Sitowise Oy / Jani Halonen, Eliisa Kuusama

Suuronnettomuusriskiselvitys

Fortum Battery Recycling oy
Harjavallan hankealue

Päiväys	**2.3.2026**
Laatija	**Jani Halonen, Eliisa Kuusama**
Tarkastaja	**Sanna Vaalgamaa**

Sisällysluettelo

1 Tausta ja tavoitteet 6
1.1 Työn toteutus 6
1.2 Hankkeen kuvaus 6
1.3 Selvitysalue 7
1.4 Tarkastelun lähtötiedot 9
2 Onnettomuusvaarojen huomioiminen ja laitosten sijoittaminen 10
2.1 Kemikaaliturvallisuuteen liittyvä lainsäädäntö 11
2.2 Aiheutuvan terveysvaaran tarkastelu 13
2.3 ERPG (Emergency Response Planning Guidelines) 14
2.4 AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) 15
2.5 PAC (Protective Action Criterion) 16
2.6 ATEX 16
3 Laitoksen toiminta 17
3.1 Laitoksen toiminta 17
3.2 Akkujen ja akkukomponenttien esikäsittely ja murskaus 18
3.3 Raaka-aineiden vastaanotto ja esikäsittely 20
3.4 Mustan massan käsittely 21
3.5 Off-spec-jätteen käsittely 23
3.6 Grafiitin kuivaus ja pakkaus 23
3.7 Apuprosessit 23
3.8 Poistokaasujen käsittely 23
3.9 Vedenhankinta, vesienkäsittely ja viemäröinti 25
3.10 Prosessissa syntyvät jätteet 27
4 Vaikutusten tarkastelu 29
4.1 Ympäristön kuvaus 29
4.2 Pinta- ja pohjavesivaikutusten tarkastelu 32
4.3 Vaikutukset ympäröivään infrastruktuuriin 34
4.4 Suurteollisuuspuiston yhteisvaikutukset 34
4.5 Vaikutukset liikenteeseen 35
4.5.1 Tieliikenne 36
4.5.2 Rautatieliikenne 38
4.5.3 Lentoliikenne 39
4.6 Vaikutukset arkeologiseen kulttuuriperintöön 40
4.7 Lähiseudun asutus ja herkät toiminnot 40
4.8 Viheralueet ja virkistyskäyttö 42

5 Riskit ja poikkeustilanteet ... 43
5.1 Riskienarviointi ja skenaarioiden valinta ... 43
5.2 Onnettomuusmallinnus ... 44
5.3 Kemikaalien aiheuttamat riskit ... 44
5.4 Kemikaalivuodot ... 45
5.4.1 Rikkihapon (93–95 %) vuoto ... 46
5.4.2 Nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuoksen vuoto ... 46
5.4.3 Ammoniumpersulfaatin vuoto ... 47
5.4.4 Vetyperoksidisäiliön (50 %) vuoto ... 47
5.4.5 Vetyperoksidin vaikutusalue ERPG ... 48
5.4.6 Vetyperoksidin vaikutusalue PAC ... 50
5.5 Akkumateriaalivaraston palo ... 53
5.5.1 Akkuvarastopalon mallinnusten lähtöoletukset ja mallinnetut skenaariot ... 53
5.5.2 Mallinnustulosten soveltaminen Harjavallan kohteeseen ... 54
5.5.3 Akkuvaraston palon mallinnus ja määritellyt suojaetäisyydet ... 54
5.6 Tavanomainen teollisuustulipalo ... 56
5.7 Vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvät riskit ... 57
6 Johtopäätökset ... 60
7 Lähteet ... 63

Liitteet

Liite 1. Riskienarviointi

Liite 2. Vetyperoksidin vaara-alue, Aloha-ohjelman lähtöarvot ERPG-arviointia varten

Liite 3. Vetyperoksidin vaara-alue, Aloha-ohjelman lähtöarvot PAC-arviointia varten

Liite 4. Akkuvarastopalon mallinnusten lähtöoletukset (Müller-BBM Industry Solutions GmbH)

Käsitteet ja lyhenteet

Käsite tai lyhenne	Selite
Al	Alumiini
ATEX	Räjähdysvaarallinen tila
BAT	Paras käytettävissä oleva tekniikka (Best available technique)
BAT AEL	BAT-päästötaso (Associated emission levels)
CAM	Katodimateriaali. Akku koostuu kahden elektrodin, anodin ja katodin muodostamasta sähköparista.
Cl_2	Kloori
Co	Koboltti
CO	Hiilimonoksidi
CO_2	Hiilidioksidi
CRMA-asetus	Euroopan unionin kriittisten raaka-aineiden asetus (Critical Raw Materials Act)
Cu	Kupari
DEC	Dietyylikarbonaatti, orgaaninen liuotin
DMC	Dimetyylikarbonaatti, orgaaninen liuotin
EC	Etyleenikarbonaatti., orgaaninen liuotin
EEJ	Ei enää jätettä, eli jätteeksi luokittelun päättyminen
ETE-alue	Erityisen tärkeä elinympäristö
F	Fluori
Fe	Rauta
FINIBA	Suomen tärkeät lintualueet (Finnish Important Bird Areas)
ha	Hehtaari, pinta-alan yksikkö
Hankealue	Alue, jolle laitosta suunnitellaan
HF	Fluorivety
Hydrometallurgia	Uuttomenetelmä, jossa käytetään vesiliuoksia metallien talteenottamiseen sekä primaarimalmista että sekundaarisista lähteistä
Katodimateriaali	Ks. CAM
km^2	Neliökilometri, pinta-alan yksikkö
KOH	Kaliumhydroksidi
Kulttuuriympäristö	Kulttuuriympäristöllä tarkoitetaan ympäristöä, joka on syntynyt ihmisen toiminnasta tai ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksesta. Kulttuuriympäristöön kuuluvat rakennusperintö, kulttuurimaisema sekä arkeologinen kulttuuriperintö, ja se voi käsittää niin aluekokonaisuuksia kuin yksittäisiä kohteitakin.
KVL	Keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä
m^3	Kuutiometri, tilavuuden mittayksikkö
m^3/vrk	Kuutiometriä vuorokaudessa
Mn	Mangaani

Käsite tai lyhenne	Selite
Musta massa	Akkumateriaali prosessoidaan mekaanisesti niin kutsutuksi mustaksi massaksi, joka sisältää arvokkaita metalleja, kuten litiumia, mangaania, kobolttia ja nikkeliä, sekä grafiittia
Natura 2000	Euroopan unionin luonnonsuojeluverkosto, jonka tavoitteena on säilyttää Euroopan arvokkaimpia ja uhanalaisimpia luontotyyppejä ja lajeja.
NF	Nanosuodatus, vedenpuhdistusmenetelmä
NH_3	Ammoniakki
NH_4	Ammoniumioni
Ni	Nikkeli
Off-spec	Litiumioniakkujen tuotantoprosesseissa syntyvä käyttöön soveltumaton akkumateriaali
Orsivesi	Varsinaisen pohjavedenpinnan yläpuolella olevan eristävän eli vettä huonosti johtavan maakerroksen pidättämä vapaa pohjavesikerros
P	Fosfori
PAH-yhdiste	Polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä syntyy orgaanisen aineksen epätäydellisen palamisen seurauksena. PAH-yhdisteet on luokiteltu syöpävaarallisiksi yhdisteiksi.
pCAM	Katodiaktiivisen materiaalin esiaste eli prekursori
RO	Käänteisosmoosi, vedenpuhdistusmenetelmä.
SAC	EU:n luontodirektiivin mukainen erityisten suojelutoimien alue
t	Tonni, massan yksikkö
T	Kaavamerkintä, teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue
T/kem	Kaavamerkintä, teollisuus- tai varastorakennusten alue, jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen
TVOC	Haihtuvien orgaanisten hiiliyhdisteet
WGC BAT	Euroopan komission kemianteollisuuden poistokaasujen hallinta- ja käsittelyjärjestelmien parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT) koskeva vertailuasiakirja
YVA	Ympäristövaikutusten arviointimenettely. Ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain ja asetuksen mukainen menettely ympäristövaikutusten arvioimiseksi, jota sovelletaan hankkeisiin, joista voi aiheutua merkittäviä ympäristövaikutuksia.
YVA-ohjelma	Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. YVA-ohjelma on ympäristövaikutusten arvioinnin työohjelma, jossa kuvataan hanke, sen vaihtoehdot, hankkeen vaikutusten arvioimiseksi tarvittavat selvitykset, ja arviointimenettelyn järjestäminen.
YVA-selostus	Ympäristövaikutusten arviointiselostus. YVA-ohjelmasta saatujen mielipiteiden ja lausuntojen avulla hankkeesta vastaava laatii YVA-selostuksen. YVA-selostus sisältää ympäristövaikutusten arvioinneista saadut tulokset.

1 Tausta ja tavoitteet

1.1 Työn toteutus

Selvityksessä on tutkittu Harjavallan suurteollisuuspuiston läheisyyteen suunnitellun Fortum Battery Recycling Oy:n akkumateriaalien kierrätyslaitoksen onnettomuusriskejä. Onnettomuusmallinnuksessa on käytetty Aloha-ohjelmistoa (versio 5.4.7) sekä ohjelman Marplot-lisäosaa tulosten havainnollistamiseksi karttapohjalla.

Tämä selvitys on toteutettu samanaikaisesti ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (252/2017, ns. YVA-laki) ja ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun valtioneuvoston asetuksen (277/2017, ns. YVA-asetus) mukaisesti laaditun Akkumateriaalin kierrätys, Pori ja Harjavalta -ympäristövaikutusten arviointiohjelman sekä hankkeessa Harjavallan hankealueelle laadittavan asemakaavatyön kanssa. Selvityksen laatimisessa on hyödynnetty YVA-menettelyä ja kaavatyötä varten koottuja lähtötietoja, selvityksiä ja vaikutusarvioita, jotta suuronnettomuusriskien tarkastelu vastaisi mahdollisimman hyvin hankkeen kokonaisvaikutusten arviointia.

1.2 Hankkeen kuvaus

Fortum Battery Recycling Oy (jäljempänä Fortum) suunnittelee uuden akkumateriaalien kierrätyslaitoksen rakentamista Poriin tai Harjavaltaan. Tässä selvityksessä tarkastellaan hankkeen sijoittumista Harjavallan suurteollisuuspuiston läheisyyteen. Hankealue sijaitsee Harjavallan keskustan luoteispuolella, noin kahden kilometrin etäisyydellä keskustasta.

Fortum käsittelee tällä hetkellä Euroopasta kerättäviä käytöstä poistettuja litiumioniakkuja Saksan Kirchardtissa sekä Harjavallassa ja Ikaalisissa. Ikaalisissa toimiva esikäsittely- ja murskauslaitos tuottaa niin kutsuttua mustaa massaa, joka toimitetaan yhdessä muualta Euroopasta kerätyn mustan massan kanssa jatkokäsittelyyn Harjavaltaan ja edelleen asiakkaille välituotteina. Uuden laitoksen myötä toiminnan olisi tarkoitus laajentua välituotteiden valmistuksesta varsinaisten akkujen valmistuksessa hyödynnettävien kemikaalien tuotantoon.

Laitos perustuu vesikemialliseen käsittelyprosessiin, joka on suunniteltu suljetuksi ja vähäpäästöiseksi. Prosessissa erotetaan litiumioniakuista murskaamalla talteen otetusta mustasta massasta sekä akkujen tuotannossa syntyvistä käyttöön soveltumattomista materiaaleista metalleja. Laitoksella tuotetaan lopputuotteina nikkeli-, koboltti-, litium- ja kupariyhdisteitä kiteinä ja liuoksina. Lisäksi laitoksen prosessissa syntyy jauhemaista grafiittia. Mustaa massaa ja off-spec materiaaleja käsitellään vuosittain enintään 60 000 tonnia. Lisäksi laitokseen sisältyy akkujen esikäsittely- ja murskaustoimintaa sekä mustan massan käsittelyssä syntyvän grafiitin jatkojalostus.

Laitoksen lopputuotteita ovat akkulaatuiset nikkelisulfaattiheksahydraatti, kobolttisulfaattiheptahydraatti, litiumhydroksidimonohydraatti, nikkelikobolttisulfaattiliuos, grafiitti sekä lisäksi kuparisulfaattiliuos ja ammoniumsulfaatti.

Laitostoiminnan on suunniteltu olevan jatkuvaa prosessiteollisuutta ja se toimisi kaikkina vuorokaudenaikoina ja viikonpäivinä.

1.3 Selvitysalue

Harjavallan hankealueen suunniteltu pinta-ala on 18,1 hehtaaria, ja se sijoittuu Harjavallan suurteollisuuspuiston läheisyyteen kiinteistöille 79–443–8–38 ja 79–434–3–178. Nykytilassaan alue on pääosin metsäistä, osittain hakattua ja soistunutta maastoa.

Alue rajautuu kaakkois–luoteissuunnassa kulkevaan rautatiehen ja sen suojavyöhykkeeseen. Itä- ja kaakkoispuolella hankealue liittyy teollisuusalueeseen, kun taas luoteisreunalla se rajoittuu hyvin pieneltä alueelta yleiseen tiehen. Muutoin lähialue koostuu pääasiassa pelto- ja metsäalueista. Hankealueen kaakkoispuolella n. 100 m päässä selvitysalueen reunasta sijaitsee Fortum Battery Recycling Oy:n nykyinen, suunniteltua laitosta pienempi akkumateriaalien kierrätyslaitos. Lisäksi noin 200 metrin etäisyydelle rajalta on rakennettu litiumioniakuissa käytettävän katodiaktiivisen materiaalin esiastetta eli prekursoria (pCAM) valmistava BASF Battery Materials Finland Oy:n akkumateriaalitehdas. (Kuvat 1, 2 ja 3).

Kuva 1. Ilmakuva Harjavallan hankealueesta (Maanmittauslaitos 2025a).

Kuva 2. Harjavallan asemakuva (Maanmittauslaitos 2025a)

Kuva 3. Harjavallan hankealue maastokartalla (Maanmittauslaitos 2025a).

1.4 Tarkastelun lähtötiedot

Tässä tarkastelussa lähtökohtana ovat tämän hetkiset suunnittelutiedot, joiden perusteella on arvioitu Harjavallan hankealueeseen liittyviä turvallisuusnäkökulmia. Arvioinnissa on hyödynnetty erityisesti Fortum Battery Recycling Oy:n Harjavallan olemassa olevalle tehtaalle laadittua turvallisuusselvitystä (Ramboll Finland Oy 2023) sekä käytettävissä olevia kemikaaliluetteloita, säiliökokoja ja prosessikuvauksia.

Tässä selvityksessä on hyödynnetty myös Müller-BBM Industry Solutions GmbH:n (2025) laatimaa turvallisuusarviota ja mallinnusta, joka koskee Fortum Battery Recycling GmbH:n suunnittelemaa litiumioniakkujen kierrätyslaitosta Arternin alueella Thüringenissä, Saksassa. Selvityksen tavoitteena oli määrittää laitoksen toimintaan liittyvät turvallisuusetäisyydet vaarallisten aineiden käsittelyn ja mahdollisten onnettomuusskenaarioiden perusteella. Mallinnuksessa tarkasteltiin useita riskejä, kuten palavien nesteiden ja kaasujen vuotoja, litiumioniakkujen lämpökarkaamista sekä palokaasujen leviämistä. Selvitys on laadittu kansainvälisesti hyväksyttyjen KAS-18, KAS-32 ja KAS-43-ohjeistojen mukaisesti, ja se on todettu soveltuvaksi vertailupohjaksi myös Harjavallan hankealueen riskinarvioinnissa.

Tarkastelussa on huomioitu myös sääolosuhteiden (kuten tuulen nopeuden ja suunnan) merkitys mahdollisissa onnettomuustilanteissa muodostuvien kaasupilvien leviämiselle. Mallinnuksissa käytetyt oletusarvot ja lähtötiedot sisältävät väistämättä epävarmuustekijöitä, jotka voivat vaikuttaa tulosten tarkkuuteen.

Jatkossa mallinnusten lähtötietoja on tarpeen täydentää ja päivittää sitä mukaa, kun hankkeen yksityiskohdat ja toiminnalliset ratkaisut tarkentuvat. Tällä varmistetaan, että turvallisuussuunnitelmat perustuvat luotettavaan tietoon.

2 Onnettomuusvaarojen huomioiminen ja laitosten sijoittaminen

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden (2017) mukaan suuronnettomuusriskejä sisältävät laitokset ja niihin liittyvät kemikaaliratapihat on sijoitettava riittävän etäälle tiheästi asutuista alueista, julkisista toiminnoista ja luonnonolosuhteiltaan herkistä kohteista. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) määrittää Seveso III -direktiivin soveltamisalaan kuuluville laitoksille turvallisuusvyöhykkeet, joiden kaavoituksessa on otettava huomioon suuronnettomuuksien riskit ja ehkäisytoimet. Tämä ns. konsultointivyöhyke vahvistetaan vasta, kun laitoksen suunnittelu ja turvallisuusselvitys ovat riittävän pitkällä, mutta jo kaavoituksen alkuvaiheessa on tärkeää arvioida mahdolliset suuronnettomuusriskit ja niiden vaikutukset alueidenkäyttöön.

Uuden tuotantolaitoksen sijoittaminen edellyttää, että alueen kaavoitus sallii teollisuus- ja varastokäytön (T). Mikäli toiminta sisältää merkittäviä suuronnettomuusriskejä, suositellaan käytettäväksi merkintää T/kem, joka osoittaa alueen olevan tarkoitettu kemikaalitoimintoihin. Sijoittelussa tulee arvioida sekä laitoksen ympäristölleen aiheuttamat riskit että muiden alueen toimintojen mahdolliset vaikutukset laitoksen turvallisuuteen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä haavoittuviin kohteisiin, kuten kouluihin, päiväkoteihin ja hoitolaitoksiin, joiden evakuointi on onnettomuustilanteissa haastavaa (Tukes 2025a).

Kemikaaliturvallisuuteen liittyvää maankäyttöä ohjaavat kemikaaliturvallisuuslaki (390/2005), sitä täydentävä kemikaaliturvallisuusasetus sekä maankäyttöä ja rakentamista koskeva lainsäädäntö, joka koostuu alueidenkäyttölaista ja rakentamislaista. Sääntelyn tavoitteena on ehkäistä vaarallisia kemikaaleja käsittelevien laitosten aiheuttamia suuronnettomuuksia ja sovittaa yhteen teollisen toiminnan sekä muun maankäytön turvallisuus. Seveso III -direktiivin vaatimukset on sisällytetty Suomen lainsäädäntöön kemikaaliturvallisuuslain kautta.

Kemikaalilaitosten sijoittamisessa on varmistettava, että toiminta ei vaaranna ympäröivää asutusta, luontoa tai kriittistä infrastruktuuria. Toimintaa säätelevät muun muassa valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015) sekä valtioneuvoston asetus vaarallisia kemikaaleja käsittelevien ja varastoivien laitosten turvallisuusvaatimuksista (856/2012). Näiden säädösten mukaan sijoitusratkaisuissa on otettava huomioon toiminnan vaikutukset terveyteen, ympäristöön, pohjavesiin ja infrastruktuuriin.

Tukesin (2025a) opas "*Tuotantolaitosten sijoittaminen"* ohjaa uusien kemikaalilaitosten sijainnin suunnittelua ja määrittää, millaisia vaikutuksia voidaan pitää hyväksyttävinä eri maankäyttöalueilla. Oppaan turvaetäisyydet ja laskennalliset ohjearvot ovat suuntaa antavia, ja ne on arvioitava tapauskohtaisesti yhdessä muiden turvallisuustekijöiden kanssa.

Vaarallisten kemikaalien laajamittaista käsittelyä ja varastointia harjoittavat laitokset tarvitsevat Tukesin luvan (kemikaaliturvallisuuslaki 390/2005, 23 §). Luvan tarve ja laajuus määräytyvät laitoksella varastoitavien kemikaalien määrän ja vaarallisuuden perusteella. Toiminnan aloittaminen edellyttää, että laitos tarkastetaan ennen käyttöönottoa ja että

lupa on myönnetty ennen rakennustöiden käynnistämistä. Mikäli toiminnasta voi aiheutua suuronnettomuus, toiminnanharjoittajan on lisäksi laadittava toimintaperiaateasiakirja tai turvallisuusselvitys kemikaalien määrän ja vaarallisuuden perusteella (30 §).

Kaavoituksen näkökulmasta vaarallisten aineiden kuljetuksissa (VAK) keskeistä on varmistaa, että kuljetukset voidaan toteuttaa siten, ettei kuljetusreittien välittömään läheisyyteen sijoitu merkittäviä asuinalueita, kouluja, päiväkoteja tai muita kokoontumistiloja. Vaarallisten aineiden kuljetuksia (VAK) säädellään kansallisesti lailla vaarallisten aineiden kuljetuksesta (541/2023), valtioneuvoston asetuksella vaarallisten aineiden kuljetuksesta (925/2023) sekä Liikenne- ja viestintäviraston määräyksellä vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (TRAFICOM/474029/03.04.02.00/2022).

2.1 Kemikaaliturvallisuuteen liittyvä lainsäädäntö

Kemikaaliturvallisuutta koskeva sääntely muodostaa kokonaisuuden, jonka tavoitteena on ehkäistä onnettomuuksia, suojella ihmisten terveyttä ja turvata ympäristö vaarallisten aineiden käsittelyn, varastoinnin ja kuljetuksen yhteydessä. Lainsäädäntö kattaa sekä kansalliset että EU-tason säädökset, jotka määrittävät toiminnan edellyttämät turvallisuusvaatimukset, lupamenettelyt ja vastuut. Tuotantolaitoksen toiminnassa keskeistä on noudattaa näitä määräyksiä kokonaisvaltaisesti, jotta kemikaalien käyttö, käsittely ja varastointi voidaan toteuttaa hallitusti ja turvallisesti. Seuraavassa taulukossa 1 on kuvattu kemikaaliturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä.

