



Boliden Kokkola Oy

JÄTEALUEEN YMPÄRISTÖRISKIEN ARVIOINTI

30.10.2023

Boliden Kokkola Oy

Envineer Oy

www.envineer.fi

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinnumero: 12134

SISÄLLYSLUETTELO

Sanasto	4
1 Johdanto	5
2 Jätealueen kuvaus	7
2.1 Nykyinen jätealue	7
2.2 Jätealueen laajentamisen vaiheet	8
3 Riskinarviointimenetelmä.....	11
3.1 Riskien tunnistaminen.....	11
3.2 Riskien laskenta ja riskimatriisi.....	13
4 Riskitarkastelu.....	17
4.1 Teema 1: sijainti.....	17
4.2 Teema 2: toiminta.....	20
4.3 Teema 3: rakenteet.....	24
4.4 Teema 4: sisäiset prosessit.....	29
4.5 Teema 5: olosuhteiden muutokset.....	31
4.6 Teema 6: pohjavesi	37
5 Johtopäätökset.....	42
Lähteet.....	43

LIITTEET

1. Riskitarkastelu (taulukko)

SANASTO

Päästö	Laitoksesta tai muusta kohteesta, yhdestä tai useammasta lähteestä suoraan tai epäsuorasti ympäristöön päästetty tai jätetty aine, energia, melu, värinä, säteily, valo, lämpö tai haju. (IPPC-direktiivi 91/61/EY)
Häiriöpäästö	Määrältään tai laadultaan poikkeuksellinen päästö, jonka aiheuttajana on poikkeuksellinen tilanne ja on olemassa mahdollisuus ympäristön pilaantumiselle. Häiriöpäästöä voidaan nimittää myös esim. satunnais-, onnettomuus-, vahinko-, karkaus- tai poikkeukselliseksi päästöksi.
Riski	Määrätyn vaarallisen tapahtuman esiintymistajuuden tai –todennäköisyyden ja seurauksen yhdistelmä.
Ympäristöriski	Riski, jonka seuraus muodostuu ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen, maaperään, pinta- ja pohjavesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen, yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön sekä kaikkein näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin ilmenevistä vaikutuksista. Ympäristöriskin todennäköisyys muodostuu siitä taajuudesta/todennäköisyydestä, jolla häiriöpäästö voi vapautua hallitsemattomasti ympäristöön.
Vaaralähde	Mahdollisen vahingon lähde: kemikaali, aine tai energia.
Riskinarviointi	Riskin suuruuden arvioinnin ja riskin merkityksen arvioinnin kokonaisprosessi.

1 JOHDANTO

Tausta

Boliden Kokkola Oy:n (jatkossa BKO) sinkki- ja rikkihappotehtaat oheistoimintoineen sijaitsevat Kokkolan suurteollisuusalueella (Kokkola Industrial Park, KIP) Kokkolan kaupungin Ykspihlajan kaupunginosassa. Sinkki- ja rikkihappotehtailla on Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston 9.11.2020 myöntämä ympäristölupa, joka on Korkeimman hallinto-oikeuden käsiteltävänä. Kyseinen ympäristölupa ja sitä edeltävät päätökset käsittävät mm. sinkkitehtaan yhteydessä sijaitsevan noin 60 ha laajuisen jätealueen (vaarallisen jätteen kaatopaikka) toiminnan. Jätealue on otettu käyttöön tehtaan tuotannon käynnistymisen yhteydessä vuonna 1969.

Jätealueen laajentamisesta on toteutettu ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA-menettely) vuosina 2016-2018. Yhteysviranomaisena toiminut Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus on antanut YVA-selostuksesta lausuntonsa 7.3.2018. YVA-menettelyssä on tarkasteltu vaihtoehdon VE0 lisäksi toteutusvaihtoehtojen VE1, VE2a, VE2b ja VE3 vaikutuksia.

