turvallista ajotapaa - Työmaalle asetetaan nopeusrajoitus - Työmaan liikennejärjestelyt suunnitellaan. - Työmaalle pääsy estetään muilta kuin sinne kuuluvilta ajoneuvoilta
Rakentamisen aikainen työmaaliikenteen ja työkoneiden melu Lastin purkamisen aiheuttama melu	Kohonnut melutaso	<p>Tilapäinen meluhaitta ja viihtyvyyden tilapäinen heikentyminen hankealueella ja sen lähiympäristössä (teollisuusaluetta).</p> <p>Lähimmät asuinalueet noin 500 m päässä Keravanjoen itäpuolella ja noin 800 m päässä etelä-lounaassa. Sattunnaista rakentamisen melua voi kulkeutua asuinalueille.</p>	<p>Todennäköinen/pieni</p> <p>Mahdollinen/pieni</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Noudatetaan ympäristöluvassa asetettuja rakentamisen aikaisia melurajoja ja työskentelyaikoja - Rikkoontuneiden työkoneiden äänenvaimentimet ja pakoputket korjataan välittömästi - Melumallinnuksella voidaan tarvittaessa arvioida melun suuruus lähialueilla

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vakuus*	Varautuminen
Perustusten paalutus	Kohonnut melutaso	Viihtyvyyden tilapäinen heikentyminen hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä.	Todennäköinen	- Noudatetaan paalutustyön turvallisuusmääräyksiä
Työkoneiden polttoaineen varastointisäiliön tai polttoaineletkun rikkoontuminen törmäyksen tai ilkvallan vuoksi	Polttoainevuoto	Maaperän ja/tai pohjaveden pilaantuminen, rajoittuen laitosalueelle	Epätodennäköinen	- Varastosäiliö on kaksinkertainen ja sijoitettu tiiviille asfaltille, siten että vuodot kertyvät asfaltille, öljynimeytysainetta saatavilla - Polttoainepistooli on lukittava, jolloin ulkoisen ilkvallan mahdollisuus pienenee
Hitsaus, tulityöt	Tulipalo	Materiaalivahingot Henkilövahingot	Mahdollinen	- Työmaalle laaditaan turvallisuusohjeet, tulityölupamenettely sekä jälkivalvonta (urakoitsija)
Vedyn tuotanto ja varastointi				
Vetypäästö: - putkirikko - venttiilirikko	Räjähdyksen tuotantotilassa	Materiaalivahingot laitosalueella	Mahdollinen	- Putkistot rakennetaan määräysten mukaisesti huomioiden vedyn ominaisuudet ja käyttäytymisen. Ensisijaista on ehkäistä häiriötilanteen syntymisen (suunnittelu- ja turvallisuusvaatimukset) - Prosessiautomaatio (virtaus- ja pitoisuusmittaukset, sulkuventtiilit jne.) suunnitellaan siten, että vuodot ennaltaehkäistään ja lisäksi vuotojen hallintaan suunnitellaan räjähdysten tai palojen todennäköisyyttä pienentäviä aktiivisia ja passiivisia turvallisuustoimintoja (esim. vapautuva vety kerääntyy rakennusten yläosiin, jotka eivät ole tasakattomallia ja poistetaan sieltä automaattisesti vetypitoisuudesta käynnistyvillä puhaltimilla). Turvatoimia ovat mm:

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vaakavuus*	Varautuminen
				törmäyssuojat, kahdennettu detektorijärjestelmä, apuenergia eri syöttölähteistä, tehostettu ilmanvaihto, turva-automaatio, paineanturit, turvallinen operointi ja rakenteelliset ratkaisut (mm. ylipaineen suuntaus+heikoin suunniteltu rakenne)
Staattinen varaus, kipinät, kuumat pinnat ja liekit sytyttävät vedyn. - Vuoto kompressoreilta, erotettu tila (oma huone): räjähdys - Vuoto elektrolyysereillä, yhteinen tila (ei väliseiniä rakennuksessa): räjähdys	Suihkupalo, kaasupilviräjähdys	Henkilövahingot laitosalueella Palovammat, paineaallon aiheuttamat vammat	Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> - Vetytilat ja -laitteet ovat maadoitettuja - Tilat on ATEX-luokiteltava (saa käyttää ainoastaan räjähdyssuojattuja laitteita) ja laadittava räjähdyssuoja-asiakirjat - Laitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet mm. tulityölupa - Kaasumittarit (prosessi + henkilökohtainen detektor) - Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset - Varoitusmerkinnät - Tehdään tarvittavat mallinnukset (ylipainepainevaikutukset, lämpösäteily)