Taulukko 1. Kemikaaliturvallisuuteen liittyvä lainsäädäntö.

Laki / asetus / direktiivi	Keskeinen sisältö	Merkitys tuotantolaitokselle
Työturvallisuuslaki (738/2002)	Määrittelee työnantajan velvollisuudet turvallisten työolosuhteiden ja riskienhallinnan varmistamiseksi.	Velvoittaa riskien arviointiin, kemikaalien turvalliseen käsittelyyn ja henkilöstön suojaamiseen.
Kemikaalilaki (599/2013)	Panee täytäntöön ja täydentää EU:n REACH- ja CLP-asetusten soveltamista Suomessa. Säätelee kemikaalien markkinoille saattamista ja turvallisuutta.	Edellyttää kemikaaliluokitusta, merkintöjä ja käyttöturvallisuustiedotteita.
Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005)	Kattaa vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn, varastoinnin ja kuljetuksen turvallisuusvaatimukset.	Määrittää turvallisuusluvat, riskinarvioinnit ja Seveso-velvoitteet.
Pelastuslaki (379/2011)	Säätelee onnettomuuksiin varautumista ja pelastustoiminnan järjestämistä.	Edellyttää pelastussuunnitelmaa ja yhteistyötä viranomaisten kanssa.
Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (856/2012)	Velvoittaa ehkäisemään työntekijöille aiheutuvat suuronnettomuusriskit.	Liittyy erityisesti Seveso-laitosten turvallisuussuunnitteluun.

Laki / asetus / direktiivi	Keskeinen sisältö	Merkitys tuotantolaitokselle
Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten vaaroista (576/2003)	Koskee työntekijöiden suojaamista räjähdysvaarallisissa tiloissa (ATEX).	Edellyttää ATEX-riskinarviointia ja vyöhykeluokitusta.
Ympäristönsuojelulaki (527/2014)	Säätelee ympäristöluvan ja päästöjen valvontaa.	Velvoittaa estämään päästöt maaperään, veteen ja ilmaan.
Ympäristövaikutusten arviointimenettelylaki (252/2017)	Määrittelee ympäristövaikutusten arviointivelvoitteet (YVA-menettely).	Suurhankkeiden toteutus edellyttää vaikutusten arviointia ja viranomaisyhteistyötä.
Jätelaki (646/2011)	Kattaa jätteiden ja vaarallisen jätteen käsittelyn ja seurannan.	Edellyttää jätteiden lajittelua, kirjanpitoa ja turvallista varastointia.
Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (541/2023)	Säätelee vaarallisten aineiden kuljetuksia kaikilla kuljetusmuodoilla (VAK).	Koskee laitokselle saapuvia ja sieltä lähteviä kuljetuksia.
Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta (925/2023)	Määrittelee tarkemmat kuljetusvaatimukset ja turvallisuusluokitukset.	Edellyttää ADR-, RID- ja IMDG-sääntöjen noudattamista.
Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (856/2012)	Täydentää kemikaaliturvallisuuslakia, mm. säiliöiden sijoitus ja suojaetäisyydet.	Ohjaa laitoksen teknistä suunnittelua ja riskienhallintaa.
REACH-asetus (EY 1907/2006)	Koskee kemikaalien rekisteröintiä, arviointia ja lupamenettelyä.	Velvoittaa toimittamaan tiedot aineiden turvallisuudesta.
CLP-asetus (EY 1272/2008)	Aineiden ja seosten luokittelu, merkintä ja pakkaaminen.	Määrittää varoitusmerkinnät ja vaaralausekkeet.
ATEX-direktiivit (2014/34/EU ja 1999/92/EY)	Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet ja työntekijöiden suojaaminen.	Edellyttää ATEX-laitteiden käyttöä ja turvallisuusdokumentaatiota.
Seveso III -direktiivi (2012/18/EU)	Suuronnettomuuksien ehkäisy ja seurausten rajoittaminen.	Määrittää ilmoitusvelvollisuudet ja turvallisuusselvitysten sisällön.
Alueidenkäyttölaki (132/1999)	Säätelee teollisuusalueiden sijoittumista ja kaavoitusta.	Edellyttää laitoksen sijoittamista turvallisesti suhteessa ympäristöön.
Luonnonsuojelulaki (9/2023)	Turvaa Natura 2000 -alueet ja luonnon monimuotoisuuden.	Vaatii vaikutusten arvioinnin suojelualueisiin ja luontotyyppeihin.

2.2 Aiheutuvan terveysvaaran tarkastelu

Kemikaalipäästöistä aiheutuvan terveysvaaran arvioinnissa on tärkeää selvittää päästöjen leviämisen laajuus ja määrä sekä alueet, joilla ihmiset voivat olla vaarassa onnettomuustilanteissa. On olennaista varmistaa, että tuotantolaitoksen ja vaarassa olevan kohteen välillä on riittävä etäisyys, jotta päästöjen pitoisuudet ja altistusaika eivät kasva niin suuriksi, että ne aiheuttaisivat pysyviä tai pitkäaikaisia vammoja ihmisille.

Erilaisten kemikaalipitoisuuksien aiheuttama vaara arvioidaan vertaamalla pitoisuuksia tunnettuihin raja-arvoihin. Koska vaara riippuu monista tekijöistä, kuten aineen ominaisuuksista, pitoisuuksista, leviämisnopeudesta, vaikutusajasta ja yksilön herkkyydestä, ei voida määritellä yksiselitteisiä turvarajoja kaikille tilanteille. Taulukossa 2 on kuvattu yhteenvetona erilaisia arvoja suhteessa erilaisiin herkkiin kohteisiin.

Altistusaikaan vaikuttavat myös ihmisten mahdollisuudet suojautua tai poistua vaaravyöhykkeeltä, mikä puolestaan riippuu alueen ja rakennusten suunnittelusta sekä ihmisten määrästä ja erityispiirteistä. Erityistä huomiota tulee kiinnittää onnettomuusvaaran kannalta herkkiin kohteisiin, kuten hoitolaitoksiin, kouluihin ja päiväkoteihin. Pelastautumisen kannalta tärkeää on poistumisreittien selkeys ja pituus, rakennusten sijoittelu ja sokkeloisuus sekä reittien merkinnät. (Tukes, 2025a.)

Taulukko 2. Yhteenveto sallituista onnettomuusvaikutuksista eri kohteissa (Tukes, 2025a).

Kohde	**Lämpösäteily, joka ei saa ylittyä (kW/m^2)**	**Huippupaine, joka ei saa ylittyä (barg)**	**Kaasupitoisuus, joka ei saa ylittyä**	**Heitteet**
Herkät, vaikeasti evakuoitavat kohteet	1.5	0.05	AEGL-2 (30 min)	Ei sallita
Herkät kohteet	3	0.05	AEGL-2 (30 min)	Ei sallita
Kerrostalovaltaiset, tiiviisti rakennetut asuinalueet	3	0.05	AEGL-3 (30 min)	Ei sallita
Pientaloasuminen	3	0.05	AEGL-3 (30 min)	Ei sallita
Toimistotyöpaikat	3	0.05	AEGL-3 (10/30 min)	Ei sallita
Tuotannon työpaikat	5	0.15 (jos rakennukset kestävät tämän)	AEGL-3 (10/30 min)	Ei sallita
Muinaisjäännökset ja kulttuuriperintökohteet	3	0.15	Ei määräystä	Ei sallita
Tärkeät infrastruktuurit	Kriittinen infrastruktuuri ei saa häiriintyä liikaa			
Luontoarvot	Keskeiset luontoarvot eivät saa tuhoutua lopullisesti			

Kohde	Lämpösäteily, joka ei saa ylittyä (kW/m^2)	Huippupaine, joka ei saa ylittyä (barg)	Kaasupitoisuus, joka ei saa ylittyä	Heitteet
Muut onnettomuusvaaralliset kohteet	Dominovaikutuksia ei saa syntyä			

2.3 ERPG (Emergency Response Planning Guidelines)

ERPG-arvot (Emergency Response Planning Guidelines) ovat ilmapitoisuuden ohjearvoja, jotka on määritelty suunnittelun ja onnettomuusvalmiuden käyttöön. Niiden tarkoituksena on arvioida, millaisia terveysvaikutuksia ihmisille voi aiheutua, jos he altistuvat tietylle kemialliselle pitoisuudelle yhden tunnin ajaksi. (ERPG-arvot perustuvat AIHA-organisaation laatimiin ohjeisiin).

Arvot on laadittu laajalle joukolle teollisuudessa, energiantuotannossa ja kuljetuksissa yleisesti käytettyjä kemikaaleja. Niitä sovelletaan erityisesti kemikaaleihin, joista voi vapautua merkittäviä määriä kaasuja, höyryjä tai aerosoleja onnettomuustilanteissa, ja joiden inhalaatioaltistus on merkittävin terveysriski.

On huomattava, että ERPG-arvot eivät takaa suojaa kaikille — esimerkiksi yliherkät henkilöt (lapset, sairastavat, iäkkäät) voivat reagoida jo huomattavasti alhaisemmilla pitoisuuksilla.

ERPG-arvot 1–3:

- ERPG-1: Pitoisuusvälillä ERPG-1–ERPG-2 kemikaali ei aiheuta terveysriskiä, mutta kemikaalin läsnäolon aistii hajun tai lievien ärsytysoireiden perusteella. Kaikille kemikaaleille ei ole saatavilla ERPG-1 arvoa, esimerkiksi kun aistihavaintokynnys on suurempi kuin aineen ERPG-arvo.
- ERPG-2: Tätä pitoisuutta alemmissa pitoisuuksissa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman vaaraa saada palautumattomia tai muita vakavia terveyshaittoja tai oireita, jotka heikentävät kykyä suojautua altistumiselta. Korkeammissa pitoisuuksissa (ERPG-2–ERPG- 3) voi esiintyä esimerkiksi vakavia silmä- tai hengitystieärsytysoireita, lihasheikkoutta, keskushermostovaurioita/häiriöitä tai vakavia palautumattomia terveysvaikutuksia.
- ERPG-3: Tätä pitoisuutta alemmissa pitoisuuksissa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa. Korkeammissa pitoisuuksissa kuolemanvaara. (Tukes 2025a)

Yllä mainitut arvot eivät ole tarkoitettu normaaliolosuhteiden pitkäaikaiseen altistukseen, vaan nimenomaan onnettomuustilanteiden ennaltaehkäisyyn ja hätätoimien suunnitteluun.

2.4 AEGL (Acute Exposure Guideline Levels)

AEGL-arvot (Acute Exposure Guideline Levels) kuvaavat ihmiselle aiheutuvien terveyshaittojen vakavuutta altistuttaessa tietyn ajan tietyille kemikaalipitoisuuksille. Arvot on laadittu siten, että ne huomioivat myös väestön herkimmät yksilöt ja tarjoavat näin suojan lähes kaikille ihmisille.

Arvot on määritetty kolmella vaikutustasolla ja viidelle altistumisajalle (10, 30 ja 60 minuuttia sekä 4 ja 8 tuntia):

- AEGL-1: Pitoisuus, joka voi aiheuttaa lieviä ja ohimeneviä ärsytys- tai epämukavuusoireita, mutta ei pysyviä terveyshaittoja.
- AEGL-2: Pitoisuus, joka voi aiheuttaa vakavia ja pitkäkestoisia terveysvaikutuksia tai heikentää henkilön kykyä poistua vaaravyöhykkeeltä omin avuin.
- AEGL-3: Pitoisuus, jonka ylittäminen voi aiheuttaa hengenvaarallisia vaikutuksia tai johtaa kuolemaan.

Näitä arvoja käytetään kemikaalionnettomuuksien mallinnuksessa ja riskinarvioinnissa väestön turvallisuustason määrittämiseksi.

Terveysvaaran arvioinnissa voidaan käyttää AEGL-3-arvoa määrittämään raja-arvo, jonka alapuolella altistuminen ei todennäköisesti johda hengenvaarallisiin vaikutuksiin. Vaikutusaika valitaan tilanteen ja altistuvien henkilöryhmien mukaan. (Kuva 4). Vaikutusaika valitaan tilanteen ja henkilöryhmien mukaisesti. Jos AEGL-arvoa ei ole saatavilla, voidaan käyttää kemikaalin IDLH-arvoa tai ERPG-arvoa vastaavilla aikajänteillä. Herkissä kohteissa voidaan käyttää AEGL-2-arvoa, mikä huomioi henkilöiden suuremman herkkyyden ja vaatii pidempiä vaikutusaikoja. (Tukes 2025a)

Kuva 4. Kemikaalien terveysvaikutuksia (Tukes 2025a)

2.5 PAC (Protective Action Criterion)

PAC-arvot (Protective Action Criteria) ovat ohjearvoja haitallisen kemikaalipäästön yhteydessä, joiden avulla arvioidaan, milloin suojaavia toimenpiteitä (esim. evakuointi, suojautuminen) tulee harkita.

PAC-arvot tarkoittavat radioaktiivisten tai kemiallisten aineiden pitoisuustasoja, jotka voivat vaarantaa työntekijöiden tai väestön terveyden ja turvallisuuden. PAC-arvot ovat yleisnimitys kemiallisille ohjearvoille, joihin sisältyvät AEGL-, ERPG- ja TEEL-arvot. PAC-tietokanta sisältää luettelon kemikaaleista, joille on määritetty 60 minuutin AEGL-, ERPG- ja/tai TEEL-arvot.

PAC-arvot poimitaan useimmiten AEGL- (Acute Exposure Guideline Levels) tai ERPG-arvoista. (DOE Handbook 2016.)

Tässä selvityksessä ERPG-arvot kuvaavat ensisijaisesti realistista altistusaluetta, kun taas PAC-arvot esittävät varovaisemman, riskienhallinnallisesti korostetun vaikutusalueen.

2.6 ATEX

ATEX-lyhenne tulee ranskankielisestä termistä *atmosphères explosibles*, ja se viittaa Euroopan unionin säädökseen räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävistä laitteista ja työolosuhteista.

ATEX-käsitteellä tarkoitetaan sekä laite- ja järjestelmävaatimuksia että työolosuhdesäädöksiä, joita sovelletaan tiloihin, joissa voi muodostua räjähdyskelpoinen ilmaseos. Tämä ilmaseos voi syntyä palavien kaasujen, höyryjen, sumujen tai pölyjen sekoittuessa ilman kanssa, jolloin sytytyslähde (kipinä, kuuma pinta, staattinen sähkö jne.) voi laukaista tulipalon tai räjähdyksen. (Tukes 2025b.)

ATEX-sääntely jakaantuu kahteen pääosaan:

- laitedirektiivi (esim. EU:n direktiivi 2014/34/EU) koskien räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäviä laitteita ja suojausjärjestelmiä
- työtiladirektiivi (esim. 99/92/EY) koskien työntekijöiden suojausta ja työolosuhteita räjähdysvaarallisissa tiloissa

Säädösten avulla varmistetaan, että tiloissa, joissa räjähdysriski on olemassa, käytetään sopivia ATEX-luokiteltuja laitteita, mukautettuja suojausratkaisuja sekä asianmukaista työnjärjestelyä, riskinarviointia ja turvallisuusdokumentaatiota. (Työsuojelu 2025.)

3 Laitoksen toiminta

3.1 Laitoksen toiminta

Laitoksella on tarkoitus esikäsitellä elinkaarensa päässä olevia litiumioniakkuja ja tuotannossa syntyviä jäteakkuja enintään 20 000 tonnia vuodessa. Akkujen murskauksen vuosittainen käsittelykapasiteetti on enintään 30 000 tonnia, ja se sisältää sekä laitoksella esikäsiteltyjen akkujen murskauksen että Fortum Battery Recycling Oy:n muiden esikäsittelylaitosten ja ulkopuolisten toimittajien kautta tulevan materiaalin käsittelyn.

Murskauksen seurauksena syntyvää arvokkaita metalleja sisältävää mustaa massaa käsitellään Harjavallan laitoksella enintään 60 000 tonnia vuodessa. Musta massa on peräisin sekä suunnitellun laitoksen omasta murskaamosta että Fortumin muilta laitoksilta, ja sitä voidaan hankkia myös ulkopuolisilta toimijoilta. Lisäksi mustan massan käsittelyprosessin yhteydessä erotettavaa grafiittisakkaa tullaan jalostamaan laitoksella akkulaatuiseksi grafiitiksi enintään 45 000 tonnia vuodessa. Laitoksen vuosittaiset enimmäiskäsittelykapasiteetit on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Suunnitellun akkumateriaalien kierrätyslaitoksen käsittelykohtaiset käsittelykapasiteetit (tonnia/vuosi) ja raaka-aineiden lähde.

Käsittely	**Käsittelykapasiteetti (tonnia/vuosi)**	**Raaka-aineen lähde**
Litiumioniakkujen esikäsittely	20 000	Elinkaaren lopussa olevien akkujen sekä tuotantojäteakkujen esikäsittely.
Litiumioniakkujen murskaus	30 000	Omilta esikäsittelylaitoksilta ja/tai ulkopuolelta ostettujen esikäsiteltyjen akkujen murskaus.
Mustan massan ja off-spec-materiaalien käsittely	60 000	Omilta murskauslaitoksilta ja/tai ulkopuolelta ostettavan mustan massan käsittely.
Grafiitin käsittely	45 000	Omasta mustan massan tuotannosta muodostuvan grafiitin käsittely.

Laitoksella valmistetaan lopputuotteina nikkeli-, koboltti-, litium- ja kupariyhdisteitä sekä kiteisessä että liuoksessa olevassa muodossa. Lisäksi prosessissa syntyy jauhemaista grafiittia, joka jalostetaan akkukäyttöön soveltuvaksi. Prosessin sivutuotteena muodostuu myös liuosmaista ammoniumsulfaattia, jota voidaan hyödyntää lannoiteteollisuuden raaka-aineena, sekä kuparisulfaattia, joka soveltuu kaivos- ja metalliteollisuuden prosesseihin.

Muut laitoksen tuottamat yhdisteet ovat akkulaatuisia kemikaaleja, joita voidaan käyttää katodimateriaalien (CAM) ja niiden esiasteiden (pCAM) valmistuksessa. Suunnitellun akkumateriaalien kierrätyslaitoksen lopputuotteet, niiden koostumukset sekä arvioidut vuosittaiset tuotantomäärät (tonnia/vuosi) on esitetty seuraavassa taulukossa 4.

Taulukko 4. Laitoksen vuosittaiset tuotantomäärät (t/vuosi) ja lopputuotteiden koostumus tuotteittain.

Tuote	Tuotantomäärä (tonnia/vuosi)	Koostumus
Nikkelikobolttisulfaattiliuos	300 000	liuos
tai:		
Nikkelisulfaattiheksahydraatti	75 000	kide
Kobolttisulfaattiheptahydraatti	15 000	kide
Litiumhydroksidimonohydraatti	20 000	kide
Kuparisulfaattiliuos	22 500	liuos
Ammoniumsulfaatti	10 000	liuos
Grafiitti	37 500	jauhe

3.2 Akkujen ja akkukomponenttien esikäsittely ja murskaus

Laitoksella vastaanotetaan erilaisia litiumioniakkuja ja akkumoduuleja, kuten valmiiksi purettuja moduuleja, sähkövarauksen sisältäviä moduuleja sekä kokonaisia purkamattomia akkupaketteja. Akut luokitellaan riskien arvioinnin perusteella kolmeen luokkaan, mikä määrittää niiden kuljetuksen, varastoinnin ja käsittelyn vaatimukset.

- Luokan I akut ovat normaalikuntoisia, vaurioitumattomia akkuja, joihin ei liity erityisiä turvallisuusriskejä. Ne varastoidaan ulkona kontteihin tai muuhun tähän tarkoitukseen suunniteltuun varastotilaan.
- Luokan II akut ovat lievästi vaurioituneita ja voivat sisältää vähäisiä riskitekijöitä; ne säilytetään erityisvarustelluissa EKO-konteissa piha-alueella.
- Luokan III akut ovat kriittisessä tilassa olevia, vahingoittuneita akkuja, jotka voivat purkautua, reagoida tai syttyä. Nämä varastoidaan turvakonteissa, mutta niitä ei käsitellä laitoksella.

Laitoksen toiminta rajoittuu luokkien I ja II akkujen käsittelyyn, joka tapahtuu sisätiloissa kuivamurskausprosessina. Prosessissa erotellaan akkukomponentit jatkojalostusta varten.

Taulukko 5. Akkujen esikäsittelyssä ja murskauksessa tarvittavat raaka-aineet ja kemikaalit.

Raaka-aine/kemikaali	Käyttömäärä (per vuosi)	Jätenimikkeet	Käyttötarkoitus
Litiumioniakut ja niiden osat esikäsittelyyn	20 000 t	16 06 05, 20 01 34, 16 01 22, 16 03 04, 19 12 12, 16 01 21*, 16 02 15*, 16 03 03*, 19 12 11*, 19 10 05*	Esikäsittelystä jäljelle jäävät varauksettomat akut/moduulit ovat mukana murskaukseen menevässä käsittelymäärässä

Raaka-aine/kemikaali	Käyttömäärä (per vuosi)	Jätenimikkeet	Käyttötarkoitus
Esikäsitellyt/varauksettomat litiumioniakut ja niiden osat murskaukseen	30 000 t	16 06 05, 20 01 34, 16 01 22, 16 03 04, 19 12 12, 16 01 21*, 16 02 15*, 16 03 03*, 19 12 11*, 19 10 05*	Sisältää ulkopuolelta tuotavia esikäsiteltyjä varauksettomia akkuja ja akkumoduuleja sekä laitoksen omalla esikäsittelylinjalla käsiteltyjä varauksettomia akkuja tai moduuleita
Typpi	3 000–300 000 m^3		Tuotetaan paineilmasta tarpeen mukaan
Paineilma	120 000–12 000 000 m^3		Tuotetaan tarpeen mukaan
Kaliumhydroksidiliuos (KOH 45 %)	300 t		Kaasupesuri
Kylmäaine R454B	Suljettu kierto		Kondensointi
Propyleeniglykoli 45 %	Suljettu kierto		Kondensointi
Murskan voiteluöljy	0,1 t		Huoltokemikaali
Laakereiden voiteluöljy	0,2 t		Huoltokemikaali

Esikäsittely

Akkujen sähkövaraus puretaan automaattisilla jännitteenpurkulaitteilla. Varauksen purkamista ja energian talteenottoa varten esikäsittelylaitokselle rakennetaan sähköjärjestelmä, joka muuntaa akkujen tasajännitteen vaihtojännitteeksi, muuntaa sen ylöspäin, synkronoi sen ja syöttää sen rakennuksen omaan sähköverkkoon. Varauksen purun jälkeen akut oikosuljetaan ja välivarastoidaan riittävän kauan, jotta varmistetaan, että akuissa ei ole enää sähkövarausta jäljellä, kun ne menevät jatkokäsittelyyn.