Boliden Kokkola Oy on hakenut Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirastossa 7.7.2022 vireille tulleella hakemuksellaan (Dnro LSSAVI/12509/2022) ympäristölupaa nykyisen jätealueen korottamiselle sekä sen laajentamiselle. Hakemuksen mukainen jätealueen laajentaminen vastaa YVA-menettelyssä tarkastellun hankkeen vaihtoehtojen VE2a (laajennus maalle) ja VE3 (jätealueen korotus) yhdistelmää. Ympäristölupaa on haettu siten, että se käsittää nykyisen jätealueen sekä jätealueen laajentamisen. Ympäristölupahakemusta on täydennetty Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston täydennyspyyntöjen 1 ja 2 mukaisesti 31.3.2023 päivätyllä täydennyksellä.

Täydennyspyyntö

Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto on 11.7.2023 lähettämällään täydennyspyynnöllä (täydennyspyyntö 3) pyytänyt täydentämään ympäristölupahakemusta kohdassa 1) seuraavasti:

"Hakemuksen täydennykseen (31.3.2023) liitettyssä Riskitarkastelussa sekä Vahingonvaaraselvityksessä on osin tunnistettu riskejä sekä esitetty toimenpiteitä riskien hallitsemiseksi. Aluehallintoviraston näkemyksen mukaan riskien tarkastelua ei kuitenkaan ole tehty kokonaisvaltaisesti riittävällä tasolla.

Pyydetään täydentämään hakemusta kattavalla ympäristöriskien arvioinnilla, johon on koottu tunnistetut toiminnan (sisältäen mm. jätealueen sijainti, toiminta, rakenteet, jätetäytön sisäisten prosessien ja olosuhteiden muutokset, sijoitetut jätteet) vaarat ja riskitekijät ja niistä mahdollisesti aiheutuvat ympäristövaikutukset. Arvioinnissa tulee esittää kunkin riskin merkittävyys, riskien vähentämistoimenpiteet ja jäännösriski toimenpiteiden jälkeen. Arviointiin tulee liittää myös epävarmuustarkastelu.

Riskinarviointiin tulee sisällyttää myös kaatopaikka-alueen sulkeminen korotuksen ja laajennuksen jälkeen. Tarkastelussa tulee mm. huomioida kaatopaikan sijainti meren välittömässä yhteydessä sekä kaatopaikalle loppusijoitettujen jätteiden erityispiirteet ja vaatimukset sulkemiselle ja esimerkiksi käytettäville peittomateriaaleille. Tarkastelu on tehtävä myös tilanteessa, jossa vesienkäsittely ei ole enää käytössä. Tulisi

huomioida myös eri ilmastonmuutoskenaarioiden vaikutuksia merivedenpinnan keskikorkeuteen.

Riskinarvioinnissa tulee tarkastella erikseen hakemuksen mukaisen kaatopaikan korotuksen sekä laajennusalueiden rakentamisen vaikutuksia kaatopaikan vesitaseeseen sekä pohjaveteen. Laajennusalueiden osalta on arvioitava myös tilanteessa, jossa hakemuksen mukainen korotus on toteutettu.”

Lisäksi täydennyspyynnön kohdassa 6) on todettu mm. seuraavasti

”Sijoitettujen jätteiden osalta tulee myös arvioida tarpeellisin osin niiden merkitys jätealueen sisäisiin prosesseihin, rakenteisiin ja päästöihin sekä niiden soveltuvuus loppusijoitettavaksi yhdessä.”

Tässä jätealueen ympäristöriskien arvioinnissa tavoitteena on ollut tunnistaa ja arvioida jätealueeseen liittyviä mahdollisia riskejä ympäristölupahakemuksen mukaisessa tilanteessa ja edellä kuvatun täydennyspyynnön mukaisesti. Riskinarvioinnissa on hyödynnetty Suomen ympäristökeskuksen julkaisun *Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi* (Suomen Ympäristö 2/2006) mukaisia periaatteita. Riskinarvioinnin lähtöaineistona on käytetty mm. jätealueen laajentamisen ympäristölupahakemusta ja sen täydennyksiä liitteineen. Olennaisena osana riskien tunnistamisessa ovat olleet työn aikana pidetyt työpajat.

2 JÄTEALUEEN KUVAUS

Seuraavassa on esitetty taustaksi lyhyet kuvaukset nykyisestä jätealueesta ja ympäristölupahakemuksen mukaisista suunnitelluista muutoksista. Kattavat tiedot alueista on esitetty ympäristölupahakemuksessa ja sen täydennyksissä.