Vuoto vetyvarastossa: räjähdys, kaasuvuoto ulos + kaasupilviräjähdys	Hapen syrjäytyminen sisätiloissa	Tajunnan menettäminen, jos happipitoisuus laskee <18 %	Epätodennäköinen	
Tulipalon kuumentama vetyvarasto (yhteensä 5 tonnia) voi repeytyä	Räjähdys	Lämmön ja paineaaltojen aiheuttamat henkilö- ja materiaalivahingot	Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> - ks. edellä - vesivalelu

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/ vakuutus*	Varautuminen
Happivuoto – Esimerkiksi vuoto liitoskohdassa – happivuoto rakennuksen sisällä Happi ei itsessään syty, mutta reagoi voimakkaasti (hapettava).	Syttymisvaara	Lämpövaikutukset Materiaalivahingot laitosalueella ja sen ympäristössä Henkilövahingot laitosalueella	Mahdollinen Hyvin epätodennäköinen (ei happisäiliöitä)	– Happijärjestelmän venttiilit ja putkistot rakennetaan huomioiden hapen ominaisuudet (suunnittelu- ja turvallisuusvaatimukset) – Tilat on ATEX-luokiteltava – Käyttö-, valvonta- ja huolto-ohjeet; hälyttävät O2 detektorit – Automaatio ja valvonta – Happijärjestelmille ennen käyttöönottoa tehtävät puhdistukset, tarkastukset ja koestukset
Orgaanisen tai epäorgaanisen aineen kanssa reagointi.	Tulipalo- ja räjähdysvaara	Lämpövaikutukset Materiaalivahingot laitosalueella ja sen ympäristössä Henkilövahingot laitosalueella	Mahdollinen Hyvin epätodennäköinen	– Vuotojen hallintaan suunnitellaan räjähdysten tai palojen tai muidenkin ei-toivottujen seurausten todennäköisyyttä pienentäviä aktiivisia ja passiivisia turvallisuustoimintoja (esim. kahdennettu detektorijärjestelmä ja muut tarpeellisiksi arvioidut turvajärjestelmät) – Henkilöstön koulutus – Orgaanisen aineksen kanssa reagointi huomioidaan ja estetään rakennus- ja asennusvaiheissa – Käytön aikana minimoidaan palavan materiaalin määrä alueella – Kaasumittarit (prosessi + henkilökohtainen detektorit)
Demineralisoidun veden vuoto	Laitostiloissa demivettä Demiveden juominen	Materiaalivahingot, (kosteus) Henkilövahingot (suuri juotu vesimäärä voi vaikuttaa mineraalitasapainoon)	Mahdollinen Hyvin epätodennäköinen	– Laitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet – Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vakuus*	Varautuminen
Kaliumhydroksidin (25 %) vuoto kennon vaihdon yhteydessä (vain, jos käytössä alkalielektrolyysi)	Liuosta vapautuu (emäksinen) huone-tilaan	Henkilövahinko, syövyttävä	Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> Laitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset Huomioidaan ennaltavarautumissuunnitelmassa
CO₂ käsittely ja varastointi				
Hiilidioksidipäästö: <ul style="list-style-type: none"> putkirikko venttiilirikko esim. mekaanisen törmäyksen vuoksi Hiilidioksidi reagoi kiivaasti voimakkaiden emästen ja alkalimetallien kanssa	Hapen syrjäyttäminen Kylmäpaleltumat Palo- ja räjähdysvaara	Materiaalivahinko Henkilövahinko (Paleltumat, Hapen pitoisuuden laskiessa tajunnan menettäminen, jos happipitoisuus laskee < 18 %) Materiaalivahingot Alkalimetallireaktio tai emäsreaktio kaliumhydroksidin tai ammoniakiveden kanssa	Mahdollinen Hyvin epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> Putkistot on rakennettu määräysten mukaisesti huomioiden aineiden ominaisuudet Prosessiautomaatio suunnitellaan siten, että vuodot ennaltaehkäistään ja mahdollisen räjähdysvaikutukset rajoitetaan. Laitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset Paloturvallisuuden huomiointi Kaasumittarit ja hälytysjärjestelmät Vahvoja emäksiä sisältäviä putkistoja ei sijoiteta nesteytetyn CO₂ putkiston ja varaston läheisyyteen