Tarvittaessa joko ennen jännitteen purkua (esipurku) tai sen jälkeen (jälkipurku) akkumoduuleista/-kennoista puretaan erilaisia komponentteja. Komponentit, kuten kotelot (teräs/muovi/alumiini), kaapelit (kupari) ja akkujen hallintajärjestelmät irrotetaan, ja toimitetaan edelleen hyödynnettäviksi.

Murskaus

Murskaus suoritetaan inertissä typetetyssä tilassa, jotta palovaara murskauskammiossa vähenee. Moduulit syötetään ensin syöttösuppiloon, joka on varustettu ilmasuluilla ennen ja jälkeen suppilon. Typpi huuhdellaan suppiloon, kunnes happipitoisuus on <5 %. Happipitoisuutta mitataan jatkuvasti prosessin aikana, jotta havaitaan mahdolliset vuodot, jotka voisivat aiheuttaa turvallisuusriskin. Typetys vähentää myös veden osapainetta, mikä vähentää fluoridiyhdisteiden hydrolyysin riskiä.

Akkumurskeen partikkelikokoa valvotaan poistoseulalla. Liian suuret hiukkaset eivät läpäise seulaa, vaan ne jäävät murskaan, kunnes ne ovat saavuttaneet

tavoitepartikkelikoon. Murskattu materiaali puretaan poistosuppiloon, ja sieltä kuivurin syöttöpuskurisiiloon. Sekä suppilossa että puskurisiilossa on turvallisuussyistä typetetty ympäristö.

Kuivaus

Murskattu materiaali kuivataan haihduttamalla orgaaninen elektrolyytti spiraali-kuivaimessa. Kuivaus tapahtuu typetetyssä ympäristössä 100–150 °C:n lämpötilassa ja ilmakehän paineessa.

Elektrolyytti koostuu orgaanisista liuottimista, kuten etyleenikarbonaatista (EC), dimetyylikarbonaatista (DMC) ja dietyylikarbonaatista (DEC). Elektrolyytin tarkka koostumus riippuu akkutyypistä.

Haihdutettu elektrolyytti kerätään kuivurin poistoputken kautta. Kerätty elektrolyytti tiivistetään (kondensoidaan) jäähdyttämällä höyry lämmönvaihtimessa.

Kondensoitunut elektrolyytti kerätään puskurisäiliöön, josta se pumpataan rakennuksen ulkopuolella oleviin varastosäiliöihin. Lämmönvaihtimessa on oma jäähdytysnestekierto, jossa on jäähdytysjärjestelmä.

Erottelu

Murskattu akkumateriaali ohjataan kuivauksen jälkeen mekaanisiin erottelulaitteistoihin, joita voivat olla esimerkiksi täryseula, rumpuseula, tuuliseula, ilma-avusteinen tärypöytä sekä pyörrevirtaerotin tai materiaalijakeen muodon muokkaamiseen tarkoitettu puhallin (densificator).

Mekaanisessa erottelussa musta massa erottuu metalli- ja muovifraktioista, jotka voidaan edelleen erotella mekaanisesti ja toimittaa hyödynnettäviksi. Tehostetussa mekaanisessa erotuksessa saadaan otettua talteen enemmän mustaa massaa sekä parannettua muiden jakeiden kierrätysasteita. Mustan massan talteenottoa murskauslinjastolta tehostetaan myös pölyn keräysjärjestelmällä.

Muovikalvot ja pöly kerätään ilmavirran avulla sykloniin, jossa ne erottuvat toisistaan. Poistoilma suodatetaan pussisuodattimella pölypäästöjen vähentämiseksi. Talteen otettu pöly on pääasiassa mustaa massaa, ja se yhdistetään laitoksella tuotettuun mustaan massaan.

3.3 Raaka-aineiden vastaanotto ja esikäsittely

Raaka-aineet vastaanotetaan pääosin kuivana jauhemaisena aineksena, ja ne toimitetaan suurissa säkeissä tai irtotavarana tuotantolaitokselle. Vastaanotetut kuormat tarkastetaan ja niille tehdään laadunvalvonta-analyysit. Suursäkit vastaanotetaan ja varastoidaan laitokselle rakennettavassa raaka-ainevarastossa, irtotavarana vastaanotetut varastoidaan siiloissa.

Vähemmän epäpuhtauksia sisältävää off-spec-jätettä voidaan syöttää laitoksen prosessiin sellaisenaan ilman esikäsittelyä. Laitokselle vastaanotettua mustaa massaa voidaan

laadun parantamiseksi käsitellä alipainetekniikkaan perustuvassa kuivaimessa. Kuivain rakennetaan omaan erilliseen rakennukseen hankealueella. Alipainekuivain erottaa alipaineen ja lämmön avulla jäljellä olevia liuottimia (elektrolyyttejä) mustasta massasta. Alipainekuivaimessa materiaalin lämpötila nostetaan maksimissaan 250 °C asteeseen. Kuivaimen poistokaasujärjestelmässä on hiukkassuodatin ja kaasujen kondensointijärjestelmä, jolla kaasuuntuneet liuottimet tiivistetään nesteeksi ja johdetaan erilliseen liuotinsäiliöön. Poistokaasut käsitellään erillisellä kaasupesurilla ja aktiivihiilisuodattimella tai hapettavalla lämpökäsittelyllä.

3.4 Mustan massan käsittely

Vastaanotetun ja tarvittaessa esikäsitellyn mustan massan tai off-spec-materiaalin käsittely aloitetaan liettämällä raaka-aine veteen. Lietemäinen raaka-aine annostellaan liuotusreaktoriin, jossa sen sisältämät komponentit liuotetaan grafiittia lukuun ottamatta rikkihappoliuokseen ja vetyperoksidiin. Grafiitti poistetaan liuoksesta suodattamalla. Suodatettu grafiittisakka toimitetaan laitoksen erilliseen grafiitin käsittelyyn, jossa siitä valmistetaan tuotetta akkumateriaalien valmistajille.

Liuennut kupari otetaan liuoksesta talteen kuparisulfaattiliuoksena. Kuparisulfaattiliuos toimitetaan esimerkiksi kaivos- ja metalliteollisuuden raaka-aineeksi. Seokseen lisätään ammonium- tai litiumpersulfaattia mangaanin saostamiseksi. Erotettu mangaanisakka toimitetaan muualle hyödynnettäväksi tuotteena tai käsiteltäväksi jätteenä.

Liuoksesta poistetaan saostamalla ja suodattamalla alumiini-, fosfori- ja fluoripitoinen sakka. Sakka toimitetaan jätteenkäsittelylaitokselle, jolla on ympäristölupa kyseisten jätteiden käsittelyyn.

Tämän jälkeen seos ohjataan kromatografiseen erotukseen, jossa erotetaan toisistaan nikkelisulfaatti, kobolttisulfaatti ja litiumsulfaatti. Nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuokset johdetaan kiteytykseen, jossa vettä haihduttamalla nikkeli ja koboltti saadaan kiteytymään ja ne otetaan talteen suodattamalla liuoksesta. Liuos ja haihdutettu vesi kierrätetään takaisin prosessiin. Erotetut kiteet kuivataan ja pakataan. Kuivaamon poistoilma johdetaan kaasun puhdistukseen, jossa pesurilla tai tekstiilisuodattimella poistetaan pöly, joka kierrätetään takaisin prosessiin. Kuivaamo on erillinen prosessilaite, jonka ilma käsitellään omassa järjestelmässään. Vaihtoehtoisesti nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuosta voidaan toimittaa myös sellaisenaan asiakkaille, jolloin kiteytys ja kuivaus jäävät pois.

Kromatografisesta erotuksesta muodostunut litiumsulfaattiliuos muunnetaan seuraavassa vaiheessa litiumhydroksidiliuokseksi elektrodialyysin avulla. Elektrodialyysissä vapautuu myös rikkihappoliuosta, joka kierrätetään takaisin prosessiin liuotusvaiheeseen korvaamaan ostettavaa rikkihappoa. Vaiheessa syntyy pieniä määriä happi- ja vetykaasua, jotka ohjataan hallitusti ulkoilmaan. Lisäksi voi syntyä pieniä määriä kloorikaasua, joka pestään poistoilmasta kaasunpesurin avulla pois.

Litiumhydroksidiliuos johdetaan seuraavaksi kiteytykseen, jossa vettä haihduttamalla liuosta väkevöidään ja litiumhydroksidi alkaa kiteytymään. Kiteet erotetaan liuoksesta suodattamalla, jonka jälkeen ne liuotetaan uudelleen liuokseen ja kiteytetään tarvittaessa uudelleen, jotta tuotekiteeltä vaadittu puhtaustaso saavutetaan. Liuos ja haihtunut vesi

kierrätetään takaisin prosessiin esimerkiksi liuotusreaktoriin. Litiumhydroksidikiteet kuivataan ja pakataan. Kuivaamon poistoilma käsitellään kaasunpesurilla ja/tai tekstiilisuodattimella ja johdetaan ulkoilmaan.

Litiumpersulfaattiliuoksen valmistus

Litiumhydroksidin elektrodialyysin jälkeen litiumsulfaattiliuoksesta valmistetaan litiumpersulfaattiliuosta elektrolyysin avulla laitoksen omaan käyttöön korvaamaan ostokemikaalina käytettävää am-moniumpersulfaattia mangaanin saostuksessa.

Elektrolyysissä vapautuu pieniä määriä happi- ja vetykaasua, joka johdetaan ulkoilmaan. Muodostuvan vedyn pitoisuuksia ilmassa tarkkaillaan mittausantureilla.

Vaihtoehtona litiumpersulfaattiliuoksen valmistukselle on käyttää ulkopuolelta toimitettavaa ammoniumpersulfaattia prosessin epäpuhtauksien poistovaiheessa. Ammonium poistetaan strippaamalla höyryllä prosessiliuosta. Tuotteena saadaan ammoniumsulfaattiliuosta, joka toimitetaan liuoksena asiakkaille.

Mustan massan ja off-spec-materiaalien käsittelyprosessin raaka-aineet ja prosessissa käytettävät kemikaalit on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Mustan massan ja off-spec-materiaalien käsittelyprosessin raaka-aineet ja prosessikemikaalit.

Raaka-aineet	Tarkempi koostumus	Käyttömäärä (tonnia/vuosi)	Käyttötarkoitus
Musta massa (19 12 11*, 16 03 03*, 06 05 02*)	Ni/Co/Mn-oksidi	50 000	Raaka-aine (ulkoa ostettava ja/tai omilla murskauslaitoksilla tuotettu)
CAM/pCAM materiaali (06 03 13)	Ni/Co/Mn-hydroksidi	10 000	Raaka-aine (ulkoa ostettava)
Rikkihappo	93–96 %	37 500	Prosessikemikaali
Vetyperoksidi	50 %	22 500	Prosessikemikaali
Litiumhydroksidi monohydraatti	kide	1 500	Prosessikemikaali (prosessin käynnistystä varten)
Litiumsulfaatti hydraatti	kide	2 250	Prosessikemikaali (prosessin käynnistystä varten)
Ammoniumpersulfaatti	jauhe	5 000	Prosessikemikaali (saatetaan käyttää litiumpersulfaatin korvaajana)
Alumiinisulfaatti hydraatti		6 000	Prosessikemikaali
Alumiinioksidi		300	Prosessikemikaali
Typpi	neste	225	Prosessikemikaali
Alumiinihydroksidi		3 000	Prosessikemikaali

Raaka-aineet	Tarkempi koostumus	Käyttömäärä (tonnia/vuosi)	Käyttötarkoitus
Ioninvaihtohartsit		1 875	Prosessikemikaali
Sitruunahappo		22,5	Prosessikemikaali
Vaahdonestoaine		75	Prosessikemikaali
Flokkulantti		75	Prosessikemikaali
Ammoniakkivesi	45 % liuos	10	Hartsien huoltokemikaali
Talousvesi		98 000	Raaka-aine

3.5 Off-spec-jätteen käsittely

Katodimateriaalin esiasteen (pCAM) ja varsinaisen katodimateriaalin (CAM) tuotannon valmistuksen laatukriteerit täyttämätön materiaali eli niin sanottu off-spec-materiaali käsitellään samalla prosessilla kuin musta massa. Off-spec-materiaali ei sisällä samassa määrin epäpuhtauksia kuin musta massa, joten joitain prosessivaiheita voidaan käsittelyssä jättää pois.

3.6 Grafiitin kuivaus ja pakkaus

Mustan massan käsittelyssä erotettu grafiittisuodatinkakku kuivataan ja pakataan. Suodatinkakku sisältää grafiitin lisäksi pieniä määriä mustan massan yhdisteitä epäpuhtautena. Kuivaus tapahtuu termisesti kuivaamalla johtamalla kuumaa ilmaa ja kosteata suodatinkakkua kuivaimeen, jossa vesi höyrystyy kuivausilmaan. Kuivattu tuote johdetaan siiloon, josta se pakataan suursäkkeihin toimitettavaksi asiakkaille.

3.7 Apuprosessit

Laitoksella on kaksi suljettua jäähdytysvesipiiriä. Viileämpää jäähdytysvettä (25 °C) tehdään kylmäkoneilla, joiden jäähdytys tapahtuu nesteilmalämmönsiirtimillä. Korkeamman lämpötilan (35 °C) jäähdytysveden jäähdytys tapahtuu vesi-ilmalämmönsiirtimillä.

Laitoksella tarvittava höyry valmistetaan sähkölämmitteisillä kattiloilla tai tarvittava höyry tuodaan ulkopuolelta putkisiltaa pitkin Harjavallassa BASF Battery Materials Finland Oy:n alueelta. Putkisillan sijoittuminen kuvataan tarkemmin YVA-selostuksessa.

Laitoksella käytetään elektrolyysien ja litiumhydroksidikuivaamon kaasutilan inertoimiseen typpikaasua, joka valmistetaan nestetypestä höyrystämällä. Tarvittava paineilma kehitetään sähkökäyttöisillä kompressoreilla.

3.8 Poistokaasujen käsittely

Laitoksen liuotusprosessissa sekä epäpuhtauksien saostuksissa muodostuu hönkäkaasuja, jotka kerätään ja käsitellään kaasunpesureilla. Pesurilla poistokaasusta poistetaan mahdollinen kiintoainepöly, mahdolliset happamat pisarat sekä kaasumaisia

epäpuhtauksia emäksisen pesunesteen avulla. Pesurien pesuneste palautetaan liettovaiheeseen, ja puhdistettu poistokaasu johdetaan ulkoilmaan.

Elektro(dia)lyyseistä syntyvät kaasut käsitellään omassa kaasunpesurissa, samoin kuivaamojen poistoilma puhdistetaan erillisillä kaasunpesureilla ja tekstiilisuodattimilla ja johdetaan puhdistettuna ulkoilmaan.

Mustan massan esikäsittelyyn käytettävän alipainekuivaimen poistokaasut johdetaan ensin suodattimeen, jonka keräämä pöly palautetaan kuivaukseen. Kaasuuntuneet liuottimet tiivistetään nesteeksi (kondensoidaan) ja johdetaan erilliseen liuotinsäiliöön. Tämän jälkeen poistokaasu käsitellään kaasupesurilla. Ennen kaasupesuria poistokaasu käsitellään tarvittaessa katalyyttisesti polttamalla tai aktiivihiilisuodattimella.

Mustan massa esikäsittelytilan kuljettimien ja siilojen korvausilma johdetaan ulkoilmaan tekstiilisuodattimien kautta.

Päästöt ilmaan

Akkumateriaalien kierrätyslaitoksen ilmaan kohdistuvat päästöt syntyvät laitoksen poistokaasuista, jotka puhdistetaan ennen ulkoilmaan johtamista. Suurin osa prosessin hönkäkaasuista syntyy prosessin alkuvaiheissa mustan massan liuotusvaiheessa, joka on jo käytössä Harjavallan nykyisellä laitoksella.

Prosessissa käytettävien raaka-aineiden ja eri prosessivaiheissa tapahtuvien kemiallisten reaktioiden perusteella laitoksen käsitellyssä poistoilmassa arvioidaan esiintyvän jossain määrin seuraavia yhdisteitä:

- hiilimonoksidi (CO)
- pöly
- kaasumaiset fluoridit (fluorivety HF)
- ammoniakki (NH3)
- nikkeli
- lyijy
- haihtuvat orgaaniset hiiliyhdisteet (TVOC), sekä;
- asetaldehydi.

Lisäksi elektrolyysissä ja elektrodialyysissä voi kemiallisten reaktioiden perusteella syntyä klooria (Cl2). Kuivaamojen poistoilmasta ulkoilmaan pääsee pölyhiukkasia.

Harjavallan käynnissä olevalla laitoksella tehdyn mittauksen perusteella yhdisteiden pitoisuudet ovat vähäisiä ja päästömäärät pieniä. Useimmat esimerkiksi alittavat Euroopan komission julkaisemassa, kemianteollisuuden poistokaasujen hallinta- ja käsittelyjärjestelmien parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT) koskevassa vertailuasiakirjassa (WGC BAT) määritellyn vähämerkityksisen päästön rajan, jolloin niihin ei katsota tarpeelliseksi soveltaa sitovaa BAT-päästötasoa (

Taulukko 7).

Taulukko 7. Akkumateriaalien kierrätyslaitoksen poistoilmassa arvioitujen haitallisille yhdisteille kemianteollisuuden poistokaasuja käsittelevissä BAT-päätelmissä (WGC BAT) määritetyt sitovat päästötasot (BAT AEL) sekä niin sanotut vähämerkityksisten päästöjen rajat, joiden alittuessa BAT AEL-päästötasoa ei sovelleta (Daginnus Marty. Trotta, & Brinkmann 2023).

Aine tai yhdiste	BAT-päästötaso (BAT AEL) (mg/Nm^3)	Vähämerkityksisen pääs-tön raja (g/h)
Hiukkaset (pöly)	1	-
Ammoniakki (NH_3)	2–10	50
Asetaldehydi	1–5	1
Kaasumaiset fluoridi (kuten fluorivety HF)	<1–5	5
Lyijy ja lyijy-yhdisteet	<0,01–0,1	0,1
Nikkeli ja nikkeliyhdisteet	<0,02–1	0,15
Haihtuva orgaaninen kokonaishiili (TVOC)	1–20	100
Kloori (Cl_2)	<0,5–2	5

Vastaavasta prosessista ei ole varsinaisia mittaustuloksia. Ilmaan kohdistuvien päästöjen sisältämien haitallisten yhdisteiden pitoisuuksia ja päästömääriä tarkennetaan YVA-selostuksessa laskennallisten arvioiden perusteella. Laitoksen pääasialliseen toimintaan tullaan soveltamaan ympäristölupaa haettaessa edellä mainittua WGC BAT-vertailuasiakirjaa, jossa määritellään ilmapäästöissä oleville yhdisteille turvalliseksi katsotut päästörajat, joiden alla päästöjen täytyy pysyä.

Pöly

Toiminnassa ei synny suoria pölypäästöjä. Kiinteiden kemikaalien purku on suunniteltu siten, että pölyä ei pääse leviämään ympäristöön. Kiinteiden kemikaalien purku tapahtuu tuotantorakennusten sisällä. Lisäksi kemikaalien käsittelyssä käytetään alipainekuljettimia ja suursäkkiasemia pölyämisen estämiseksi.

Raaka-aineiden kuljetuksista ja muusta raskaasta liikenteestä muodostuu polttoaineperäisiä päästöjä sekä liikenteen nostamia katupölyn hiukkaspäästöjä. Toiminnasta aiheutuvan liikenteen pakokaasupäästöt jakaantuvat koko kuljetulle matkalle ja eivät erotu merkittävästi muun liikenteen päästöistä alueella. Liikenteen aiheuttamat hiukkaspäästöt esiintyvät liikennereittien välittömässä läheisyydessä ja ovat suurimmat keväällä.

3.9 Vedenhankinta, vesienkäsittely ja viemäröinti

Laitoksen käsittelyssä tarvittava vesi otetaan vesijohtoverkosta ja sitä kierrätetään prosessin suljetussa kierrossa. Veden laskennallisen kulutuksen on arvioitu olevan enintään 98 000 kuutiometriä vuodessa (m^3/v).

Toiminnassa muodostuneet talous- ja saniteettijätevedet johdetaan jätevesiverkoston kautta kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle.

Prosessivedet

Vettä poistuu prosessista tuotteiden mukana hydraatteina metallisuolakiteissä. Prosessin eri vaiheissa muodostuvat vesijakeet yhdistetään niiden ominaisuuksien perusteella kahdeksi pääsyötteeksi, jotka käsitellään erillisissä käsittelylinjoissaan. Vesien puhdistuksessa käytetään membraanipohjaisia erotustekniikoita – nanosuodatusta (NF) ja käänteisosmoosia (RO) sekä ioninvaihtoa. Käsittelyn jälkeen vedet palautetaan prosessiin. Kiteytyksissä syntyvät haihdutuskondensaatit palautetaan suoraan takaisin prosessivedeksi.

Nykyisen prosessimallinnuksen mukaan prosessista ei synny prosessijätevesiä. Prosessijätevesien syntymistä, määrää ja laatua tarkennetaan YVA-selostuksessa. Tässä vaiheessa kuitenkin varaudutaan siihen, että joitain jakeita, esimerkiksi tiettyjen tukitoimintojen vesiä kuten höyrynkehittimen veden pehmentimen rejektivettä (noin kolme kuutiometriä vuorokaudessa (m^3/vrk)) ja lauhdevesiä käynnistyksen yhteydessä, johdetaan kunnalliseen viemäriverkkoon. Viemäriverkkoon johdettavan jäteveden enimmäismääräksi arvioidaan noin 30 000 m^3/v.