2.1 Nykyinen jätealue

BKO:n jätealue sijoittuu sinkkitehtaan pohjoispuolelle ja rajoittuu länsireunaltaan mereen. Jätealueen kokonaispinta-ala reunapenkereineen on noin 60 ha, josta jätetäytön pinta-ala on noin 45 ha. Jätealueen nykyisen ympäristöluvan mukainen täyttökorkeus on +40 m (mpy), josta jätetäytön korkeus on +38 m (mpy). Jätealueen nykyinen kokonaistäyttötilavuus on noin 14,3 Mm³, josta vuoden 2021 lopussa oli täytetty noin 11,05 Mm³. Jätealueen on arvioitu täyttyvän nykyisillä jätemäärillä vuoden 2029 lopulla.

Jätealue on jaettu eri alueisiin: 6-altaaseen ja sen yhteydessä olevaan pumppualtaaseen, 7-altaaseen, 8A- ja 8B-altaisiin, 9-altaaseen sekä kadmiumjätevarastoihin. Jätealueen eri alueet ovat eri vaiheessa jätetäyttöä. Korkeimmillaan jätetäyttö on 6-altaan itäreunalla (noin tasolla +34 m mpy, kesäkuu 2021) ja matalimmillaan 7-altaan kohdalla (+4 m mpy). 6- ja 9- altaita käytetään nykyisin pääasiassa jätteiden läjitykseen. Lisäksi altailla tehdään jätteiden esikäsittelyä ja välivarastointia. 7-allas toimii nykyisin häiriötilanteissa syntyvien liuosten välivarastona. 8A- ja 8B-altaisiin on loppusijoitettu rikkirikastetta.

Jätealue on ympäröity patoseinämällä (pystyeristysseinä) sekä suotovesienkeräilyjärjestelmällä, joka on otettu käyttöön marraskuussa 2000. Patoseinämän pituus on 3 100 metriä ja sen alapää ulottuu 6,5-9,0 metriä luontaisen maanpinnan alapuolelle. Patoseinämän materiaalina on käytetty HDPE-muovista tiivisteseinää (>2,0 mm), jonka yläpään tasot on valittu siten, että yläreuna on aina ulkopuolisen pohjavedenpinnan tai merenpinnan yläpuolella. Patoseinämän sisäpuolelle on asennettu koko pituudelta salaojitus, jolla alueella syntyvät suotovedet kerätään talteen ja johdetaan sinkkitehtaan vesienkäsittelyyn. Patoseinämän sisäpuolinen vesipinta pidetään pumppauksilla jatkuvasti ympäristön vedenpintaa alempana. Näin estetään epäpuhtauksien leviäminen jätealueelta pohjavesiin ja ympäristöön. Patoseinä on rakennettu vuonna 2000 vastaamaan kaatopaikkalainsäädännön asettamia vaatimuksia.

Jätealueen itä- ja kaakkoislaidalla on aikoinaan sijainnut neljä jarosiitti- ja purppura-allasta (altaat 1-4), jotka on osin maisemoitu. Maisemoitujen ja lopetettujen altaiden tilalle on rakennettu vuonna 1998 rikkirikasteallas 8A ja myöhemmin erikoisaltaan (allas 5) tilalle 8B. Erikoisaltaaseen on sijoitettu mm. As-, Cd- ja Hg-pitoisia jätteitä. Koska rikkirikasteen loppusijoittamiseen on tuolloin tarvittu lisää tilavuutta, on altaan 8A viereen rakennettu allas 8B. Rikkirikastealtaiden ns. geologisena pohjana on 2-7 m paksu kerros, joka koostuu aiemmin läjitetystä jarosiitista ja rakennetusta purppuramalmikerroksesta, joka on tiivistetty (tiiveysaste $D \geq 85$ %). Pohjan päällä on kuivatuskerros, jossa on salaojitus. Kuivatuskerroksen päälle on asennettu 2 mm paksu HDPE-kalvo. Altaiden reunapenkereet on rakennettu tiivistetystä purppurasta korkeintaan 500 mm paksuina kerroksina. Rikkirikastealtaiden jätemääräksi on tilavuuslaskentamallissa arvioitu 203 000 m³ (allas 8A) ja 213 000 m³ (allas 8B).