Tulipalo nesteytetyn CO ₂ :n varastoalueella	Säiliön repeäminen	Henkilövahingot laitosalueella	Hyvin epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> Säiliö rakennetaan määräysten mukaisesti huomioiden aineiden ominaisuudet Tyhjiöeristetty kaksoisvaippasäiliö Törmäyssuojat Laitosalueen paloturvallisuus
Erottamisprosessin kemikaalivuoto	Amiiniliuotin (nestemäinen) tai kaliumkarbonaatti (pöly) vapautuu	Henkilövahinko, iho-, silmä- tai hengitystieärsytys	Epätodennäköinen/pieni	<ul style="list-style-type: none"> Prosessiautomaatio suunnitellaan siten, että vuodot ennaltaehkäistään ja mahdollisen toimintahäiriön vaikutukset rajoitetaan

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vakuus*	Varautuminen
				<ul style="list-style-type: none"> – Prosessiautomaatio suunnitellaan siten, että vuodot ennaltaehkäistään ja mahdollisen toimintahäiriön vaikutukset rajoitetaan – Suunnittelussa huomioidaan, että onnettomuuksien leviäminen voidaan estää ja että onnettomuuksien vaikutukset voidaan rajata mahdollisimman pienelle alueelle. – Imeytysaineita sijoitetaan kemikaalisäiliöiden läheisyyteen ja mahdollisuus tarvittaessa tulppata viemärit varmistetaan. – Asianmukaisten henkilökohtaisten suojainten käyttö – Huomioidaan ennalta-varautumissuunnitelmassa
Metaanin tuotanto ja käsittely				
Metaanipäästö: metaanikaasupäästö prosessissa laitteistorikon vuoksi	Metaanikaasun räjähdys, jos metaani esiintyy räjähdysvaarallisessa pitoisuudessa Sisällä räjähdysvaara ja hapen syrjäytyminen	Materiaalivahingot tuotantotiloissa Henkilövahingot	Mahdollinen/keskisuuri Epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> – Huomioidaan aineiden ominaisuudet – Prosessiautomaatio suunnitellaan siten, että vuodot ennaltaehkäistään ja mahdollisen räjähdysvaaran vaikutukset rajoitetaan. – Putkistot suunnitellaan ja suojataan törmäysvaara huomioiden (putkisillat, sisätilat) – Laitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet – Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset – Paloturvallisuuden huomiointi – Kaasumittarit (prosessi ja henkilökohtainen detektorit) – Metaanin johtaminen soihtuun – Tuulipussit (tuulen suunta) – Merkittävimmät skenaariot tullaan mallintamaan kemikaaliluvitusprosessin yhteydessä

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/ vakuutus*	Varautuminen
Jakelu kaasuputkessa	Metaanikaasun vuoto venttiilistä ja syttyminen, räjähdys	Materiaalivahingot Henkilövahingot	Epätodennäköisiä /pieni Hyvin epätodennäköisiä/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> – Kaasuputki rakennetaan voimassa olevien turvallisuusstandardien ja ohjeiden mukaisesti. Gasgrid Finland Oy vastaa putken turvallisuudesta – Putki asennetaan maahan vähintään 1 metrin peitesyvyyteen