Pieniä määriä viemäröintikelvottomia vesiä, kuten kuivamurskauksen jätevedet sekä poikkeustilanteissa järjestelmästä poistettavia vesiä toimitetaan käsiteltäväksi laitokselle, jolla on asianmukainen lupa jäteveden vastaanottoon ja käsittelyyn.

Hulevedet

Vesistöön puretaan hankealueen piha-alueilta muodostuvia pilaantumattomia hulevesiä. Piha-alueilla ei varastoida eikä käsitellä jätteitä tai tuotteita, eivätkä hulevedet ole niihin kosketuksissa. Hulevesien laadun arvioidaan vastaavan liikennöintialueiden hulevesiä.

Hankealueen asfaltoidulle piha-alueelle kerääntyvät sade- ja sulamisvedet kerätään kallistusten avulla painovoimaisesti öljyn- ja hiekanerottimen kautta piha-alueelle rakennettavaan hulevesialtaaseen. Hulevesijärjestelmä varustetaan sulkuventtiilillä sekä näytteenottokaivolla. Osa hulevesialtaan kapasiteetista on varattu piha-alueelta muodostuvien sammutusjätevesien talteenottoon mahdollisissa onnettomuustapauksissa. Purettavien hulevesien laatua tullaan tarkkailemaan laitokselle haettavan ympäristölupapäätöksen edellyttämällä tavalla.

Piha-alueilta muodostuvien hulevesien määrää on arvioitu hankealueiden piha-alueiden pinta-alojen ja alueen vuosittaisen sadannan (626 millimetriä vuosina 1991–2020) perusteella. Valuma-kertoimena laskelmassa on käytetty 0,8 asfaltoidulla alueella ja 1,0 kattopinnoilla. Piha-alueen pinnoitetut pinta-alat ovat noin 63 000 neliömetriä (m^2) Harjavallassa ja noin 92 200 m^2 Porissa. Tämän lisäksi suunniteltujen rakennusten pinta-ala on tämän hetkisten suunnitelmien mukaan molemmilla hankealueilla noin 54 300 m^2 (kattovedet). Tämän perusteella arvioidut hulevesimäärät ovat Harjavallassa noin 65 542 m^3/v eli noin 180 m^3/vrk ja Porissa noin 80 166 m^3/v eli noin 220 m^3/vrk. Laskelmassa ei

ole huomioitu mahdollista haihduntaa, mikä voi osaltaan hieman vähentää sadantaa kesäkuukausina.

Alueelle laaditaan viimeistään rakentamislupaa haettaessa hulevesisuunnitelma, jossa esitetään laitosalueella toteutettava hulevesijärjestelmä sekä tarkemmat arviot syntyvien hulevesien määrästä ja laadusta.

3.10 Prosessissa syntyvät jätteet

Akkukomponenttien esikäsittelyssä ja murskauksessa muodostuvien jätejakeiden laatu, määrä ja jatkokäsittely on esitetty taulukossa (

Taulukko 8) ja mustan massan ja off-spec-materiaalien käsittelyssä muodostuvat jätejakeet on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 8. Akkujen esikäsittelyssä ja murskauksessa muodostuvat jätejakeet

Jätteet	Muodostuva määrä (tonnia/vuosi)	Jätenimikkeet	Jatkokäsittely
Esikäsittelystä muodostuvat jätejakeet			
Esikäsittelyssä erotetut metallit (Fe, Al, Cu)	5 500	19 12 02 19 12 03	Uusiokäyttöön metalliteollisuuteen
Kaapelit, elektroniset osat	350–450	19 12 12	Materiaalihyödyntäminen
Esikäsittelyssä erotettu muovi, syötteestä ~16 %	3 200	19 12 04	Materiaali- tai energiahyödyntäminen
Akkujen kuljetuspakkauksista peräisin oleva puu	0–100	19 12 07	Uudelleen käyttö tai materiaali- tai energiahyödyntäminen
Sekajäte	40		Energiahyödyntäminen
Akkujen kuljetuspakkauksista peräisin oleva pahvi, 2 % syötteestä	400	19 12 04	Energiana hyödynnettäväksi
Kunnossapidon jäteöljyt	1		Energia- tai materiaalihyödyntäminen
Vermikuliitti <1 % syötteestä	200	19 12 04	Materiaalihyödyntäminen tai loppusijoitus
Suojavaatteet	3	19 12 11*	Energiana hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi polttamalla
Kuivamurskauksesta sekä kuivauksesta syntyvät jätteet			
Musta massa	13 000	19 12 11*	Toimitetaan raaka-aineeksi laitoksen pääprosessiin
Pöly, 4–5 % syötteestä	1 500	19 10 03*	Materiaali- tai energiahyödyntäminen

Jätteet	Muodostuva määrä (tonnia/vuosi)	Jätenimikkeet	Jatkokäsittely
Elektrolyytti, syötteestä 7 %	2 100	16 06 06*	Energiana hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi polttamalla
Kaasunpuhdistuksen jätteet (mm. aktiivihiilijäte, pesurin liete, konsentraatti)	450	16 03 03*	Energiana hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi polttamalla
Jätevesi (vaarallinen, murskaimen ja kuivurin pesuvedet)	120	16 10 01*	Loppukäsiteltäväksi polttamalla

Taulukko 9. Mustan massan ja off-spec-materiaalien käsittelyssä muodostuvat jätejakeet.

Jätteet	Tarkempi koostumus	Muodostuva määrä (tonnia/vuosi)	Jätenimikkeet	Jatkokäsittely
Grafiittisakka	Suodinkakku	45 000	06 03 99	Voidaan toimittaa grafiittiprosessin raaka-aineeksi, myydä ulos raaka-aineena tai viedä käsittelyyn jätteenä
Mangaanioksidi	Suodinkakku	15 000	06 03 13*	Voidaan myydä ulos raaka-aineena tai viedä käsittelyyn jätteenä
Al/F/P-hydroksidisakka	Suodinkakku	30 000	06 03 15*	Jäte, toimitetaan joko hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi (tällä hetkellä loppukäsiteltäväksi)
Ioninvaihtohartsit		1 875	06 03 99	Jäte, toimitetaan joko hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi
Mangaanisitraatti	Liuos	75	06 03 99	Jäte, toimitetaan joko hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi
Kuparia sisältävä ammoniakkivesi	Liuos 5-10 % NH_4	45	16 10 01*	Jäte, toimitetaan loppukäsiteltäväksi
Käytetty alumiinioksidi		300	06 03 15*	Jäte, toimitetaan joko hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi (tällä hetkellä loppukäsiteltäväksi)
Poistevesi kunnalliseen jätevesiverkkoon		0–30 000	16 10 02	Kunnalliselle jäteveden puhdistamolle
Jätevedet käsittelyyn		1 500	16 10 01* 16 10 02	Jätteenkäsittelylaitokselle

4 Vaikutusten tarkastelu

4.1 Ympäristön kuvaus

Kun tuotantolaitos sijoitetaan lähelle luonto- tai virkistysalueita, on otettava huomioon ympäristövaaratilanteiden mahdollisuudet. Tätä koskevat velvoitteet on määritelty mm. valtioneuvoston asetuksessa vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (856/2012) §29, joka edellyttää, että ympäristölle vaarallisia säiliöitä tai kemikaalivarastoja sijoittaessa on huomioitava mahdolliset haitalliset vaikutusreitit sekä suojauskohteet kuten ympäristökohteet ja vesistöt.

Onnettomuusskenaarioiden vaikutuksia arvioitaessa tarkastellaan erityisesti suojelutason säilymistä kohteissa. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi lajien esiintymisalueen kärsimättömyyttä, ekologisten yhteyksien pirstoutumista tai elinympäristöjen laatumuutoksia. Vaikka ei ole yhtä selkeää sääntelyä, joka edellyttäisi täydellistä suojelua kaikilta vaikutuksilta, vaikutusten laajuus, kesto ja palautumisen todennäköisyys ovat keskeisiä arviointikriteereitä.

Harjavallan hankealue sijoittuu Harjavallan keskustaajaman luoteisosaan Torttilaan, noin 1,3 kilometrin etäisyydelle Kokemäenjoen etelärannasta. Aluetta luonnehtivat metsätalouden muokkaamat metsä- ja puustoiset suoalueet, viljelysmaat, teollisuusalueet sekä pientaloasutus. Hankealue ei sijoitu Natura 2000 -alueelle, valtion luonnonsuojelualueelle eikä muulle luonnonsuojelulain (1096/1996) mukaiselle suojelualueelle.

Alle kymmenen kilometrin etäisyydellä sijaitsee yksi EU:n luontodirektiivin perusteella suojeltu Natura 2000 -alue, Pirilänkoski (SAC, FI0200045), joka on lähimmillään noin 0,8 kilometrin päässä hankealueen koillispuolella. Lisäksi viiden kilometrin säteellä sijaitsee yhteensä yksitoista yksityismaiden luonnonsuojelualuetta, joista suurin osa on Kokemäenjoen ja Lammaistenlahden pohjoisrannalla (Kuva 5).

Kuva 5. Harjavallan hankealueen ympäristössä sijaitsevat Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet sekä luonnonmuistomerkit ja Suomen metsäkeskuksen erityisen tärkeät elinympäristöt (Satakuntaliitto 2019, Suomen ympäristökeskus 2024a-d, 2025a, 2025b, Suomen metsäkeskus 2025, Maanmittauslaitos 2025a).

Suomen ympäristökeskuksen (2018) Zonation-aineiston perusteella hankealueella ei sijaitse monimuotoisuudeltaan erityisen arvokkaita metsäalueita. Noin 840 metrin etäisyydellä Kokemäenjoen rannalla on kuitenkin Suomen metsäkeskuksen (2025a) määrittämä erityisen tärkeä elinympäristö (ETE-alue), joka liittyy pienvesistöjen välittömään lähialueeseen. Lisäksi hankealue sijoittuu osittain Satakuntaliiton rajaamalle kehitettävälle ekologiselle käytävälle.

Suomen Lajitietokeskuksen (2025) havaintojen mukaan hankealueen pohjoispuolella Kokemäenjoen pohjoisrannalla esiintyy muutamia uhanalaisia ja silmälläpidettäviä kasvilajeja, kuten keltamatara (VU), rantatulikukka (EN), kalliomaksaruoho (NT) ja ketoneilikka (NT). Nämä havainnot on tehty yli 1,5 kilometrin etäisyydeltä hankealueesta.

Hankealueelta tai sen välittömästä läheisyydestä (alle 3 kilometriä) ei ole havaintoja liito-oravasta, lepakoista tai viitasammakoista.

Lähimmillään noin 0,8 kilometrin päässä sijaitsee Kokemäenjoen alajuoksu, joka on yksi Suomen merkittävistä lintualueista (FINIBA). Sen kriteerilajina on pikkutikka (LC) (Kuva 6).

Kuva 6. Linnustollisesti arvokkaat alueet Harjavallan hankealueen läheisyydessä (Porin Lintutieteellinen Yhdistys Ry 2019, BirdLife Suomi ry 2002, Maanmittauslaitos 2025a).

Luontodirektiivin liitteen IV lajeihin kuuluvista eläimistä on saukosta tehty yksittäinen, yli kymmenen vuoden takainen havainto Kokemäenjoen etelärannalta noin 1,4 kilometrin etäisyydeltä hankealueesta. Samalta alueelta on tehty vanhoja havaintoja myös vuollejokisimpukasta, joka on niin ikään tiukasti suojeltu laji. Näiden lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen tai heikentäminen on kielletty.

Luonnonvarakeskuksen (2025) havaintojen mukaan hankealuetta ympäröivillä seuduilla, noin 20 kilometrin säteellä, on tehty yksittäisiä havaintoja ilveksistä ja karhuista. Hankealueen taajamasijainnin vuoksi suurpetojen esiintyminen sen läheisyydessä on kuitenkin epätodennäköistä. Lähin susireviiri sijaitsee noin 2,1 kilometrin etäisyydellä lounaassa. Alueen pelloilla ja metsissä esiintyy todennäköisesti valkohäntäkaurista, josta on raportoitu useita kolareita alle kolmen kilometrin säteeltä. Lisäksi hirvi saattaa esiintyä alueella satunnaisesti.

Yhteenvetona voidaan todeta, että hankealue ei sijaitse luonnonsuojelullisesti erityisen herkällä alueella. Alueen luontoarvot painottuvat sen ympäristöön, erityisesti Kokemäenjoen ja Pirilänkosken suojelualueisiin. Hankkeen toteuttaminen ei lähtökohtaisesti uhkaa merkittävästi suojeltuja luontokohteita, mutta suunnittelussa ja toteutuksessa tulee varmistaa, ettei vaikutuksia kohdistu lähellä sijaitseviin Natura- ja suojelualueisiin, erityisesti Pirilänkosken alueeseen ja Kokemäenjoen vesistöön.

4.2 Pinta- ja pohjavesivaikutusten tarkastelu

Kemikaaleja käsittelevien ja varastoivien laitosten sijoittamista koskevat turvallisuusvaatimukset pohjavesialueella perustuvat valtioneuvoston asetukseen vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (§10). Asetuksen mukaan tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla on varmistettava, ettei laitoksen toiminnasta mahdollisesti aiheutuva onnettomuus johda pohjaveden pilaantumiseen. Pohjaveteen ei myöskään saa päästä vesiympäristölle haitallisia aineita normaalitoiminnan eikä onnettomuuksien seurauksena.

Harjavallan hankealue sijoittuu Järilänvuoren I-luokan pohjavesialueen (0207951) läheisyydessä noin 20 metrin etäisyydellä pohjaveden muodostumisalueesta. Hankealueen pohjoispuolella noin 1,1 kilometrin etäisyydellä sijaitsee Viikkala-Pirilän pohjavesialue 0253151 1E-luokka) ja lounaassa noin kolmen 3,3 kilometrin etäisyydellä Metsäkulman pohjavesialue (0207901, 2-luokka). Hankealueen kohdalla orsivesi ja osin pohjavesi on jo pilaantunut teollisen toiminnan myötä, eikä aluetta käytetä vedenottoon. Pohjavesialueet on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 7).

Kuva 7. Luokitellut pohjavesialueet Harjavallan hankealueen ympäristössä (Suomen ympäristökeskus 2024d, Maanmittauslaitos 2025).

Hankealueella ei sijaitse vesistöjä. Suuri osa maa-alasta on ojitettua metsämaata. Ympäristövaikutusten arvioinnin ohjelmavaiheessa suoritetun karttatarkastelun perusteella hankealueella tai sen lähipiirissä ei ole lähteitä. Alue on ojitettua ja monin paikoin voidaan todeta orsivettä. Hankealuetta lähin joki on 1,5 kilometrin päässä virtaava Kokemäenjoki, jonne alueen kaakkoisosan vedet kerääntyvät. Luoteisosan vedet valuvat hankealueen länsipuolen ojastoon valuma-alueella 35.01.084, jonka vedet kerääntyvät Tattaranjokeen.

Riskien tunnistamisessa on huomioitu sijainnin asettamat vaatimukset pohjaveden suojaamiselle, vaikka alue ei sijaitse välittömästi pohjaveden muodostumisen kannalta herkällä alueella. Normaalitoiminnan osalta lähtökohtana on, ettei hankkeesta aiheudu vaikutuksia pinta- tai pohjavesiin.

Alue tullaan suunnittelemaan siten, että alueella muodostuvat hulevedet kerätään öljyn- ja hiekanerottimen kautta hulevesialtaaseen, josta ne hallitusti puretaan hulevesiverkostoon. Poikkeustilanteessa alueen hulevedet pidätetään laitosalueelle ennen laadun varmistamista. Mikäli vedet sisältävät haitta-aineita kerätyt vedet kuljetetaan asianmukaisesti käsiteltäviksi luvanvaraiseen laitokseen. Tällä varmistetaan, ettei poikkeustilanteissa syntyvästä jätevedestä aiheudu haittaa ympäristölle tai vesistöille.

4.3 Vaikutukset ympäröivään infrastruktuuriin

Tuotantolaitos on sijoitettava siten, ettei sen toiminta tai mahdolliset onnettomuustilanteet aiheuta merkittäviä häiriöitä ympäristön kannalta kriittisille toiminnoille, kuten pääliikenneväylille, vesihuollolle tai energiantuotannolle. Lisäksi sijoituksen on oltava sellainen, ettei se vaaranna kulttuurihistoriallisesti arvokkaita rakennuksia tai muinaismuistolain nojalla suojeltuja kohteita.

4.4 Suurteollisuuspuiston yhteisvaikutukset

Harjavallan kaupungissa sijaitseva Suurteollisuuspuisto kattaa noin 300 hehtaarin alueen, joka sijoittuu Köyliö–Harjavalta–Ulvila-harjumuodostumalle Kokemäenjoen eteläpuolelle. Alueella toimii yli kymmenen teollisuusyritystä, jotka edustavat metallurgian, kemianteollisuuden ja prosessienergian hyödyntämisen aloja sekä näihin liittyviä tukipalveluita. Teollisuuspuistossa työskentelee yhteensä yli tuhat henkilöä, minkä lisäksi alueella toimii säännöllisesti useiden kymmenien alihankkijayritysten työntekijöitä.

Harjavallan Suurteollisuuspuiston alueella toimii neljä turvallisuusselvitysvelvollista yritystä sekä yksi laajamittaista kemikaalien käsittelyä ja varastointia harjoittava tuotantolaitos. Turvallisuusselvitysvelvollisia yrityksiä ovat Oy Linde Gas Ab, Boliden Harjavalta Oy, Kemira Oyj ja Nornickel Harjavalta Oy, ja laajamittaisen kemikaalitoiminnan harjoittajana toimii Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy.

Suurteollisuuspuisto rajautuu osittain asuinkortteleihin, ja sen etäisyys valtatielle 2 on alle kilometri. Tampere–Pori-rata kulkee alueen lounaisosan kautta, mahdollistaen rautatiekuljetukset suoraan teollisuusalueelle. Harjavallan kaupungissa on noin 7 000 asukasta. (Harjavallan suurteollisuuspuisto 2024.)

Harjavallan Suurteollisuuspuistossa varastoidaan useita palavia, myrkyllisiä ja ympäristölle vaarallisia kemikaaleja, kuten nestekaasua, rikkidioksidia ja raskaita polttoöljyjä. Kaikilla varastoalueilla on käytössä automaattiset vuodon- ja palontunnistusjärjestelmät, kameravalvonta sekä hälytysyhteydet valvomoihin ja pääportille. Rikkidioksidi- ja LNG-alueilla on lisäksi turva-automaatio, joka pysäyttää laitoksen toiminnan ja siirtää sen turvalliseen tilaan kaasupitoisuuden tai liekkihavainnon perusteella. (Harjavallan suurteollisuuspuisto 2024.) Yritysten itsensä ilmoittamat merkittävimmät varastoitavat kemikaalit on lueteltu seuraavassa taulukossa (Taulukko 10).

Taulukko 10. Harjavallan suurteollisuuspuistossa käsiteltävät ja varastoitavat vaaraa aiheuttavat kemikaalit (Harjavallan suurteollisuuspuisto 2024; Harjavallan suurteollisuuspuisto 2021)

Yritys	Kemikaali
Boliden Harjavalta Oy	Rikkihappo, propaani
Noriksk nickel Harjavalta Oy	Ammoniakki, propaani, nesteytetty maakaasu, propaani
Oy Linde Gas Ab	Nestemäinen argon (happi, typpi)
Kemira Oyj	Rikkidioksidi, rikkihappo
Suomen teollisuuden energiapalvelut -STEP Oy	Natriumhydroksidi, rikkihappi

Vaikka Harjavallan Suurteollisuuspuistossa toimii useita vaarallisia kemikaaleja käsitteleviä yrityksiä, niiden välisten etäisyyksien sekä turvallisuusjärjestelyjen perusteella toimintojen yhteisvaikutukset onnettomuustilanteissa nyt suunnitteilla olevaan akkumateriaalien kierrätyslaitokseen arvioidaan vähäisiksi. On kuitenkin teoreettisesti mahdollista, että jonkin toisen laitoksen onnettomuustilanteessa syntyvät savukaasut, painevaikutukset tai kemikaalipäästöt voisivat tietyissä olosuhteissa ulottua suunnitellun kierrätyslaitoksen alueelle.

Tällainen vaikutus voisi liittyä erityisesti suurten kaasuvuotojen tai tulipalojen seurauksena muodostuviin ilmaan leviävien haitallisten aineiden kulkeutumiseen. Kuitenkin suurteollisuuspuiston yritykset ovat varautuneet poikkeustilanteisiin kattavin teknisin ja organisatorisin turvatoimin, kuten automaattisilla hälytys-, vuodon- ja palontunnistusjärjestelmillä sekä kattavilla pelastussuunnitelmilla.

Lisäksi alueen rakenteellinen suunnittelu ja etäisyydet laitosten välillä vähentävät merkittävästi riskiä siitä, että yhden toimijan onnettomuus aiheuttaisi dominoefektin tai merkittävää vaaraa muille laitoksille. Voidaan todeta, että vaikka yhteisvaikutusten mahdollisuus on olemassa teoreettisella tasolla, se on käytännössä epätodennäköinen hyvin toteutetun riskienhallinnan ja varautumisen ansiosta.

4.5 Vaikutukset liikenteeseen

Pääliikenneväylillä tarkoitetaan valtakunnallisia valta- ja kantateitä, joiden liikennemääriä ja merkitystä on arvioitava osana riskienhallintaa. Onnettomuuksien ehkäisemiseksi on varmistettava, etteivät mahdollisen onnettomuuden aiheuttama lämpösäteily tai painevaikutukset ulotu liikenneväylille ja aiheuta häiriöitä liikenteen sujuvuudelle. Tieliikenteen toimivuutta voivat heikentää myös muut ulkoiset tekijät, kuten liikenneonnettomuudet, tietyöt ja epäsuotuisat sääolosuhteet. (Taulukko 11).