Koko jätealuetta on käytetty pääasiassa yhteisjätteen (aikaisemmin jarosiittilietteen ja rikkirikasteen) loppusijoittamiseen. Jätealueelle on sijoitettu sen toiminnan aikana myös muita sinkkitehtaan ja muiden KIPin laitosten toiminnassa syntyneitä jätteitä. Tarkempia tietoja alueelle sijoitetuista jätteistä on esitetty ympäristölupahakemuksessa ja sen täydennyksissä. Vuodesta 2019 alkaen yhteisjätettä on suodatettu kahdessa vaiheessa ja suodinkuivaa yhteisjätettä (kosteuspitoisuus noin 25-30 %) on läjitetty jätealueelle koetoimintapäätösten mukaisesti. Yhteisjätteen sijoittamisessa siirrytään kokonaisuudessaan kuivaläjitykseen vuoden 2024 loppuun mennessä.

2.2 Jätealueen laajentamisen vaiheet

Jätealueen laajentaminen etenee useammassa vaiheessa, jotka on kuvattu seuraavassa. Nykyistä jätealuetta ja uusia laajennusalueita suljetaan ja maisemoidaan vaiheittain niiden täyttyessä.

Ensimmäinen vaihe: jätealueen nykyisen pinta-alan hyödyntäminen

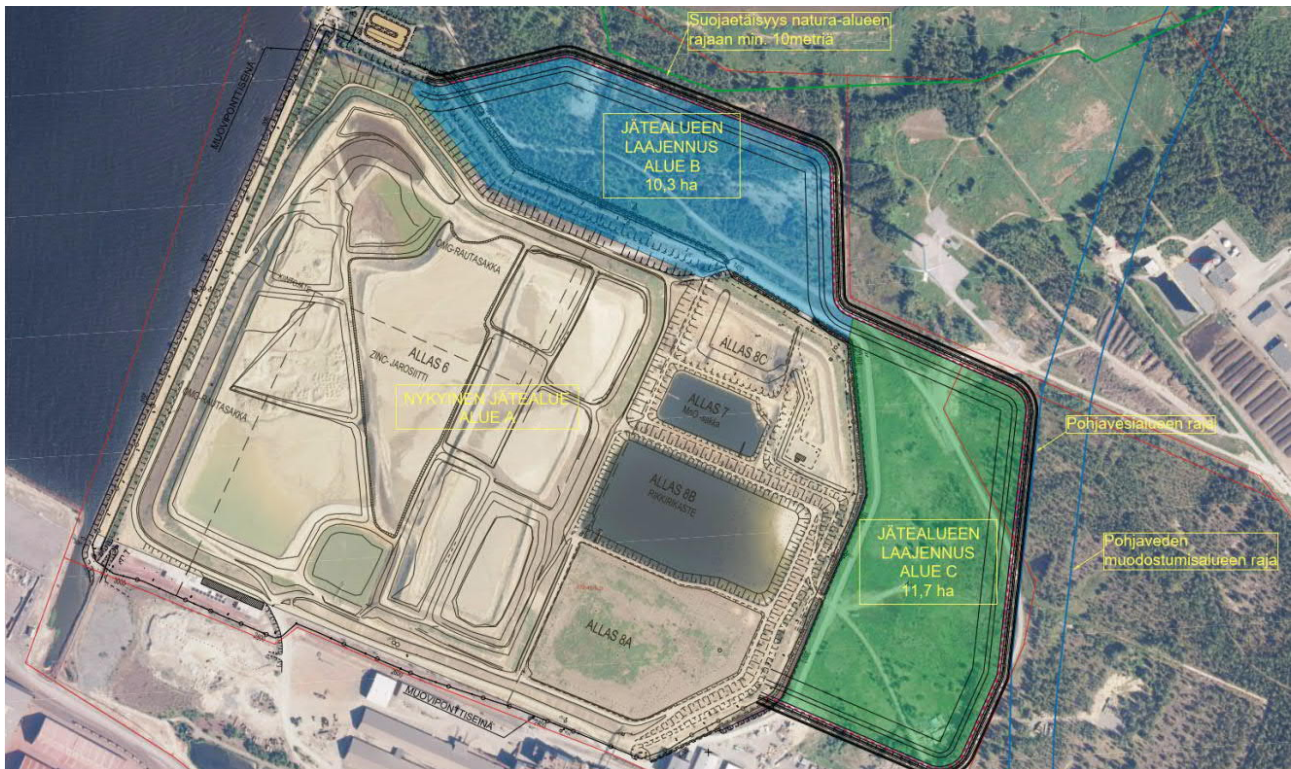
Ensimmäisessä vaiheessa jätealueen nykyinen pinta-ala hyödynnetään kokonaisuudessaan poistamalla käytöstä nykyinen 7-allas sekä rikkirikastealtaat 8A ja 8B.