Metanointiyksikön toimintahäiriö Nikkelikatalyytin rikkoontuminen Ammoniakkivuoto Natriumsulfiittivuoto	Raaka-aineen (CO ₂) syöttö metanointiin jatkuu. Kemikaalia päätyy laitostilaan.	Prosessiin liittyvät riskit arvioidaan suunnittelun edetessä. Metanointiin on suunniteltu käytettävän joko katalyyttistä metanointia (nikkelikatalyytti) tai biometanointia (ammoniakki ja natriumsulfaatti). Käytettävä teknologia varmistuu suunnittelun edetessä.	Epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> – Prosessiautomaatio suunnitellaan siten, että vuodon riskit ennaltaehkäistään ja mahdollisen toimintahäiriön vaikutukset rajoitetaan – Suunnittelussa huomioidaan, että onnettomuuksien leviäminen voidaan estää ja että onnettomuuksien vaikutukset voidaan rajata mahdollisimman pienelle alueelle. – Imeytysaineita sijoitetaan kemikaalisäiliöiden läheisyyteen ja mahdollisuus tarvittaessa tulpata viemärit varmistetaan. – Metaanin johtaminen soihutuun – Huomioidaan ennaltavarautumissuunnitelmassa
Liikenne				
Prosessissa käytettävien kemikaalien kuljetusauton onnettomuus VT 4:lla tai kohteeseen johtavalla tiellä	Kemikaalivuoto (enintään kuljetussäiliö 1m ³)	Maaperän pilaantumisen paikallisesti ja edelleen pohjaveden pilaantuminen, jos torjuntaa ei toteuteta.	Epätodennäköinen /keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> – Kuljettajilla VAK-tutkinto, joka vaaditaan vaarallisten aineiden kuljetukseen tarkoitetun ajoneuvon kuljettajalta
Prosessissa käytettävien kemikaalien kuljetusauton onnettomuus piha-alueella	Kemikaalivuoto (enintään kuljetussäiliö 1m ³)	Maaperän pilaantumisen paikallisesti ja edelleen pohjaveden pilaantuminen, jos torjuntaa ei toteuteta.	Epätodennäköinen /pieni	<ul style="list-style-type: none"> – Kuljettajilla VAK-tutkinto, joka vaaditaan vaarallisten aineiden kuljetukseen tarkoitetun ajoneuvon kuljettajalta – nopeusrajoitukset
Muita tunnistettuja mahdollisia häiriötilanteita				

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vakuus*	Varautuminen
Kemikaalisäiliön (ammoniakki, amiiniliuotin, kaliumkarbonaatti) vuoto säiliön siirron tai täytön aikana. Kemikaalien varastointimäärät ovat pieniä.	Kemikaalivuoto purku-/ lastausalueella	Maaperän pilaantuminen. Kulkeutuminen sadevesiviemäriin.	Hyvin epätodennäköinen/pieni	<ul style="list-style-type: none"> – Vaarallisia kemikaaleja käsitellään alueella, joka on suunniteltu kemikaalien käsittelyyn sopivaksi (tiivis alusta, kuljetusauton suurimman säiliön varaava allastus jne.) – Laaditaan ennaltavarautumissuunnitelma sekä palo- ja pelastussuunnitelma
Laitoksen ylös- ja alasajo	Prosessihäiriö	Materiaalivahingot	Mahdollinen/pieni	<ul style="list-style-type: none"> – Laitoksen prosessinohjausjärjestelmien ja automatiikan toimivuus testataan ja tarkistetaan ylös- ja alasajon yhteydessä
Vaarallisten jätteiden varastointi, keskenään reagoivien jätteiden varastointi samassa tilassa	Vaarallisten reaktiotuotteiden muodostuminen	Henkilövahingot Ympäristövahingot, maaperän likaantumisen laitosalueella	Epätodennäköinen/pieni	<ul style="list-style-type: none"> – Kullekin vaaralliselle jätteelle varataan soveltuva varastointiastia – Herkästi syttyviä, syttyviä ja keskenään reagoivia kemikaaleja ei varastoida samassa tilassa – Vaarallisia jätteitä ei varastoida suuria määriä ja pitkäaikaisesti
Lämpöakun rikkoontuminen, rakenteen heikkeneminen esimerkiksi tulipalon seurauksena	Vesivuoto	Materiaalivahingot Henkilövahingot	Hyvin Epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> – Säiliön kunnon tarkistaminen häiriötilanteiden (tulipalo) jälkeen
Laitteiden rikkoontuminen, ilmajähdytys, soihdutus, varavoimakoneiden käyttö jne.	Melupäästö	Viihtyvyyden tilapäinen heikentyminen hankealueella ja lähiympäristössä ja mahdollisesti lähimmillä asuinalueilla.	Mahdollinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> – Melutasot pidetään ohjearvojen alapuolella teknisillä ja rakenteellisilla ratkaisuilla.