Taulukko 11. Laitoksen sijoituksessa tieliikenteeseen nähden sovellettavat lämpösäteilyn ja paineen enimmäismäärät (Tukes 2025a).

Liikennetiheys (autoa/vrk)	Suurin sallittu lämpösäteilyn intensiteetti (kW/m^2)	Suurin sallittu rintamapaine (kPa)
> 9000	5	8
1500–9000	5	11
< 1500	8	14

4.5.1 Tieliikenne

Hankealueen läheisyydessä, noin 500 metrin etäisyydellä, kulkee valtatie 2 (Pori-Helsinki). Väylä kuuluu EU:n TEN-T-verkkoon ja on vilkasliikenteinen raskaanliikenteen väylä Porin ja Harjavallan välillä. (Satakuntaliitto 2024.) Pohjoisessa alle kilometrin etäisyydellä on maantie 2453 (Harjavallantie). (Kuva 8 ja Kuva 9)

Kuva 8. Harjavallan hankealueen lähellä sijaitsevien maanteiden vuoden keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät (KVL) vuonna 2023 (Väylävirasto 2023a, Maanmittauslaitos 2025a)

Vuonna 2023 valtatiellä 2 hankealueen läheisyydessä, Torttilan eritasoliittymän kohdalla, keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) oli noin 9 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaan liikenteen osuus oli noin 930 ajoneuvoa (noin yhdeksän prosenttia). Maantie 2453:n liikennemäärä oli Voimalaitoksentien liittymän länsipuolella noin 740 ajoneuvoa vuorokaudessa (raskaan liikenteen osuus noin kolme prosenttia) ja liittymän itäpuolella noin 1 700 ajoneuvoa vuorokaudessa (raskaan osuus noin kaksi prosenttia). (Väylävirasto 2023a.) Hankealueen lähiympäristön katuverkon liikennemäärätietoja ei ole saatavissa avoimista lähteistä.

Valta- ja kantateillä käytössä oleva nopeusrajoitus on yleensä 80–100 km/h. Hankealueen lähiympäristön taajama-alueen katuverkolla nopeusrajoitus on 40–60 km/h.

Raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetukset suunnitellulle laitokselle tapahtuvat säiliö- ja kuorma-autoilla. Alustavan arvion mukaan hankealueelle suuntautuu päivittäin noin 192 raskaan ajoneuvon ajosuoritetta. Lisäksi henkilöstön ja muun liikenteen arvioidaan aiheuttavan noin 360 ajosuoritetta henkilöautoilla vuorokaudessa.

Akkumateriaalien kierrätyslaitoksen rakentamisesta ja toiminnasta aiheutuu raskasta liikennettä sekä työmatkaliikennettä. Kierrätyslaitoksen henkilöauto- ja raskasliikenne kulkevat todennäköisesti pääosin Sepänkadun kautta hankealueelle. Liikenne käyttää reittiä valtatie 2 – Torttilantie – Sepänkatu – hankealue (Kuva 9).

Kuva 9. Tieverkko Harjavallan hankealueen läheisyydessä (Väylävirasto 2024, Maanmittauslaitos 2025a)

4.5.2 Rautatieliikenne

Harjavallan hankealueen rajalla kulkee Lielahti–Kokemäki–Pori–Mäntyluoto-rataosuus (ratanumero 002), joka on valtakunnallinen pääraide. Rataosuus on yksiraiteinen ja sähköistetty, ja suurin sallittu nopeus henkilöliikenteelle Harjavallan ja Tahkoluodon välillä on 140 km/h. Rata kuuluu Euroopan maantiet, rautatiet, sisävesireitit, meri- ja lentoyhdeydet yhdistävään TEN-T-liikenneverkkoon, ja se palvelee sekä henkilö- että tavaraliikennettä. Pori–Tampere-välillä liikennöi arkisin 18 henkilöjunaa, joista kaikki pysähtyvät Harjavallan liikennepaikalla. Harjavallan Suurteollisuuspuistossa yksityisrataverkon haltijoina toimivat Boliden Harjavalta Oy ja Norilsk Nickel Harjavalta Oy (Harjavallan suurteollisuuspuisto 2024).

Harjavallan Suurteollisuuspuistossa käsitellään ja varastoidaan useita vaarallisia kemikaaleja, joita tarvitaan alueen metallurgisissa ja kemianteollisuuden prosesseissa. Kemikaalien säilytys tapahtuu pääasiassa säiliövaunuissa ja konteissa teollisuusalueen rautatie- ja tuotantoinfrastruktuurin yhteydessä. Säilytys on luonteeltaan tilapäistä, ja se liittyy pääasiassa kuljetusten lastaus- ja purkutoimintoihin, joista vastaavat nimettyjen yritysten kemikaalien käytönvalvojat ja turvallisuusneuvonantajat. (Harjavallan suurteollisuuspuisto 2024). Yritysten ilmoittamat merkittävimmät rataverkolla käsiteltävät ja varastoitavat kemikaalit on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 12)

Taulukko 12. Harjavallan suurteollisuuspuiston rataverkolla käsiteltävät ja varastoitavat kemikaalit (Harjavallan suurteollisuuspuisto 2024).

Yritys	Kemikaali	Säiliövaunujen määrä ja kapasiteetti	Huomioitavaa
Boliden Harjavalta Oy	Rikkihappo	1 000 t (max), yksi vaunu 60 t	Säilytys lastauksen yhteydessä ennen vaunujen lähettämistä vastaanottajalle
Noriksk nickel Harjavalta Oy	Ammoniakki	Enintään 30 säiliövaunua	Suuronnettomuusvaara lastaus- tai purkuhäiriötilanteissa
Oy Linde Gas Ab	Nestemäinen argon	8 vaunua (3 säiliövaunua, 5 konttialustaa), yhteensä 150 t vaunuissa ja 125 t konteissa	Varastointi rautatie- ja konttialueella, tilapäinen säilytys

Harjavallan liikennepaikka sijaitsee noin kahden kilometrin etäisyydellä hankealueesta ratakilometrillä 295+542 (Suomen Väylät 2025). Suurin osa Harjavallan ratapihan tavaraliikenteestä liittyy Suurteollisuuspuiston kuljetuksiin, mutta liikennepaikkaa hyödynnetään myös kauempaa sisämaasta ja Mäntyluodon satamasta tulevien kuljetusvirtojen käsittelyssä. (Väylävirasto 2025a). Harjavallan ratapiha ei ole virallisesti määritelty VAK-ratapihaksi, vaikka valtaosa liikennepaikalla käsiteltävistä tavaralajeista kuuluu vaarallisten aineiden kuljetuksiin. Tämän vuoksi Väylävirasto on myöntänyt Harjavallan liikennepaikalle erityisjärjestelynä tilapäisen säilytysluvan tietyntyyppisille VAK-kuljetuksille. Samalla osa kuljetuksista kuuluu luokkiin, joiden säilytystä ratapihalla ei sallita lainkaan, ja nämä ohjataan suoraan yksityisraiteille junan saapumisen jälkeen. (Väylävirasto 2025b.)

Porin satama koostuu Mäntyluodon ja Tahkoluodon satamista sekä kemikaalisatamasta, jotka ovat merkittäviä tavaraliikenteen kohteita. Rataosuudet Kokemäeltä Tahkoluotoon on nimetty liikenne- ja viestintäministeriön asetuksella valtakunnallisiksi tavaraliikenteen pääväyliksi. (Satakuntaliitto 2024.)

Harjavallan tai Porin sataman alueita ei ole sisäministeriön asetuksella (1286/2019, muutosasetus 916/2023) määritelty VAK-ratapihoiksi, joten alueilla ei edellytetä erillistä VAK-selvitystä. (Väylävirasto 2025b.) Lisäksi Porin sataman ratapihoilla vaarallisten aineiden seisottaminen on kielletty (Porin Satama Oy 2023). Näin ollen mahdolliset VAK-riskit liittyvät pääasiassa kuljetusten aikana tapahtuviin onnettomuuksiin, kuten vuotoihin, törmäyksiin tai tulipaloihin, eivätkä pitkäaikaiseen varastointiin raiteilla.

Porin satamassa varastoidaan ja käsitellään useita vaarallisia kemikaaleja, kuten natriumkloraattia, natriumhydroksidia, ammoniakkia, rikkihappoa, nesteytettyä maakaasua (LNG), öljytuotteita ja bensiiniä. (Porin Satama Oy 2025). Satamassa käsiteltävät ja varastoitavat kemikaalit on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 13). Suuronnettomuusriski voi syntyä ainoastaan suurissa vuoto- tai tulipalotilanteissa, jolloin vaikutukset voivat ulottua satama-alueen ulkopuolelle. Erityisesti kaasuvuodot voivat muodostaa tuulen alapuolelle leviävän pilven, joka saattaa aiheuttaa ärsytysoireita useiden kilometrien etäisyydellä päästölähteestä.

Taulukko 13. Porin satamassa käsiteltävät ja varastoitavat kemikaalit (Porin Satama Oy 2025).

Toimija	Kemikaalit
Kemira Chemicals Oy	Natriumkloraatti, Natriumhydroksidi
Fortum Power and Heat Oy	Ammoniakki
Finland Tank Storage Oy	Diesel
Berner Industries Tank Oy	Natriumhydroksidi
West Tank Oy	Jäteöljy
Neot Oy	Bensiini, Diesel, Kevyt polttoöljy, Korkeaseosetanoli
LSPÖ Oy	Bitumi, Jäteöljy
Olmar Pori Oy	Rikkihappo
Teboil Oy	Raskas polttoöljy, Kevyt polttoöljy
Boliden Harjavalta Oy	Rikkihappo
Gasum LNG Oy	Nesteytetty maakaasu (LNG)

4.5.3 Lentoliikenne

Hankealuetta lähin liikelentokenttä on Pori, joka sijaitsee noin 21 kilometriä hankealueesta kaakkoon (Lentopaikat.fi 2025). Hankealue ei sijaitse lentoaseman korkeusrajoitusalueella. Koska hankealue sijaitsee enintään 45 kilometrin etäisyydellä Porin liikelentokentästä on hankkeelle haettava lentoestelupa, jos jokin maasta kohoava rakennelma nousee yli 30 metrin korkeuteen.

4.6 Vaikutukset arkeologiseen kulttuuriperintöön

Kulttuuriympäristön osalta noudatetaan muinaismuistolakia, joka kieltää kiinteisiin muinaisjäännöksiin kajoamisen ilman lupaa, sekä rakennusperintölakia, jonka tavoitteena on turvata rakennetun kulttuuriympäristön arvojen säilyminen. Sijoitus- ja suojatoimista päätettäessä on varmistettava, ettei laitoksen normaali- tai häiriötilanteissa aiheuteta näille kohteille vaurioita.

Harjavallan hankealueella on toteutettu arkeologinen inventointi vuonna 2022 (Takala 2022). Selvityksen sekä museoviraston muinaisjäännösrekisterin (2025) mukaan Harjavallan hankealueella tai sen läheisyydessä alle sadan metrin etäisyydellä ei sijaitse kiinteitä muinaisjäännöksiä tai muita arkeologisia kohteita. Vuonna 2025 valmistuneessa Heilu Oy:n inventoinnissa ei löydetty havaintoja muinaisjäännöksistä tai arkeologisista kohteista. Myöskään valtakunnallisesti merkittäviä arkeologisia alueita (VARK) ei sijoitu hankealueelle.

4.7 Lähiseudun asutus ja herkät toiminnot

Herkillä toiminnoilla tarkoitetaan kohteita, joissa ihmisten turvallisuudelle ja terveydelle aiheutuvat riskit ovat korostuneita, kuten asuinalueet, koulut, päiväkodit ja muut kokoontumistilat. Näiden kohteiden sijainti suhteessa tuotantolaitokseen on keskeinen tekijä riskien arvioinnissa, sillä ne määrittävät mahdollisten onnettomuusvaikutusten ulottuvuuden ja turvallisuusetäisyyksien riittävyyden.

Suunniteltu akkumateriaalien kierrätyslaitos sijoittuisi yhdyskuntarakenteellisesti taajama-alueen ulkopuolelle. Harjavallan keskusta alkaa hankealueen kaakkoispuolelta noin kahden kilometrin etäisyydeltä. Lähimmät asuinalueet sijaitsevat Torttilassa, Kuparinkylässä ja Kalevassa Harjavallan puolella sekä Lammaisen kylässä Nakkilan puolella. Hankealueen luoteispuolella on myös muutamia yksittäisiä asuinrakennuksia.

Lähin asuinrakennus sijaitsee Nakkilan puolella noin 25 metrin etäisyydellä hankealueen rajasta, ja sen vieressä oleva lomarakennus noin 45 metrin päässä. Alustavan asemapiirroksen perusteella näiden rakennusten etäisyys suunnitelluista laitosrakennuksista olisi kuitenkin n. 190 metriä. Pääosa alueen asutuksesta sijoittuu yli 200 metrin etäisyydelle, metsäalueen suojavyöhykkeen taakse. (Taulukko 14)

Taulukko 14. Asuin- ja lomarakennusten määrä Harjavallan hankealueen läheisyydessä Maanmittauslaitoksen (2025) maastotietokannan mukaan.

Etäisyys hankealueesta (metriä)	Asuinrakennukset (lukumäärä)	Lomarakennukset (lukumäärä)
0–200	3	1
>200–500	32	0
>500–1 000	83	0

Lähimmät julkiset ja yhteisölliset toiminnot sijoittuvat myös turvallisen etäisyyden päähän hankealueesta. Pirkkalan koulu sijaitsee noin yhden kilometrin etäisyydellä ja

lähimmät päiväkodit noin kahden kilometrin etäisyydellä. Lisäksi noin 855 metrin etäisyydellä hankealueen itäpuolella sijaitsee leikkipuisto, joka voidaan luokitella herkäksi kohteeksi erityisesti lasten aikuisia suuremman altistumisherkkyyden vuoksi. Jyväskylän yliopiston (2025) Lipas-tietokannan mukaan alueen pohjoispuolelle lähimmillään noin 720 metrin etäisyydelle sijoittuu Jokireitin pyöräilyreitti. Muita virkistyskohteita ei sijoitu alle kilometrin etäisyydelle kaava-alueesta. (Kuva 10 ja Kuva 11)

Yhteenvetona voidaan todeta, että hankealueen läheisyydessä ei sijaitse merkittäviä väestökeskittymiä tai kriittisiä yhteiskunnallisia toimintoja, ja herkät kohteet sijoittuvat pääosin riittävän etäälle mahdollisten onnettomuuksien vaikutusalueen ulkopuolelle.

Kuva 10. Lähialueen herkät kohteet karttakuvassa (Maanmittauslaitos 2025b).

Kuva 11. Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne Harjavallan hankealueen ympäristössä (Maanmittauslaitos 2025a, Suomen ympäristökeskus 2025a, Satakuntaliitto 2019, Väylävirasto 2025a).

4.8 Viheralueet ja virkistyskäyttö

Hankealue ei muodosta merkittävää virkistyskäytön aluetta, eikä sen välittömässä läheisyydessä sijaitse virallisesti merkittyjä ulkoilu- tai retkeilyreittejä. Lähin tunnettu virkistysreitti on Jokireitin pyöräilyreitti, joka kulkee noin 720 metrin etäisyydellä hankealueen pohjoispuolella ja on merkitty Jyväskylän yliopiston (2025) Lipas-tietokantaan virkistysreitiksi.

Alueen metsäinen maasto on jokaisenoikeuden perusteella yleisesti käytettävissä esimerkiksi ulkoiluun ja luonnossa liikkumiseen, mutta asutuksen vähäisyys ja alueen teollinen luonne viittaavat siihen, että virkistyskäyttö on vähäistä. Todennäköisesti alueen

mahdollinen virkistysliikenne suuntautuu junaradan sijaan jokirannan suuntaan, jossa ulkoiluympäristö on vetovoimaisempi.

5 Riskit ja poikkeustilanteet

Riskienarvioinnissa on tarkasteltu alueen ja siihen liittyvien toimintojen riskejä Tukes:in ohjeistuksen mukaisesti. Riskienarviointi on esitetty liitteessä 1.

5.1 Riskienarviointi ja skenaarioiden valinta

Riskien arvioinnin tavoitteena on tunnistaa ja arvioida ne tapahtumat, jotka voivat aiheuttaa merkittäviä vaikutuksia laitoksen toiminnalle, henkilöturvallisuudelle, ympäristölle tai lähiympäristön väestölle. Arviointi perustuu tunnistettujen vaaratekijöiden systemaattiseen tarkasteluun, jossa huomioidaan laitoksen prosessit, käsiteltävät kemikaalit, varastointi, kuljetukset sekä ulkoiset riskilähteet, kuten liikenneonnettomuudet ja luonnonolosuhteet.

Tarkastelussa ei ole huomioitu epätodennäköisiä tai äärimmäisiä teknisiä onnettomuusskenaarioita. Tätä selvitystä varten tehtyjen mallinnuksien lähtökohtana on noudatettu Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) ohjeistuksia, joiden mukaisesti riskinarviointi kohdistetaan todennäköisiin ja teknisesti perusteltuihin tapahtumaketjuihin. Vuotokokojen valinta perustuu asiantuntija-arvioon, joka heijastaa tyypillisiä laitteiden vikaantumistilanteita. Näin arviointi ja mallinnus keskittyy tapauksiin, joilla on realistinen ja teknisesti todennettavissa oleva merkitys.

Skenaarioiden valinta perustuu riskien todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden yhdistelmään. Tarkasteluun on valittu edustavat ja realistiset onnettomuusskenaariot, jotka kuvaavat laitoksen toimintaan liittyviä keskeisiä riskejä, kuten kemikaalivuotoja, tulipaloja, räjähdyksiä ja kuljetusonnettomuuksia. Näiden skenaarioiden mallinnuksen avulla voidaan arvioida mahdollisia vaikutusalueita sekä määrittää tarvittavat torjunta- ja varautumistoimenpiteet.

Tunnistettuja riskejä:

- Litiumioniakkujen lämpökarkaaminen ja tulipalo varastossa
- Ketjureaktio / dominoefekti (palo leviäminen viereisiin varastoihin tai prosesseihin)
- Räjähdys pöly- tai kaasukertyminen murskaus-/kuivausvaiheessa
- Sähköinen oikosulku tai valokaaritapahtuma suurissa akkupaketeissa
- Kemikaalivuoto prosessissa (happo, liuotin, elektrolyytti)
- Sammutusvesien hallitsematon päästö viemäriin tai vesistöön
- Kuljetusonnettomuus laitoksen piha-alueella (trukki, rekka)
- Akkujen väärinlajittelu tai tunnistamattomien vaarallisten erien pääsy prosessiin
- Vaarallisten metallien (koboltti, nikkeli, mangaani) ilmapäästö tai pölyvuoto
- Korroosio tai kemiallinen reaktio johtaa säiliön murtumiseen
- Sabotaasi tai ilkivalta (tahallinen vahingoittaminen)

- Häiriö prosessin automaatiossa tai valvontajärjestelmässä
- Pölynerotin hajoaa ja syntyy pölypäästö

Mallinnettaviksi valitut skenaariot

Riskienarvioinnin pohjalta mallinnukseen valittiin seuraava skenaario:

- Vetyperoksidisäiliön vuoto. Leviäminen ympäristöön (ERPG- ja PAC-luokitus)

5.2 Onnettomuusmallinnus

Valitut mallinnukset on toteutettu ALOHA-ohjelmistolla, jota käytetään kemiallisten onnettomuuksien vaikutusten arviointiin. Ohjelma mahdollistaa tarkkojen simulaatioiden avulla potentiaalisten onnettomuuksien leviämisen ja vaikutusten havainnollistamisen.

Mallinnusohjelma ei huomioi tuotantolaitoksen alueella olevia rakennuksia tai maastonmuotoja.

Alueen ilmasto-olosuhteet

Lämpötilaksi mallinnuksissa valittiin alueen keskilämpötila 6 °C. Tuulennopeudeksi valittiin Porin kaupungin tilastollisen vuosikirjan 1987–2015 tietojen perusteella 7 m/s, mikä vastaa alueen keskimääräistä tuulisuutta (keskituulennopeus).

Ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia kuten äärimmäisten sääilmiöiden lisääntymistä tai pitkän aikavälin sääolosuhteiden muutoksia ei huomioitu mallinnuksessa, koska tarkastelu perustuu nykyisiin, alueellisesti todennettuihin ilmasto-olosuhteisiin. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat luonteeltaan pitkän aikavälin ilmiöitä, eikä niillä ole arvioitu olevan olennaista vaikutusta yksittäisten onnettomuusskenaarioiden leviävyysmalleihin.

Tuulensuunnalla on kuitenkin jonkin verran merkitystä erityisesti tilanteessa, jossa alueelta leviää tulipalon seurauksena palokaasuja, jotka leviävät lähiympäristöön.

5.3 Kemikaalien aiheuttamat riskit

Laitoksen toiminnassa käytetään ja syntyy useita kemiallisia aineita, joiden käsittelyyn liittyy tavanomaisia teollisuusprosesseille ominaisia riskejä. Nämä riskit liittyvät pääasiassa prosessiturvallisuuteen, eivätkä aiheuta merkittävää suuronnettomuusvaaraa laitoksen ulkopuolelle. Laitoksen kemikaalivalikoima painottuu metallien talteenoton ja hydrometallurgisten prosessien kannalta tarpeellisiin kemikaaleihin sekä prosessin tukiaineisiin, kuten liuottimiin ja kaasuihin.

Prosessiturvallisuuden yleispiirteet

Laitoksella ei varastoida palavia kaasuja, ja kaasujen osalta käytössä on ainoastaan typpikaasusäiliö, joka ei muodosta merkittävää onnettomuuspotentiaalia.