Rikkirikastealtaat 8A ja 8B on tavoitteena tyhjentää ennen kuin aluetta otetaan käyttöön täyttöalueena ja ennen jätealueen korottamista tällä alueella. Lähtökohtaisesti alueelle asennetut muovit poistetaan ja pohja tarkistetaan. Altaiden kohdat on tarkoitus täyttää kuivalla yhteisjätteellä, jolloin ko. alueelle ei jää vettä kerääviä painanteita. Rikkirikastealtaiden tyhjentämiseen sekä massojen jatkokäsittelyyn liittyvät selvitykset on käynnistetty. Tarkemmat suunnitelmat ja toimet hyväksytetään viranomaisella hyvissä ajoin ennen alueen täyttämistä.

Kadmiumjätteen varastointia jatketaan, kunnes viranomaisten hyväksymä käsittelymenetelmä on käytössä. Kadmium tullaan loppusijoittamaan niin, että kaatopaikka-asetuksen mukaiset liukoisuusvaatimukset saavutetaan.

Toinen vaihe: jätealueen korotus

Jätealueen korotuksessa nykyistä jätealuetta (ml. ensimmäisessä vaiheessa poistettavat altaat) korotetaan ympäristöluvan mukaiselta tasolta +40 tasolle +60 (ks. Kuva 1). Korotus lisää jätealueen täyttötilavuutta noin 8,6 Mm³ ja jätealueen käyttöikää noin 16,5 vuotta. Täyttötilavuudessa ja arvioidussa käyttöiässä on huomioitu myös ensimmäisen vaiheen mukaisten altaiden 7, 8A ja 8B poisto. Jätealueelle sijoitetaan pääosin sinkkitehtaan yhteisjätettä, joka läjitetään alueelle jatkossa pääosin kuivatäyttönä. Jätealueen täyttömäärän on arvioitu olevan tulevana vuosina kokonaisuudessaan 250 000-280 000 m³/vuosi huomioiden eri jätelajitukset sekä tarvittavat pengermateriaalit.



Kuva 1. Jätealueen laajennuksen yleiskartta.

Jätealueelle rakennetaan sen täyttyttyä kaatopaikka-asetuksen (VNA 331/2013) mukaiset vaarallisen jätteen kaatopaikan pintarakenteet. Pintarakenne koostuu mineraalisesta tiivistyskerroksesta ($\geq 0,5$ m) tai vastaavan suojaustason omaavasta tiivistyskerroksesta, keinotekoisesta eristeestä, kuivatuskerroksesta ($\geq 0,5$ m) tai vastaavan vedenjohtavuuden omaavasta salaojamatosta ja pinta- ja kasvukerroksesta ($\geq 1,0$ m). Tarkemmat materiaalit eri kerroksiin valitaan ja mitoitetaan varsinaisen sulkemisen rakennussuunnittelun yhteydessä.