Äärimmäiset sääolosuhteet (ilmastonmuutos), rankkasateet	Hulevesitulvat Kemikaalisäiliön rikkoontuminen	Materiaalivahingot: - (Säiliön) perustusten vajoaminen veden kulkeutuessa niiden alta	Epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> - Hulevesien kerääminen ja poisjohtaminen suunnitellaan huomioiden pitkän aikavälin maksimisadanta - Laitoksen sähköturvallisuus noudattaa sähköturvallisuusmääräyksiä - Laitoksen jäähdytys

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vakuus*	Varautuminen
Pitkät lämpöjaksot, jatkunut lämmin kausi	Lämpötilan kohoaminen tuotantotiloissa	<ul style="list-style-type: none"> - Veden nouseminen rakennuksiin Henkilövahingot: - Veden aiheuttamat oikosulut Tuotantolaitteiden ylikuumentuminen ja prosessin keskeytyminen 		<ul style="list-style-type: none"> - Laitteiden yllämpenemisen automatiikka, tuotannon rajoitukset ja alajakomahdollisuudet - Apujäähdytysjärjestelmä - Laaditaan ennaltavarautumissuunnitelma sekä palo- ja pelastussuunnitelma
Tulipalo tai räjähdys teollisuusalueella: <ul style="list-style-type: none"> - Vedyn ja metaanin valmistuksessa - Biovoimalaitoksen alueella - L&T:n kierrätyspuiston alueella 	Dominoefekti (tulipalon leviäminen teollisuusalueella toiminnosta toiseen)	Lämpö- ja paineaallot Materiaalivahingot Henkilövahingot teollisuusalueella, haitalliset savukaasut <ul style="list-style-type: none"> - savun hengittäminen: - savun leviäminen ympäristössä (teollisuusalue, virkistysalue, valtatie) 	Hyvin epätodennäköinen/suuri	<ul style="list-style-type: none"> - Paloturvallisuusmääräysten noudattaminen - Palo- ja pelastussuunnitelmat - Yhteistyö alueen muiden toimijoiden kanssa
Apujäähdytysjärjestelmän rikkoontuminen (kaukolämmön tuotannon varajärjestelmä)			Epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> - Apujärjestelmän ylläpito varmistetaan säännöllisesti - Laitos ajetaan automaattisesti alas, jos apujärjestelmä ei toimi jäähdytystarvetta vastaavasti (kun kaukolämpöjärjestelmää ei voida käyttää)
Tiloihin tunkeutuminen, laitteiston rikkominen ulkopuolisten tekemänä	Erilaisia vaaratilanteita		Epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> - Asiattomilta on pääsy kielletty alueelle, alue ai-dataan - Valvonta
Tulipalon sammutusvesien käsittely	Haitta-aineita sisältävien sammutusvesien päätyminen	Haitta-aineiden kertyminen	Epätodennäköinen/keskisuuri	<ul style="list-style-type: none"> - Sammutusvesien keräily ja käsittely suunnitellaan olemassa olevien määräysten mukaisesti

Häiriötilanne	Seuraus	Mahdollinen vaikutus	Todennäköisyys/vaikutus*	Varautuminen
	maaperään, pohjaveteen, ojien kautta vesistöön tai viemäriin			<ul style="list-style-type: none">- Viivästyssäiliöiden kapasiteetissa huomioidaan sammutusjätevesien pidätyksen tarve- Laaditaan ennaltavarautumissuunnitelma sekä palo- ja pelastussuunnitelma