Elektrolyysiprosessin yhteydessä syntyvä vety on suunniteltu hallittavaksi jatkuvatoimisella tuuletuksella ja rakenteellisilla ratkaisuilla, jotka estävät kaasun kertymisen tiloihin. Näin ollen ulkoisia vaaratekijöitä vedyn osalta ei arvioida olevan.

Laitoksella on neljä ATEX-luokiteltua aluetta, jotka liittyvät mustan massan kuivauksessa syntyvään orgaaniseen liuottimeen (pääosin vettä). Lisäksi myös elektrolyysialueet ovat ATEX-alueita. Näiden alueiden osalta riskit liittyvät ensisijaisesti sisäiseen prosessiturvallisuuteen ja mahdollisiin tulipalon syttymislähteisiin. Pölyn kannalta ei ole tunnistettu tarvetta ATEX-alueelle. ATEX-alueet voivat olla tulipalon alkulähde, mutta ne ovat kuitenkin enemmän laitoksen sisäinen prosessiturvallisuusasia.

Lisäksi laitoksella käytetään pieniä määriä ammoniakkivesiliuosta ioninvaihtohartsien huoltoon ja pesuun. Liuos laimennetaan ennen käyttöä, ja sen määrä sekä pitoisuus ovat sellaisia, ettei siitä arvioida aiheutuvan suuronnettomuusriskiä. Käyttömäärät ovat vuositasolla vähäisiä ja liuoksen pitoisuus on n. 45 % ennen laimennusta. Ammoniakkivesiliuosta säilytetään kontissa.

Terveys- ja ympäristöriskejä aiheuttavat kemikaalit

Laitoksella käytettävien kemikaalien joukossa on myös useita aineita, jotka voivat aiheuttaa terveys- ja ympäristöriskejä, ja joiden käsittely vaatii asianmukaisen varastoinnin, prosessivalvonnan ja henkilösuojaimia. Näitä kemikaaleja ovat ammoniumpersulfaatti, rikkihappo, nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuos sekä vetyperoksidi.

5.4 Kemikaalivuodot

Kemikaalivuodot voivat johtua esimerkiksi säiliöiden ylitäytöstä tai putkistojen rikkoutumisesta. Todennäköisimmät vuodot liittyvät liitäntäkohtien mekaanisiin vaurioihin. Kemikaalien purku- ja lastaustoiminnot tehdään aina suojakaukalon tai allastetun alueen päällä, jolloin mahdollinen vuoto rajautuu rakenteellisesti. Suoja-altaat mitoitetaan riittävän suuriksi kemikaalimäärien mukaan, ja säiliöt varustetaan automaattisilla ylitäytönestimillä.

Kemikaalien käsittely, siirto ja varastointi toteutetaan laitokselle haettavien lupien ja Tukesin ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Näiden toimenpiteiden ansiosta kemikaalien kulkeutuminen ympäristöön poikkeustilanteissa on epätodennäköistä, ja mahdolliset vuodot voidaan kerätä ja käsitellä hallitusti.

Terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien leviäminen

Tukes-oppaan (taulukko 16) mukaan terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien (alle 200 m^3) vuoto aiheuttaa 10 m suojaetäisyyden tuotantolaitoksen ulkopuolisiin rakennuksiin ja 20 m suojaetäisyyden herkkiin kohteisiin. Vetyperoksidin voidaan katsoa kuuluvan näihin kemikaaleihin.

Taulukko 15. Muiden terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien suojaetäisyydet (Tukes 2025a).

Varastointimäärä tai säiliön koko (m^3)	Etäisyys 1: Etäisyys tuotantolaitoksen ulkopuolisiin rakennuksiin (m)	Etäisyys 2: Etäisyys herkkiin kohteisiin (m)
1 ≤ V < 10	5	10
10 ≤ V < 200	10	20
200 ≤ V < 1000	15	30
1000 ≤ V < 6000	20	40

5.4.1 Rikkihapon (93–95 %) vuoto

Rikkihappo on erittäin syövyttävä kemikaali, joka aiheuttaa vakavia vammoja iholle ja silmiin. Se reagoi voimakkaasti metallien kanssa vapauttaen vetykaasua ja kuumentuessaan hajoaa tuottaen rikkidioksidia ja rikkihappohöyryjä. Rikkihappo on yhteensopimaton vetyperoksidin kanssa, sillä niiden sekoittuminen aiheuttaa voimakkaasti lämpöä vapauttavan reaktion, joka voi johtaa kiehumiseen, höyryjen muodostumiseen ja äärimmäisessä tapauksessa räjähdykseen. Laitosrakennuksen ulkopuolella sijaitsee kaksi 100 m³ rikkihapposäiliötä.

Rikkihappo voi vuototilanteessa aiheuttaa vakavia palovammoja ja hengityselinvammoja sekä merkittäviä ympäristövaikutuksia, kuten happamoitumista ja vesistövaurioita. Lisäksi rikkihappo voi reagoida voimakkaasti muiden kemikaalien, metallien tai veden kanssa, mikä voi johtaa lämmön ja kaasujen vapautumiseen. Rikkihapon vuodosta voi aiheutua oikein tuulisella säällä vetyperoksidin vuotoa laajempi vaikutusalue. Vaara syntyy vain, jos neste leviää maahan ja muodostaa aerosolisumua (roiskeita, paine, lämpö, mekaaninen energia).

Maaperään päästessään rikkihappo voi vahingoittaa kasveja, eläimistöä ja vesistöjä aiheuttaen laaja-alaisia happovaikutuksia. Ihmisiin kohdistuvat riskit liittyvät kemiallisiin palovammoihin, hengityselinvammoihin ja kudosvaurioita aiheuttavaan korroosioon. Lisäksi rikkihappo voi reagoida voimakkaasti muiden kemikaalien, metallien tai veden kanssa, mikä voi johtaa lämmön vapautumiseen ja syttyvien kaasujen muodostumiseen.

Mikäli aerosolisaatiota ei tapahdu, rikkihappovuodon vaikutukset jäävät paikallisiksi kosketus- ja roiskevaurioiksi sekä rajaantuvat maaperän saastumiseen. Riski aerolisaatioon on pieni, jos rikkihappo säilytetään erillään ja noudatetaan käsittelyn turvamääräyksiä ja -ohjeita.

5.4.2 Nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuoksen vuoto

Laitoksella käsiteltävä nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuos on noin 15-prosenttinen vesiliuos, joka on voimakkaasti ihoa ja silmiä syövyttävä. Aineen joutuminen iholle voi aiheuttaa vakavia palovammoja ja silmävaurioita. Lisäksi liuos on erittäin myrkyllistä vesieliöille ja voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittoja vesiekosysteemeissä. Palotilanteessa aineesta saattaa

vapautua myrkyllisiä kaasuja. Laitosalueella liuosta varastoidaan kuudessa säiliössä: kahdessa 100 m³, kahdessa 120 m³ ja kahdessa 250 m³ säiliössä.

Nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuoksen mahdollinen vuoto voi aiheuttaa haittaa alueen kasveille, eläimistölle ja vesistöille. Liuoksen sisältämät metallit voivat kulkeutua maaperän ja veden välityksellä ympäristöön, missä ne voivat aiheuttaa pitkäaikaisia ekologisia vaikutuksia. Ympäristöön leviämisen riski on pieni, koska purku- ja lastaustoiminnot (joista muodostuu suurin riski säiliöiden vuotamiselle) tehdään aina suojakaukalon tai allastetun alueen päällä. Purku- ja lastausalueet ovat katettuja.

Vuotojenhallinta on toteutettu Fortumin nykyisellä laitoksella siten, ettei keskenään reagoivia kemikaaleja, kuten esimerkiksi rikkihappo ja natriumhydroksidi, kerätä samaan vuotojen keräilyjärjestelmään ja laitoksella käytettävät hapot ja emäkset otetaan talteen erillisiin suoja-altaisiin (Ramboll Finland Oy 2023). Samaa periaatetta tullaan noudattamaan myös suunnitellulla uudella laitoksella.

5.4.3 Ammoniumpersulfaatin vuoto

Ammoniumpersulfaatti on hapettava aine, joka voi edistää palamista ja lisätä tulipalon riskiä. Se on haitallista nieltynä, aiheuttaa ihoärsytystä ja voi aiheuttaa vakavia silmävaurioita. Aine on säilytettävä erillään palavista materiaaleista ja sen käsittelyssä on varmistettava riittävä ilmanvaihto pöly- ja höyryaltistumisen estämiseksi. Laitosrakennuksen sisätiloissa varastoidaan kaksi 45 m³ ammoniumpersulfaattisäiliötä. Riski merkittävästä onnettomuudesta arvioidaan pieneksi, koska ammoniumpersulfaatti ei ole itsestään syttyvää eikä räjähtävää, ja sen varastointiolosuhteet on suunniteltu estämään kontaktit yhteensopimattomien aineiden kanssa.

5.4.4 Vetyperoksidisäiliön (50 %) vuoto

Vetyperoksidi on voimakkaasti hapettava kemikaali, joka on haitallista nieltynä tai hengitettynä ja aiheuttaa vakavia silmävaurioita. Se voi ärsyttää ihoa ja hengityselimiä. Palotilanteessa vetyperoksidi hajoaa vapauttaen happea, mikä lisää palon voimakkuutta. Säiliön kuumentuessa paine voi kasvaa ja johtaa repeämiseen tai hallitsemattomaan vuotoon. Laitosrakennuksen ulkopuolella sijaitsee kaksi 100 m³ vetyperoksidisäiliötä.

Mallinnus tehtiin vetyperoksidin vuototilanteelle, koska vetyperoksidi voi reagoida voimakkaasti palaviin materiaaleihin ja katalyyttisesti hajotessaan vapauttaa happea (lisää palovaarallisuutta ja räjähdysriskiä suljetuissa tiloissa). Vetyperoksidi hajoaa palotilanteessa vapauttaen happea, mikä lisää palon voimakkuutta. Säiliön kuumentuessa paine voi kasvaa ja johtaa repeämiseen tai hallitsemattomaan vuotoon. Lisäksi vuodon seurauksena hapon hajoaminen voi aiheuttaa paine-/lämpöpulssin tietyissä olosuhteissa. Vetyperoksidi höyrystyy myös helpommin kuin rikkihappo.

Vetyperoksidisäiliön mahdollinen vuototilanne mallinnettiin Aloha-ohjelmistolla. Mallinnuksessa mallinnettiin sylinterinmuotoinen säiliö, tilavuudeltaan 100 m³. Vuotoaukon halkaisijaksi määritettiin 10 cm. Tarkemmin mallinnusten lähtöarvot on esitetty liitteissä 2 ja 3.

Mallinnuksessa sovellettiin ERPG-arvoja (Emergency Response Planning Guidelines) ja PAC-arvoja (Protective Action Criteria), joiden avulla voidaan arvioida eri pitoisuustasoihin liittyviä terveysvaikutuksia ja altistumisriskejä vuotoalueella. Näiden ohjearvojen perusteella voidaan määrittää alueet, joilla altistuminen voi aiheuttaa lieviä, vakavia tai hengenvaarallisia vaikutuksia ihmisille sekä arvioida tarvittavia suoja- ja torjuntatoimenpiteitä.

Mallinnusten perusteella voidaan todeta, että vetyperoksidin vuodon vaikutukset ovat hyvin paikallisia, ja merkittävät terveysvaikutukset rajoittuvat enintään muutamien kymmenien metrien etäisyydelle vuotokohdasta. Vakavien terveysvaikutusten riski ei siis ulotu laitosalueen ulkopuolelle, kun turvallisuusjärjestelyt ja varautumistoimenpiteet toteutetaan suunnitellusti. Mallinnuksen perusteella vetyperoksidisäiliön vuoto voi aiheuttaa välittömiä merkittäviä terveysriskejä tuotantolaitoksen alueella säiliön välittömässä läheisyydessä. Vetyperoksidi laimenee kuitenkin nopeasti ilmaan.

5.4.5 Vetyperoksidin vaikutusalue ERPG

Mallinnuksen perusteella vetyperoksidivuodon vaikutusalue on enintään noin 74 metrin säteellä päästölähteestä, mutta todellista leviämisaluetta ei mallinnettu tarkasti, koska lyhyiden etäisyyksien kaasupitoisuuksien vaihtelu tekee tuloksista epävarmoja. Tämä tarkoittaa, että altistumisriski jää hyvin paikalliseksi eikä ulotu laitosalueen ulkopuolelle (Taulukko 16, Kuva 12, Kuva 13).

ERPG-arvot (Emergency Response Planning Guidelines) kuvaavat lyhytaikaisia altistustasoja, joiden perusteella arvioidaan terveysvaikutuksia väestölle hätätilanteessa. ERPG-2 määrittää pitoisuuden, jonka yli altistuminen voi aiheuttaa merkittäviä mutta ei henkeä uhkaavia terveysvaikutuksia. ERPG-3 puolestaan kuvaa pitoisuutta, jonka ylittävä altistuminen voi aiheuttaa henkeä uhkaavia terveyshaittoja tai vakavia pitkäaikaisia vaurioita. ERPG-pohjainen vaikutusalue kuvaa ennen kaikkea väestötason altistumista ja terveysriskejä.

Taulukko 16. Vaikutusalueet vetyperoksidisäiliön vuodon mallinnuksessa, ERPG

Vyöhykkeen väri	Etäisyys päästölähteestä (m)	Pitoisuustaso (ppm)	ERPG-taso	Vaaran kuvaus
Punainen vyöhyke	35 m	100 ppm	ERPG-3	Vakavan terveysvaikutuksen tai hengenvaaraan johtavan pitoisuuden alue.
Oranssi vyöhyke	35 m	50 ppm	ERPG-2	Pitoisuus, jossa lyhytaikainen altistuminen voi aiheuttaa merkittäviä mutta palautuvia terveysvaikutuksia.
Keltainen vyöhyke	74 m	10 ppm	ERPG-1	Pitoisuus, jossa voi esiintyä lieviä ärsytys- tai hajuhaittoja. Vaikutusalue jää hyvin paikalliseksi, eikä mallinnettu vyöhyke ulotu laitosalueen ulkopuolelle.

Kuva 12. Vetyperoksidisäiliön vuoto. ERPG-arvojen kuvaaja. ERPG-arvot. Keltaisella ERPG-1 eli pitoisuus, jossa voi esiintyä lieviä ärsytys- tai hajuhaittoja.

Kuva 13. Vetyperoksidisäiliön vuoto. ERPG-arvojen kuvaaja. ERPG-arvot.

.

5.4.6 Vetyperoksidin vaikutusalue PAC

Mallinnuksen perusteella vetyperoksidivuodon vaikutusalue on enintään noin 85 metrin säteellä päästölähteestä. Altistumisriski jää siten hyvin paikalliseksi, eikä ulotu laitosalueen ulkopuolella. Tarkat mallinnustulokset vyöhykkeittäin on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 17) ja mallinnus seuraavissa kuvissa (Kuva 13, Kuva 14, Kuva 15).

PAC-arvot (Protective Action Criteria) ovat ERPG-arvoja vastaavalla periaatteella laadittuja, mutta ne yhdistävät eri altistusohjearvoja (kuten AEGL, ERPG ja TEEL), ja siksi niihin sisältyy laajempia turvamarginaaleja. PAC-pohjainen vaikutusalue on tyypillisesti hieman laajempi, koska ne sisältävät konservatiivisemman varautumisen. Molemmat kuitenkin osoittavat, että vetyperoksidin merkittävät terveysvaikutukset rajoittuvat vain lähivyöhykkeelle eivätkä ulotu laitosalueen ulkopuolelle

Taulukko 17. *Vaikutusalueet vetyperoksidisäiliön vuodon mallinnuksessa, PAC.*

Vyöhykkeen väri	Etäisyys päästölähteestä (m)	Pitoisuustaso (ppm)	PAC-taso	Vaaran kuvaus
Punainen vyöhyke	36 m	100 ppm	PAC-3	Hengenvaarallinen altistus. Voi aiheuttaa kuoleman tai vakavan vamman lyhyessä ajassa.
Oranssi vyöhyke	36 m	50 ppm	PAC-2	Vakava altistus. Voi aiheuttaa vakavia tai palautumattomia vaikutuksia, jos altistuminen jatkuu.
Keltainen vyöhyke	85 m	10 ppm	PAC-1	Lievä altistus. Voi aiheuttaa ohimenevää ärsytystä tai lievää epämukavuutta. Ei pysyviä vaikutuksia.

Kuva 13. Vetyperoksidisäiliön vuoto. PAC-arvot.

Kuva 14. Vetyperoksidisäiliön vuoto. PAC-arvot. Keltaisella kuvattu PAC-1 leviäminen, eli lievä altistus, joka voi aiheuttaa ohimenevää ärsytystä tai lievää epämukavuutta.

Kuva 15. Vetyperoksidisäiliön vuoto. Keltaisella kuvattu PAC-1 leviäminen länsituulella. Alueen vallitsevat tuulensuunnat ovat lännestä ja lounaasta (85 m).

5.5 Akkumateriaalivaraston palo

Akkumateriaalivaraston palo on riskienarvioinnissa tunnistettu keskeiseksi vaaratekijäksi, sillä akkumateriaalien palotilanteissa voi vapautua suuria määriä lämpöä sekä terveydelle haitallisia kaasuja. Paloriskin ja sen vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty kansainvälisesti vertailukelpoista mallinnusta ja turvallisuusarviota. Paloriskin ja sen vaikutusten arvioinnissa on tässä selvityksessä hyödynnetty Müller-BBM Industry Solutions GmbH:n (2025) laatimaa yksityiskohtaista mallinnusta, joka koskee Fortum Battery Recycling GmbH:n suunnittelemaa litiumioniakkujen kierrätyslaitosta Arternin alueella Thüringenissä, Saksassa.

Selvityksen tavoitteena oli määrittää turvalliset suojaetäisyydet laitoksen toimintaan liittyvien vaarallisten aineiden käsittelyn ja mahdollisten onnettomuusskenaarioiden perusteella. Mallinnuksessa tarkasteltiin useita mahdollisia onnettomuustilanteita, kuten palavien nesteiden ja kaasujen vuotoja, litiumioniakkujen lämpökarkaamista sekä palokaasujen leviämistä ympäristöön.

5.5.1 Akkuvarastopalon mallinnusten lähtöoletukset ja mallinnetut skenaariot

KAS-18-ohje on Saksan Kommission für Anlagensicherheit (KAS) -komission julkaisema suositus, jonka tarkoituksena on määrittää turvalliset etäisyydet teollisuuslaitosten ja suojeltavien kohteiden, kuten asuinalueiden, koulujen ja hoitolaitosten, välillä. Ohje perustuu Störfall-Verordnung-asetukseen, joka on Saksan vaarallisia kemikaaleja koskeva suuronnettomuusasetus.

KAS-18-ohjetta sovelletaan erityisesti rakennuskaavoituksessa ja ympäristölupamenettelyissä, kun arvioidaan suuronnettomuusriskejä ja niiden mahdollisia vaikutuksia ympäristöön ja ihmisten turvallisuuteen.

Ohjeessa esitetään laskennallisia raja-arvoja ja arviointikriteerejä, joita käytetään mallinnuksissa lämpösäteilyn, räjähdyspaineen ja myrkyllisten kaasujen leviämisen arviointiin. Näiden avulla voidaan määrittää vaikutusetäisyydet eri skenaarioissa. Esimerkiksi lämpösäteilyn ohjearvona käytetään 1,6 kW/m² ja vetyfluoridin (HF) pitoisuusrajana 20 ppm. Laajemmat kuvaukset lähtöoletuksista löytyvät liitteestä 4.

Raportissa mallinnetut skenaariot:

- Elektrolyytin vuoto ja palo (höyrymäinen ja nestemäinen, sisä- ja ulkotiloissa)
- Palavan kaasun vuoto ja palo (R454B-refrigerantti)
- Palavan kaasun vuoto ja räjähdys
- Akuutisti myrkyllisten aineiden vapautuminen ja leviäminen ilmaan (HF erityisesti)
- Varastopalo, jossa syntyy myrkyllisiä palokaasuja (HF ja CO mustasta massasta)
- Jätealtaan vuoto ja vetyfluoridin haihtuminen
- Fluoripitoisten kaasujen palaminen ja vetyfluoridin muodostuminen

Mallinnuksessa käytetyt aineet ja ominaisuudet:

- Elektrolyytin malliaine: etikkahapon etyyliesteri
- Myrkyllinen kaasu: vetyfluoridi (HF), ERPG-2-arvo: 20 ppm
- Palokaasu: hiilimonoksidi (CO), ERPG-2-arvo: 350 ppm

5.5.2 Mallinnustulosten soveltaminen Harjavallan kohteeseen

Müller-BBM Industry Solutions GmbH on tehnyt 25.4.2025 mallinnuksen akkuvaraston palotilanteen vaikutuksista. Tässä selvityksessä on hyödynnetty kyseisen mallinnuksen tuloksia riskien ja suojaetäisyyksien arvioinnissa. Mallinnus soveltuu hyvin käytettäväksi Harjavallan hankealueen tarkasteluun, sillä se on laadittu yksityiskohtaisesti ja perustuu konservatiivisiin oletuksiin. Saksassa toteutettu alkuperäinen selvitys on tehty alueella, jonka läheisyydessä sijaitsee useita herkkiä kohteita, joten sen tulokset tarjoavat riittävän luotettavan perustan arvioitaessa palotilanteiden mahdollisia vaikutuksia myös Harjavallan olosuhteissa.

5.5.3 Akkuvaraston palon mallinnus ja määritellyt suojaetäisyydet

Mallinnuksessa tarkasteltiin useita tulipaloihin ja niiden seurauksiin liittyviä skenaarioita, jotka ovat tyypillisiä litiumioniakkujen kierrätyslaitoksen toiminnassa. Näihin kuuluivat palavien nesteiden ja kaasujen vuoto ja syttyminen, elektrolyytin vapautuminen ja palaminen, litiumioniakkujen lämpökarkaaminen sekä näissä tilanteissa muodostuvien myrkyllisten palokaasujen leviäminen ilmaan. Erityisesti akkujen sisältämä elektrolyytti tunnistettiin merkittäväksi palavan nesteen lähteeksi, sillä sitä käsitellään ja varastoidaan useissa prosessivaiheissa, esimerkiksi akkujen murskauksessa, kuivauksessa ja varastosäiliöissä.

Raportissa mainitaan että, vetyfluoridia muodostuu erityisesti litiumioniakkujen palossa, kun elektrolyytin ja muovikomponenttien sisältämät fluoriyhdisteet hajoavat. Vetyfluoridin leviämistä mallinnetaan, koska se on merkittävä skenaario vaikutusetäisyyden kannalta. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 18) on ilmoitettu eri paloskenaarioiden perusteella määritetyt suojaetäisyydet.

Mallinnuksessa arvioitiin myös mahdollisia palo- ja räjähdysvaikutuksia elektrolyytin varastosäiliöiden vuodoista, höyrystinkolonnien häiriöistä sekä varastoitujen akkujen hallitsemattomista lämpöreaktioista.

Taulukko 18. Suojaetäisyydet eri paloskenaarioissa.

Skenaario	Kuvaus	Suojaetäisyys (m)
Syttyvien kaasujen vapautuminen ja palo	Pieni kaasuvuoto, jota seuraa palaminen	15
Nestemäisen elektrolyytin vuoto ja räjähdys	Vuoto varastosäiliöstä, jota seuraa syttyminen tai paineen kasvu	25
Syttyvien kaasujen vapautuminen ja räjähdys	Kaasumaisen seoksen syttyminen ja paineaalto	5
Myrkyllisten aineiden vapautuminen (akun lämpötilamuutos eristysastiassa)	Litiumioniakun lämpötilan nousu	150
Myrkyllisten aineiden vapautuminen (akun hallitsematon lämpöreaktio)	Thermal runaway -tilanne varastointikontissa	180
Tulipalo, jossa muodostuu myrkyllisiä palokaasuja	Palamistuotteet sisältävät akuutisti myrkyllisiä komponentteja	60

Mallinnuksessa käytettiin ohjelmaa ProNuSs 9 (versio 9.44.6), jossa lämpösäteilyn ja epäpuhtauksien leviämisen laskennat perustuivat VDI 3783 -ohjeeseen sekä KAS-18 ja KAS-32-työohjeisiin. Laskennassa oletettiin tavanomaiset sääolosuhteet, maltillinen tuulennopeus (2,4 m/s) sekä keskisuuri rakennusten korkeus (10 m), mikä vastaa jokseenkin Harjavallan teollisuusalueen olosuhteita.

Tulokset osoittivat, että pahimmassa tarkastellussa tapauksessa eli litiumioniakkujen lämpökarkaamisessa, jossa vapautuu akuutisti myrkyllisiä kaasuja, vaikutusalueen laajuus oli noin 180 metrin säteellä. Tämä etäisyys edustaa laajinta vaikutusetäisyyttä mallinnetuista tulipaloskenaarioista ja vastaa tilannetta, jossa palokaasujen leviämisestä voi aiheutua merkittävää vaaraa ihmisille ja ympäristölle. Seuraavassa kuvassa (Kuva 16) on esitetty vaikutusetäisyys (ERPG-2, 20 ppm) Harjavallan tehtaan layot-kuvassa. Ympyrän keskipisteenä on suunnitellun akkuvaraston reuna-alue.

Kuva 16. Akkuvarastopalon vaikutusetäisyys.

5.6 Tavanomainen teollisuustulipalo

Tulipalot voivat saada alkunsa esimerkiksi laitteiden vioista, oikosuluista tai kipinöistä. Riskien hallinnassa keskeistä on rakenteellinen paloturvallisuus, palokuorman minimointi ja palontorjuntatekniikoiden mitoitus siten, ettei palo pääse leviämään hallitsemattomasti. Laitteet huolletaan säännöllisesti, ja mahdolliset viat pyritään havaitsemaan ennalta. Tulipalon havaitsemiseksi käytetään paloilmaisujärjestelmää, ja laitoksella on kattava alkusammutuskalusto. Henkilöstö koulutetaan toimimaan tehokkaasti hätätilanteissa.

Paloturvallisuuden kannalta merkittävimpiä kohteita ovat akkujen varastointi, mustan massan esikuivauksessa erotettava liuotin sekä elektrolyysissä muodostuva vety. Nämä voivat muodostaa syttyvän ilmaseoksen, jos happipitoisuus kasvaa tai typetys epäonnistuu. Tulipaloriski hallitaan palo-osastoinnilla, typetetyillä prosessitiloilla sekä automaattisilla sammutusjärjestelmillä. Kaasut kerätään ja puhdistetaan ilmanvaihtolaitteistojärjestelmällä.

Kuivaus- ja murskausprosesseissa voi esiintyä paloriskiä, jos elektrolyytti ei poistu täydellisesti mustasta massasta tai jos VOC-kaasujen käsittelyssä tapahtuu laitehäiriö. Aktiivihiilisuodattimien ylikuumenemista ehkäistään lämpötilan ja häkäpitoisuuden valvonnalla sekä automaattisella sammutusjärjestelmällä.

Säiliöiden, letkujen tai pumppujen vuodoissa vapautunut elektrolyytti voi haihtua muodostaen syttyvän ilmaseoksen. Tämän vuoksi varastosäiliöt ja tyhjennyspaikat sijoitetaan ulos allastetuille alueille. Tulipalossa syntyvät sammutusjätevedet kerätään sisätilojen vuotoaltaisiin tai ulkoalueiden hulevesialtaaseen, josta ne voidaan pumpata käsiteltäviksi. Näin estetään haitta-ainepitoisten sammutusvesien pääsy hulevesiverkostoon.

5.7 Vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvät riskit

Koska hankealueen lähettyvillä ei sijaitse VAK-ratapihoja, ovat VAK-liikenteeseen liittyvät riskit pääosin seurausta kuljetusvälineiden törmäyksistä tai suistumisista liikenneväyliltä. Tällaisissa tilanteissa vaaralliset kemikaalit voivat vuotaa ympäristöön, ja esimerkiksi kaasujen kohdalla on olemassa räjähdysriski. Kuljetusten aiheuttamien seurausten laajuus riippuu muun muassa kuljetettavan aineen ominaisuuksista ja kuljetusmuodosta: esimerkiksi rautatiekuljetuksissa siirrettävät määrät voivat olla huomattavasti suurempia kuin maantiekuljetuksissa. Riskivyöhykkeet muodostuvat erityisesti rikkihapon ja vetyperoksidin kaltaisten aineiden vuodoista ja niiden sekoittumisesta ilmaan.

Riskienarvioinnin näkökulmasta on epätodennäköistä, että vaarallisten aineiden kuljetukseen liittyvä onnettomuus, kuten rautatie- tai maantieliikenteessä tapahtuva vuoto, törmäys tai suistuminen, sattuisi juuri hankealueen kohdalla siten, että sillä olisi välitön vaikutus suunniteltuun kierrätyslaitokseen. Todennäköisyys on pieni myös tilanteessa, jossa laitoksella sattuisi samanaikaisesti räjähdys tai tulipalo ja alueella kulkisi samaan aikaan VAK-juna tai säiliöauto, mikä voisi johtaa niin sanottuun dominovaikutukseen.

Maantieliikenteessä vaarallisten aineiden onnettomuuksia tapahtuu valtakunnallisesti vain muutamia vuosittain suhteessa ajosuoritteisiin. Vaikka valtatie 2 Harjavallan läheisyydessä on merkittävä raskaan liikenteen väylä, yksittäisen kemikaalionnettomuuden todennäköisyys kyseisellä tieosuudella on hyvin vähäinen. Samoin rautatiekuljetusten osalta onnettomuudet ovat harvinaisia, ja suuronnettomuustilanteet, joissa vaikutukset ulottuisivat hankealueelle saakka, ovat erittäin epätodennäköisiä.

Vuonna 2023 Suomen rautateillä kuljetettiin 1,75 miljoonaa tonnia vaarallisia aineita, mutta yhtään vakavaa vaarallisten aineiden onnettomuutta ei sattunut. Suurin osa kuljetetuista vaarallisista aineista oli syövyttäviä aineita, sekä palavia nesteitä ja kaasuja. (Traficom 2025.) Tilastojen mukaan vuosina 2015–2019 rautatietoiminnan VAK-onnettomuuksia oli yhteensä 108 tapausta, joista vaaratilanteita tai vaarallisten aineiden vuotoja oli 83. Näistä huomattava osa on tapahtunut vaihtotöiden yhteydessä ja esimerkiksi vuodot havaittiin suurimmaksi osaksi ratapihoilla. (Väylävirasto 2020). VAK-onnettomuudet rautateillä ovat siis varsin harvinaisia kuljetettuihin kemikaalimääriin nähden.

Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO-tietokannan mukaan vuosina 2019–2023 kemikaalionnettomuuksia Suomessa oli yhteensä 2 733 tapausta (noin 546 tapausta keskimäärin vuodessa) (TOKEVA 2024). Vuosina 2013–2018 Satakunnan alueella tapahtui Traficomin tilaston (2019) mukaan 15 tiekuljetusten vaarallisten aineiden onnettomuutta (Traficom 2019).

Vuosina 2013–2018 sattuneista vaarallisten aineiden tiekuljetusonnettomuuksista valtaosa, yhteensä 96 tapausta eli noin 63 prosenttia, liittyi tilanteisiin, joissa vaarallista ainetta kuljettanut ajoneuvo ajautui tieltä tai kaatui ilman muiden ajoneuvojen osallisuutta. Näistä tapauksista noin 40 prosentissa olosuhteisiin vaikutti liukas keli tai voimassa ollut ajokelivaroitus. Toiseksi yleisimpiä kuljetuksen aikana sattuneita onnettomuuksia olivat kohtaamisonnettomuudet (7 tapausta) sekä kaasupullojen vuodot, jotka johtuivat venttiilien aukeamisesta. Lastauksen ja purun yhteydessä yleisimmät onnettomuudet aiheutuivat tilanteista, joissa purettavaan konttiin tai säiliöön syntyi vaurio, tavallisimmin trukin piikin osumasta. (Traficom 2019.)

Kuten rautatiekuljetuksissakin, yleisimmin kuljetettu vaarallinen aine oli palavaa nestettä (64 % koko Suomen tapauksista) tai syövyttävää ainetta (22 %). Palavien nesteiden luokkaan kuuluvat erityisesti bensiini, diesel ja voiteluöljyt, joita kuljetettiin kotimaan maanteillä vuonna 2022 yli seitsemän miljoonaa tonnia. Toiseksi eniten tapauksia liittyy luokan 2 kaasuisiin aineisiin, joita voidaan jaotella palavien, palamattomien ja myrkyllisten kaasujen ryhmiin. Palavien kaasujen kohdalla nestekaasu on ollut yleisin onnettomuuksissa esiintynyt aine, kun taas palamattomien kaasujen osalta merkittävimmät tapaukset liittyvät happeen, typpeen ja hiilidioksidiin. Myrkyllisistä kaasuista ammoniakki nousee esiin useimmin. Syövyttävät aineet muodostavat kolmanneksi suurimman onnettomuusluokan. Näihin kuuluvat muun muassa rikkihappo, suolahappo, typpihappo, natriumhydroksidi ja ammoniakin vesiliuos. (TOKEVA 2024)

Satakunnan maakunnan osuus koko maan kemikaalionnettomuuksista on jossain määrin linjassa sen osuus väestöstä ja teollisuudesta, joten aluekohtainen riski ei tunnu poikkeavan merkittävästi. Kun otetaan huomioon, että hankealue ei ole suoraan rata- tai tieverkon kriittisillä solmukohdilla, voidaan pitää hyvin epätodennäköisenä, että säiliöautojen tai junien onnettomuus osuisi juuri laitoksen toiminta-alueelle ja aiheuttaisi vakavaa vaikutusta.

Mallinnustulosten perusteella vetyperoksidin mahdollisesta vuodosta muodostuva kaasupilvi voi ulottua rautatiealueelle. Vuototilanteessa voi syntyä hyvin lieviä vaikutuksia rautatieliikenteelle ja siihen liittyvälle infrastruktuurille (Kuva 17).

Kuva 17. Vetyperoksidin vuodon vaikutusalue karttakuvassa suhteessa rautatiehen ja tieverkkoon.

Riskinarvioinnissa on tarkasteltu mahdollisuutta, että hankealueen kohdalla tapahtuisi samanaikaisesti sekä vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvä onnettomuus että laitoksen oma häiriötilanne, kuten räjähdys tai tulipalo. Todennäköisyys sille, että VAK-juna tai säiliöauto joutuisi onnettomuuteen juuri hankealueen läheisyydessä samaan aikaan, kun laitoksella ilmenisi vakava häiriö, on erittäin pieni.

Akkumateriaalien kierrätyslaitoksen toiminnasta aiheutuvat omat kemikaalikuljetukset muodostavat erillisen riskikokonaisuuden, joka ulottuu koko kuljetusreitille eikä rajoitu pelkästään laitoksen välittömään lähiympäristöön. Kuljetusreiteillä mahdollinen onnettomuus voisi aiheuttaa paikallisia maaperä- ja vesistöriskejä sekä väliaikaisia terveysvaikutuksia, jos vuoto pääsisi leviämään hallitsemattomasti. Laajavaikutteiset seuraukset ovat kuitenkin epätodennäköisiä, koska kuljetuskalusto on vaatimusten mukaisesti varusteltua, kuljettajat koulutettuja, ja vuotomäärät verrattain pieniä yksittäisissä säiliöajoneuvoissa. Lisäksi kuljetukset tapahtuvat pääosin valtateillä ja teollisuusalueiden sisäisillä väylillä, joissa liikennejärjestelyt on suunniteltu raskaalle liikenteelle.

6 Johtopäätökset

Tässä luvussa esitetään riskinarvioinnin tulokset, joissa on analysoitu laitoksessa käsiteltävien vaarallisten aineiden vuotojen mahdollisia vaikutuksia sekä ympäristöön että ihmisten terveyteen. Tulosten avulla voidaan muodostaa kokonaiskuva siitä, millaisia vaaratilanteita eri aineet voivat aiheuttaa ja kuinka laajaksi niiden vaikutukset voivat muodostua.

Mallinnusten ja riskinarvioinnin perusteella suurimmat Harjavaltaan suunnitellun akkumateriaalien kierrätyslaitoksen toimintaan liittyvät vaaratekijät liittyvät akkumateriaalien tulipaloihin ja niistä syntyvien savukaasujen leviämiseen. Tulipalon merkittävimpien vaikutusten arvioidaan pääosin rajoittuvan laitosalueen sisäpuolelle, mutta laitosalueen ulkopuolelle voi levitä haitallisia palokaasuja kuten häkää ja metallioksideja. Tästä voi syntyä haitallisia vaikutuksia noin 200 m päässä sijaitsevalle BASF Battery Materials Finland Oy:n akkumateriaalitehtaan prosessin toiminnalle. Savukaasuista voi olla haittaa myös alueen viereiselle henkilö- ja tavarajunaliikenteelle sekä lieviä terveyshaittoja lähietäisyydelle.

Müller-BBM Industry Solutions GmbH:n tekemän mallinnuksen perusteella suurin tarvittava suojaetäisyys vastaavankokoisen akkuvaraston palotilanteessa on noin 180 metriä, ja mallinnuksen tuloksia voidaan soveltaa ohjeellisesti myös Harjavallan tuotantolaitoksessa. Lähin asutus sijaitsee noin 500 metrin etäisyydellä laitoksen akkuvarastointi- ja esikäsittelyalueesta, joten vaikutusten ei arvioida ulottuvan asuinalueille.

Laitoksella käsitellyistä kemikaaleista vetyperoksidin arvioitiin aiheuttavan korkeimman riskin ympäristölle. Vetyperoksidi on voimakkaasti hapettava kemikaali, jonka akuutit terveysvaikutukset voivat olla merkittäviä vuotokohdan välittömässä läheisyydessä. ERPG- ja PAC-ohjearvoihin perustuvat mallinnukset osoittavat, että vaikutukset rajoittuvat kuitenkin hyvin lyhyille etäisyyksille ja merkittävien terveysvaikutusten alue jää enintään muutamien kymmenien metrien säteelle päästölähteestä. Vakavien terveysvaikutusten tai hengenvaarallisen altistumisen etäisyys on mallinnuksen perusteella noin 35–36 metriä (ERPG-3 ja PAC-3), ja kohtalaisten oireiden todennäköinen vaikutusalue on enintään noin 74–85 metrin säteellä. Vetyperoksidi siis laimenee ilmaan nopeasti, eikä altistusriski ulotu laitosalueen ulkopuolelle edellyttäen, että suunnitellut tekniset turvallisuusjärjestelyt ja toimintamallit ovat käytössä. Näin ollen vetyperoksidin vuodon aiheuttama onnettomuusskenaario ei muodosta merkittävää riskiä lähiympäristön väestölle tai muille alueen toiminnoille.

Laitoksen muut merkittävimmät kemikaaliriskit liittyvät rikkihapon sekä nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuoksen varastointiin ja käsittelyyn. Rikkihappo muodostaa vuototilanteessa merkittävän vaaran sekä ihmisille että ympäristölle, sillä se voi aiheuttaa vakavia syöpymiä, hengityselinvammoja ja maaperän sekä vesistöjen happamoitumista. Sen vaikutukset voivat laajentua erityisesti, jos vuodon yhteydessä syntyy aerosolisumua tai kemiallisia reaktioita muiden aineiden kanssa.

Nikkeli- ja kobolttisulfaattiliuos on erittäin myrkyllistä vesieliöille ja voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia maaperään ja vesiekosysteemeihin. Vuotojenhallintajärjestelmät

(kuten erilliset suoja-altaat hapoille ja emäksille) vähentävät kuitenkin riskiä haitallisten vuotojen syntymiselle.

Mallinnusta ei tehty nikkeli-kobolttisulfaattiliuoksen tai rikkihapon vuototilanteille, koska niiden ympäristöön leviämisen todennäköisyys ja vaikutusalue arvioidaan merkittävästi pienemmäksi kuin vetyperoksidin. Merkittävimmät vuotoriskit liittyvät purku- ja lastaustoimintoihin, jotka suoritetaan allastetuilla ja suojakaukalollisilla alueilla, jolloin mahdolliset vuotaneet nesteet saadaan välittömästi hallintaan eikä laajamittaista leviämistä ympäristöön pääse tapahtumaan.

Rikkihapon kohdalla vaikutusten laajeneminen ympäristöön edellyttäisi aerosolisaatiota esimerkiksi roiskeiden tai painevaikutusten seurauksena. Mikäli aerosolisoitumista ei tapahdu, rikkihapon vaikutukset jäävät paikallisiksi ja rajoittuvat kosketus- ja roiskevaurioihin sekä maaperän mahdolliseen saastumiseen. Aerosolisoitumisen riskiä pienentää merkittävästi se, jos vetyperoksidia ja rikkihappoa ei käsitellä samanaikaisesti eikä varastoida lähekkäin, ja että niiden käsittelyyn sovelletaan tiukkoja turvamääräyksiä ja teknisiä erotteluratkaisuja.

Mallinnus kohdistettiin vetyperoksidin vuototilanteeseen, koska hajotessaan katalyyttisesti vetyperoksidi vapauttaa happea ja näin lisää palon voimakkuutta sekä aiheuttaa paineen nousua ja räjähdysriskin suljetuissa tiloissa. Lisäksi vetyperoksidi höyrystyy rikkihappoa herkemmin, mikä mahdollistaa kaasumaisen pilven muodostumisen ja siten merkittävästi laajemman vaikutusalueen kuin rikkihapolla tai nikkeli-kobolttiliuoksella.

Vaarallisten aineiden kuljetuksiin (VAK) liittyvät riskit Harjavallan hankealueella arvioidaan erittäin vähäisiksi. Alue sijaitsee merkittävien raide- ja tieyhteyksien varrella, mutta tilastollisesti onnettomuuksien todennäköisyys on pieni, ja kuljetukset ovat tarkan viranomaisvalvonnan piirissä. Mahdolliset riskit liittyvät ensisijaisesti lastaus- ja purkutilanteisiin, joissa voi tapahtua mekaanisia vaurioita. Akkumateriaalien (kuten litiumin, nikkelin, koboltin ja grafiitin) käsittelyssä on huomioitava niiden mahdollinen reaktiivisuus ja ympäristövaarallisuus. Aineiden hallitsematon vapautuminen voisi aiheuttaa paikallisia ympäristö- ja terveyshaittoja, mutta laajamittaiset vaikutukset ovat epätodennäköisiä.

Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi onnettomuusriskejä ja onnettomuuden seurauksia voidaan pienentää seuraavien teknisten ja organisatoristen toimintojen avulla:

- Kemikaalien vuotojen hallinta esim. suoja-altaiden ja vuodonilmaisimien avulla
- Toisiinsa reagoivien kemikaalien erillään pitäminen
- Rakennusten palo-osastoinnit ja savunpoisto (kuumien palokaasujen poisto).
- Sammutusjätevesien hallinta keräysjärjestelmän avulla
- Laatimalla kattavat sisäiset pelastussuunnitelmat ja kouluttamalla henkilökuntaa
- Viranomaisyhteistyöllä ja järjestämällä harjoituksia pelastuslaitoksen kanssa.

Kokonaisarvion perusteella laitoksen toimintaan liittyvät riskit ovat hallittavissa, ja mallinnusten tulokset osoittavat, ettei realistisissa onnettomuusskenaarioissa vaikutusten odoteta ulottuvan laitosalueen ulkopuolisiin herkkiin kohteisiin. Vaikutusalueet jäävät selvästi pienemmiksi kuin lähimmän asutuksen etäisyys, mikä osoittaa, että toiminta

voidaan sijoittaa ja toteuttaa turvallisesti, kun suunnitellut turvallisuustoimet toteutetaan huolellisesti, eikä estettä asemakaavan T/kem-merkinnälle ole havaittu.

7 Lähteet

Daginnus, K., Marty, T., Trotta, N. V. & Brinkmann, T. 2023. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Gas Management and Treatment Systems in the Chemical Sector. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). JRC Science for Policy Report.

DOE Handbook. 2016. Temporary Emergency Exposure Limits for Chemicals: Methods and Practice. U.S. Department of Energy. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://www.standards.doe.gov/standards-documents/1000/1046-Bhdbk-2016/@@images/file

Fortum Batterie Recycling GmbH. Expert opinion on the determination of an appropriate safety distance within the meaning of §§ 3 (5c) and 50 BImSchG. Müller-BBM Industry Solutions GmbH. Viitattu 13.10.2025.

Eur-Lex. 2025. Major accidents involving dangerous chemicals. Viitattu 24.9.2025. Saatavissa: https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/major-accidents-involving-dangerous-chemicals.html

Harjavallan suurteollisuuspuisto. 2021. https://www.suurteollisuuspuisto.com/wp-content/uploads/2021/06/Turvallisuustiedote-26.5.2021.pdf

Harjavallan suurteollisuuspuisto. 2024. Sisäinen pelastussuunnitelma. Viitattu 10.10.2025. Saatavilla: https://www.suurteollisuuspuisto.com/wp-content/uploads/2024/10/Harjavallan-pelastussuunnitelma-29.2.2024.pdf

Interim acute exposure guideline levels (AEGLs). 2009. For NSA/COT Subcommittee for AEGLS. Viitattu 22.10.2025.

Lentopaikat.fi. 2025. Suomen lentopaikat. Viitattu 21.8.2025. Saatavilla: https://lentopaikat.fi/

LIPAS. 2025. Liikuntapaikat. Viitattu 2.10.2025. Saatavissa: https://www.lipas.fi/liikuntapaikat

Luonnonvarakeskus. 2025. Luonnonvaratieto: Suurpedot sekä hirvi ja sorkkaeläimet. Haettu 10.7.2025. Saatavilla: https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?lang=fi&panel=suurpedot

Maanmittauslaitos. 2025. Karttapaikka (Maastokartta, maastotietokanta, ortokuva, taustakartta). Saatavilla: https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka
Maanmittauslaitos. 2025. Viitattu 7.10.2025. https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikkam

Museovirasto. 2025. Kulttuuriympäristön paikkatietoaineistot. Viitattu 19.6.2025. Saatavilla: https://www.museovirasto.fi/fi/palvelut-ja-ohjeet/tietojarjestelmat/kulttuuriympariston-tietojarjestelmat/kulttuuriympaeristoen-paikkatietoaineistot

Porin kaupungin tilastollinen vuosikirja 1987–2015. 2025. Viitattu 7.10.2025. https://www.pori.fi/kaupunki-ja-hallinto/pori-tieto/tilastot/

Porin kaupungin tilastollinen vuosikirja 2016. Viitattu 1.10.2025. https://cms.pori.fi/uploads/sites/2/2022/10/tilastollinen_vuosikirja_2016.pdf

Porin Satama Oy. 2023. Rataverkon palvelupaikankuvaus. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://portofpori.fi/wp-content/uploads/2023/08/Palvelupaikkakuvaus-Porin-satama-25-7-2023.pdf

Satakuntaliitto. 2019. Epävirallinen kaavayhdistelmä. Viitattu 25.6.2025. Saatavilla: https://satakunta.fi/alueidenkaytto/voimassa-olevat-maakuntakaavat/epavirallinen-kaavayhdistelma/

Satakuntaliitto. 2024. Ympäristön ja talouden kannalta kestävän liikenteen ja teknisen huollon järjestelyt. Satakunnan maakuntakaava, valmisteluvaiheen teemaraportti 10.9.2024. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2024/09/Teemaraportti_Liikenneverkko_satamat_rautatieterminaalit_tietoliikenne_10092024.pdf

Suomen metsäkeskus. 2025. Erityisen tärkeät elinympäristökuviot. Saatavilla: https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/aineistot-paikkatieto-ohjelmille/paikkatietoaineistot

Suomen Väylät. 2025. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://suomenvaylat.vayla.fi/

Suomen ympäristökeskus & Scalgo. 2022. Maanpeiteaineisto. Saatavilla: https://www.syke.fi/fi/ympariston-tieto/ladattavat-paikkatietoaineistot

Suomen ympäristökeskus. 2024a. Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet. Saatavilla: https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7BC8FC4A42-A2C3-40C4-92CD-2299C688514E%7D

Suomen ympäristökeskus. 2024b. Luonnonsuojeluohjelma-alueet. Saatavilla: https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7B5A93FF5B-FB88-40C7-84E0-91FCC492A621%7D

Suomen ympäristökeskus. 2024c. Natura 2000 -alueet. Saatavilla: https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7BED80465E-135B-4391-AA8A-FE2038FB224D%7D
Suomen ympäristökeskus. 2024d. Soidensuojelun täydennysehdotus ja valtionmaan toteutuneet kohteet. Saatavilla: https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7BC0D331FF-68D8-4BD4-AEB3-B631AF824745%7D

Suomen ympäristökeskus. 2025a. Valtion muut suojelualueet. Saatavilla: https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7BCCB97A2E-034B-40D8-9715-781BB7C35BC3%7D

Suomen ympäristökeskus. 2025b. Luonnonmuistomerkit. Saatavilla: https://ckan.ymparisto.fi/dataset/luonnonmuistomerkit

Takala, H. 2022. Harjavalta. Yleiskaava- ja asemakaava-alueiden sekä YVA-alueen arkeologinen inventointi. Maanala Oy.

TOKEVA. 2024. Suomessa sattuneet kemikaalionnettomuudet 2019–2023. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://tokeva.fi/assets/attachment-files/Tokeva2024Aineisto/TOKEVA_onnettomuustilastot_2019-2023.pdf

Traficom. 2019. Vaarallisten aineiden tiekuljetusonnettomuudet Suomessa vuosina 2013–2018. Traficomin julkaisuja 3/2019. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Vaarallisten%20aineiden%20tiekuljetusonnettomuudet%20Suomessa%20vuosina%202013%20-%202018.pdf

Traficom. 2025. Vaarallisten aineiden kuljetusten turvallisuus rautateillä. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/vaarallisten-aineiden-kuljetusten-turvallisuus-rautateilla

Tukes. 2021. Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi. Viitattu 24.9.2024. Saatavissa: https://Tukes.fi/vaarallisten-kemikaalien-kasittely-ja-varastointi

Tukes. 2025a. Tuotantolaitosten sijoittaminen. Viitattu 29.9.2025. Saatavissa: https://tuotantolaitosten-sijoittaminen#b7a541c4

Tukes. 2025b. Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet – ATEX. Viitattu 6.10.2025. Saatavilla: https://Tukes.fi/teollisuus/rajahdysvaaralliset-tilat/rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet-atex

Ramboll Finland Oy. 2023. Fortum Battery Recycling, Turvallisuusselvitys.

Turvallisuustiedote Tahkoluodon lähialueen asukkaille. 2025. Porin Satama Oy. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://pelastustoimi.fi/documents/25266713/203966738/Turvallisuustiedote%20Tahkoluoto%202025.pdf/b07224fe-3b89-dafd-3970-ad1e154336fc/Turvallisuustiedote%20Tahkoluoto%202025.pdf?t=1747036402357

Työsuojelu. 2025. ATEX. Viitattu 6.10.2025. Saatavilla: https://tyosuojelu.fi/tyoolot/kemialliset-tekijat/atex

Työterveyslaitos. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet (OVA-ohje). Viitattu 29.9.2024. Saatavissa: https://ova.ttl.fi/

Vesi.fi. Viitattu 24.10.2025. https://www.vesi.fi/karttapalvelu/?shortlink=21218&theme=pohjavesialueet

Väylävirasto. 2020. Rautatietoimintojen turvallisuuspoikkeamat 2019. Väyläviraston julkaisuja 69/2020. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/181881/vj_2020-69_978-952-317-898-4.pdf

Väylävirasto. 2023a. Liikennemäärät. Viitattu 9.7.2025. Saatavilla: https://avoinapi.vaylapilvi.fi/vaylatiedot/ows

Väylävirasto. 2023b. Harjavallan liikennepaikan hankearviointi. Väyläviraston julkaisuja 33/2023. Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/187789/vj_2023-33_978-952-405-071-5.pdf?sequence=1

Väylävirasto. 2024. Tieosoiteverkko ja rataverkko. Viitattu 19.6.2025. Saatavilla: https://avoinapi.vaylapilvi.fi/vaylatiedot/ows

Väylävirasto. 2025a. Harjavallan ratapihalaajennus. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://vayla.fi/harjavallan-ratapihalaajennus

Väylävirasto. 2025b. Rautateiden verkkoselostus. Viitattu 3.10.2025. Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/192878/vj_2025-66_978-952-405-311-2.pdf?sequence=5&isAllowed=y

SYKE. 2020. Valuma-alueen rajaustyökalu. http://paikkatieto.ymparisto.fi/value

Liite 1. Riskienarviointi

	Skenaario	Syyt	Mahdolliset seuraukset	Todennäköisyys	Vakavuus	Ehkäisevät toimenpiteet	Havaitseminen / hälytys	Torjunta / rajoittaminen
1	Litiumioniakkujen lämpökarkaaminen ja tulipalo varastossa	Vaurioitunut akku, oikosulku, yli- tai alilataus, lämmön kasaantuminen ahtaassa varastokasassa	Laaja palo, myrkyllisten kaasujen vapautuminen (HF, CO, VOC), materiaalihäviö, henkilövahingot	Matala	Korkea	Varastointitiheyden rajoitus; paloluokitellut ja osastoidut varastot; akkujen kunnon tarkastukset	Lämpötila-, savu- ja kaasuhälytykset; palovaroittimet; manuaalinen tarkastus	Automaattinen sammutusjärjestelmä (soveltuva), eristäminen, sammutusjätevesien hallinta, evakuointi
2	Ketjureaktio / dominoefekti (palo leviäminen viereisiin varastoihin tai prosesseihin)	Puutteellinen palo-osastointi, syttyvien materiaalien läheisyys	Useita palopaikkoja, vaikea sammuttaa, vakava ympäristö- ja omaisuusvahinko	Matala	Korkea	Varastointi- ja prosessialueiden tilaratkaisut; palo-osastointi; palosuojauksen suunnittelu	Alueelliset palohälytykset, kamerat, automaattiset ilmaisimet	Palo-osastointi, eristäminen, priorisointi sammuttamisessa
3	Räjähdys pöly- tai kaasukertyminen murskaus-/kuivausvaiheessa	Metallipölyjen tai orgaanisten höyryjen räjähdysraja, kipinälähde (sähkölaite, hitsaus)	Rakenteellinen vaurio, palovammat, sirpalevaurioita, laaja tuho	Matala–Keskitaso	Korkea	Pölyntorjunta, ATEX-luokitellut tilat ja laitteet, kipinälähteiden rajoittaminen, maadoitus	Pölypitoisuusmittarit, paikalliset anturit, ATEX-hälytys	Ilmankuivaus/tuulettaminen, evakuointi, räjähdyssuojaimet. Litiumioniakkujen kuivamurskaus-prosessi typetetty, mutta poikkeustilanteen seurauksena elektrolyyttiä voi mahdollisesti vuotaa.
4	Sähköinen oikosulku tai	Vaurioitunut kaapeli, huono liitosten	Tulipalo, henkilövahinko, laitteistovauriot	Keskitaso	Korkea	Suojausreleet, oikea kaapelointi,	Sähkövalvonta, virtapiikkihälytys, lämpökuvantaminen	Katkaisu, suojauksen laukaisu, palonsammutustoimet

	valokaaritapahtuma suurissa akkupaketeissa	hallinta, trukkivaurio				suojakannet, koulutus, lukitusmenettelyt		
5	Kemikaalivuoto prosessissa (happo, liuotin, elektrolyytti)	Putkirikko, säiliövaurio, käsittelyvirhe	Syöpymis-, palo- tai myrkytysvaara; ympäristövahinko veden kautta	Matala–Keskitaso	Keskitaso–Korkea	Kaksoisseinämäiset säiliöt, vuotosuojaukset, sopivat kemikaalit varastoinnissa, koulutus	Vuotohälytys, kemikaalianturit	Vuodon eristys, neutralointi, keräys ja käsittely
6	Sammutusjätevesien hallitsematon päästö viemäriin tai vesistöön	Palonsammutuksen seurauksena syntyvät saastuneet vedet	Vesistön saastuminen, maaperä- ja pohjavesihaitta, sakot	Keskitaso	Korkea	Sammutusjätevesien talteenottojärjestelmät, viemärisuodattimet, umpisäiliöt	Palonaikaiset valvonnat, automaattiset tasonmittaukset umpisäiliöissä	Sammutusjätevesien eristys, keräys, puhdistus, viranomaisilmoitus
7	Kuljetusonnettomuus laitoksen piha-alueella (trukki, rekka)	Liikennevirhe, kuorman kiinnitysvika	Tulipalo, akkujen vaurioituminen, kemikaalivuodot, henkilövahingot	Keskitaso	Keskitaso–Korkea	Erilliset ajoreitit, koulutus, lastaussäädökset, nopeusrajoitukset	Kamerat, ajoneuvon telematiikka, kuljettajien hälytykset	Ajoneuvon eristäminen, palonsammutus, siivous
8	Akkujen väärinlajittelu tai tunnistamattomien vaarallisten erien pääsy prosessiin	Virheellinen käsittely, epäselvät merkit	Prosessihäiriö, lämpökarkaaminen, kemikaalireaktiot	Keskitaso	Keskitaso–Korkea	Saapuvien erien tarkastus, skannaus ja testaus (ESD/tarkistus), merkitseminen	Sisäänottotarkastus, analyyttiset testit, automaattinen lajittelujärjestelmä	Erän eristäminen, palautus, merkintäprosessin parantaminen
9	Vaarallisten metallien (koboltti, nikkeli, mangaani) ilmapäästö tai pölyvuoto	Prosessipöly, kuivaus, käsittely	Terveysvaikutukset työntekijöille, ympäristön kuormitus	Matala	Keskitaso–Korkea	Suodatusjärjestelmät, suljetut prosessit, pölynpoisto, henkilösuojaimet	Ilmanlaadunmittaus, työpaikkamittaukset	Ilmanvaihdon lisäys, sulkeminen, siivous ja pölynhallinta

10	Korroosio tai kemiallinen reaktio johtaa säiliön murtumiseen	Väärä materiaalivalinta, pitkäaikainen altistus korrosoiville aineille	Äkillinen vuoto, ympäristö- ja turvallisuusuhka	Matala–Keskitaso	Keskitaso	Oikea materiaalivalinta, säännöllinen kuntotarkastus, korroosionestomenettelyt	Kuntoseuranta, ultraääni-/valvonta	Säiliön eristäminen, käytön keskeytys
11	Sabotaasi tai ilkivalta (tahallinen vahingoittaminen)	Ulkopuolinen tunkeutuminen, sisäinen uhka	Tulipalo, vuoto, häiriö tuotantoon, turvallisuusuhat	Matala	Keskitaso–Korkea	Kulunvalvonta, kamera- ja vartiointijärjestelmät, taustatarkastukset	Kulunvalvonnan hälytykset, kamerat	Erityistoimet, viranomaisyhteistyö, turvallisuusparannukset
12	Häiriö prosessin automaatiossa tai valvontajärjestelmässä	Ohjelmistovirhe, kyberhyökkäys, laitevika	Prosessin karkaaminen, ylikuormitus, vuoto, viivästyneet hälytykset	Matala–Keskitaso	Keskitaso–Korkea	Kyberturvallisuus, säännöllinen testaus	Järjestelmähälytykset, varajärjestelmämonitorointi	Manuaalinen ohjaus, järjestelmän palautus, päivitykset
13	Pölynerotin hajoaa ja syntyy pölypäästö	Suodattimen kuluminen tai rikkoutuminen	Pölyn syttyminen tai räjähdys	Matala	Keskitaso–Korkea	Kunnossapito	Kameravalvonta	Prosessin pysäytys

Liite 2. Vetyperoksidin vaara-alue, Aloha-ohjelman lähtöarvot ERPG-arviointia varten

KEMIKAALITIEDOT
Kemikaalin nimi: Vetyperoksidi
CAS-numero: 7722-84-1
Molekyylipaino: 34,01 g/mol
ERPG-1: 10 ppm, ERPG-2: 50 ppm, ERPG-3: 100 ppm
IDLH: 75 ppm
Kiehumispiste (normaalipaineessa): 150,2 °C
Höyrynpaine ympäristön lämpötilassa: 5.92e-004 atm
Kyllästymispitoisuus ympäristön lämpötilassa: 593 ppm tai 0,059 %

ILMAKEHÄTIEDOT
Tuulen nopeus: 7 m/s (idästä mitattuna, mittauskorkeus 3 m)
Maaston epätasaisuus: avointa maastoa
Ilman lämpötila: 6 °C
Pilvisyys: 5/10
Vakavuusluokka: D
Suhteellinen kosteus: 50 %

LÄHDETIEDOT
Vuodon tyyppi: vuoto lyhyestä putkesta tai venttiilistä vaakasuuntaisessa sylinterimäisessä säiliössä
Aine: ei-syttyvä kemikaali
Säiliön halkaisija: 3 m
Säiliön pituus: 14,2 m
Säiliön tilavuus: 100 m^3
Säiliössä oleva massa: 129 tonnia (säiliö 80 % täynnä)
Aineen olomuoto: neste
Sisälämpötila: 6 °C
Vuotoaukon halkaisija: 10 cm
Vuotoaukon korkeus: 1,7 m säiliön pohjasta
Maaperä: tavanomainen maa
Maan lämpötila: sama kuin ilman lämpötila (6 °C)
Päästön kesto: 1 tunti (ALOHA-mallin rajoitus)
Keskimääräinen vapautumisnopeus: 2,33 kg/min
Kokonaispäästö: 78,7 kg
Vuotanut kemikaali levisi nesteenä muodostaen haihtuvan lammikon, jonka halkaisija oli noin 70 m.

Liite 3. Vetyperoksidin vaara-alue, Aloha-ohjelman lähtöarvot PAC-arviointia varten

KEMIKAALITIEDOT
Kemikaalin nimi: Vetyperoksidi
CAS-numero: 7722-84-1
Molekyylipaino: 34,01 g/mol
ERPG-1: 10 ppm, ERPG-2: 50 ppm, ERPG-3: 100 ppm
IDLH: 75 ppm
Kiehumispiste (normaalipaineessa): 149,9 °C
Höyrynpaine ympäristön lämpötilassa: 5.92e-004 atm
Kyllästymispitoisuus ympäristön lämpötilassa: 593 ppm tai 0,059 %

ILMAKEHÄTIEDOT
Tuulen nopeus: 7 m/s (idästä, mitattu 3 metrin korkeudelta)
Maaston epätasaisuus: avointa maastoa
Ilman lämpötila: 6 °C
Pilvisyys: 5/10
Vakavuusluokka: D (kohtalaisen epävakaa)
Suhteellinen kosteus: 50 %

LÄHDETIEDOT
Vuototyyppi: vuoto lyhyestä putkesta tai venttiilistä vaakasuuntaisessa sylinterimäisessä säiliössä
Vuotava aine: ei-syttyvä kemikaali
Säiliön halkaisija: 3 m
Säiliön pituus: 14,2 m
Säiliön tilavuus: 100 m^3
Kemikaalimassa säiliössä: 129 tonnia (säiliö 80 % täynnä)
Aineen olomuoto: neste
Sisälämpötila: 6 °C
Vuotoaukon halkaisija: 10 cm
Vuotoaukon korkeus: 1,65 m säiliön pohjasta
Maaperätyyppi: normaali maa
Maan lämpötila: sama kuin ilman lämpötila (6 °C)
Päästön kesto: mallinnusohjelma (ALOHA) rajoitti päästön kestoksi 1 tunnin
Keskimääräinen päästönopeus: 2,95 kg/min
Kokonaispäästön määrä: 96,4 kg
Kemikaali vuoti nesteenä ja muodosti haihtuvan lammikon
Lammikon halkaisija: 72 m

Liite 4. Akkuvarastopalon mallinnusten lähtöoletukset (Müller-BBM Industry Solutions GmbH)

MALLINNETUT SKENAARIOT
Elektrolyytin vuoto ja palo (höyrymäinen ja nestemäinen, sisä- ja ulkotiloissa)
Palavan kaasun vuoto ja palo (R454B-refrigerantti)
Palavan kaasun vuoto ja räjähdys
Akuutisti myrkyllisten aineiden vapautuminen ja leviäminen ilmaan (HF erityisesti)
Varastopalo, jossa syntyy myrkyllisiä palokaasuja (HF ja CO mustasta massasta)
Jätealtaan vuoto ja vetyfluoridin haihtuminen
Fluoripitoisten kaasujen palaminen ja vetyfluoridin muodostuminen

MALLINNUKSESSA KÄYTETYT AINEET JA OMINAISUUDET
Elektrolyytin malliaine: etikkahapon etyyliesteri
Myrkyllinen kaasu: vetyfluoridi (HF), ERPG-2-arvo: 20 ppm
Palokaasu: hiilimonoksidi (CO), ERPG-2-arvo: 350 ppm

SKENAARIOIDEN OLETUKSET
Täysi palaminen tai stoikiometrinen muuntuminen vetyfluoridiksi
Säiliöiden vuotoalueet: esim. 490 mm^2
Paloaltaan pinta-alat: esim. 143 m^2 elektrolyytin säiliölle
Vetyfluoridin muodostumismäärä: jopa 200 kg varastokontissa
Päästöaika: 20 minuuttia (HF), 30 minuuttia (CO)

MALLINNUSOHJELMA JA MENETELMÄT
ProNuSs 9 – lämpösäteilyn ja leviämisen laskenta
VDI 3783 osa 1 – leviämismallinnus
KAS-18, KAS-32, KAS-43 – ohjeistukset ja arviointiarvot

ARVIOINTIKRITEERIT
Lämpösäteily: 1.6 kW/m^2 (ihmisille haitallisen vaikutuksen raja)
Räjähdyspaine: 0.1 bar
Vetyfluoridin ERPG-2-arvo: 20 ppm