Kun jätealueen jokin osa täyttyy lopulliseen suunniteltuun korkoon, toteutetaan tämän alueen sulkeminen pintarakenteella siten, että samalla kertaan rakennetaan pintarakenne täyttyneen alueen päälle ja alueen kohdalla oleville luiskaosille. Patoluiskien peittämistä täytön nousun mukana ei pidetä tarpeellisena, koska reunapadot rakennetaan ainakin osittain ulkoluisen puolelta moreenista ja lisäksi patoluiskien kaltevuus on 1:2, joten reunapadot ovat jo itsessään tiiviitä ja jyrkkä luiska estää suotovesien imeytymistä padon läpi jätetäyttöön. Patoluiskia verhoillaan ja nurmetetaan väliaikaisella ohuella kerroksella. Nurmetus poistetaan pintarakenteen rakentamisen yhteydessä. Tiiviin pintarakenteen rakentaminen patoluiskiin täyttövaiheen aikana voisi aiheuttaa huokosvesipinnan nousua reunapadoissa, kun suotovesi ei pääse purkautumaan patoluiskasta, ja jopa vaarantaa patoturvallisuutta.

Jätealueella muodostuvat vedet kerätään ja käsitellään niin kauan kuin niiden laatu sitä vaatii.

Kolmas vaihe: jätealueen laajennus itään

Kolmannessa vaiheessa jätealuetta laajennetaan itään (ks. Kuva 1, vihreällä merkitty alue), Patamäen luokitellun pohjavesialueen suuntaan. Itäisen laajennusalueen pinta-ala on noin 11,7 ha. Laajennusalueen jätetäytön lopullinen korko on +40 ja täyttötilavuus noin 3,0 Mm³. Laajennusalue lisää jätealueen käyttöikää noin 11 vuotta. Laajennusalue otetaan käyttöön siinä vaiheessa, kun nykyinen jätealue täyttyy.

Laajennusalueelle rakennetaan kaatopaikka-asetuksen mukaiset vaarallisen jätteen kaatopaikan pohjarakenteet. Pohjarakenne koostuu mineraalisesta tiivistyskerroksesta (paksuus vähintään 1,0 m), keinotekoisesta eristeestä (esim. HDPE-kalvo tai vastaavan suojatason eriste) sekä sen yläpuolisesta vähintään 0,5 m paksusta kuivatuskerroksesta. Kuivatuskerroksen päälle asennetaan suodatinkangas. Jäte läjitetään kuivatuskerroksen ja suodatinkankaan päälle. Laajennusalueen pohjarakenne ja uusi täyttö tulevat nykyisen jätealueen eritysseinän päälle. Uuden alueen pohjarakenne ja pystyeristysseinä limitetään ja yhdistetään yhtenäiseksi tiivistysrakenteeksi.

Alueelle sijoitetaan pääosin sinkkitehtaan yhteisjätettä kuivatäyttönä. Läjitys tehdään esim. kuorma-autolla ja tasaus puskutraktorilla tai vastaavalla. Täytön tiivistämätön pinta-ala pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. Koska jäte läjitetään kuivana, ei alueelle muodostu ns. vapaata vesialuetta. Läjityksen pinnalta pintavaluntana kertyvät sade- ja sulamisvedet kerätään ja pumpataan tehtaalle vesienkäsittelyyn.

Alueelle rakennetaan sen täytyttyä kaatopaikka-asetuksen mukaiset vaarallisen jätteen kaatopaikan pintarakenteet lakialueelle ja luiskiin. Pintarakenne koostuu vähintään 0,5 m paksusta mineraalisesta tiivistyskerroksesta tai vastaavan suojaustason omaavasta tiivistyskerroksesta. Tiivistyskerroksen päälle rakennetaan keinotekoinen eriste ja vähintään 0,5 m paksu mineraalinen kuivatuskerros. Kuivatuskerros voidaan myös korvata vastaavan vedenjohtavuuden omaavalla salaojamatolla. Ylin kerros on vähintään 1,0 m paksu pintakerros, jonka pinnassa on erillinen kasvukerros.

Pintarakenteen tiivisterakenteet yhdistetään reunapadon tiivistysrakenteisiin siten, että saadaan yhtenäinen tiivisrakenne. Pintarakenteen keinotekoinen eriste limitetään patoluiskan keinotekoisien eristeiden kanssa. Reunapadon ja täyttöluiskan väliin muotoillaan pintavesioja, jolla luiskan valumavedet kerätään hallitusti ja johdetaan ympärysojaan.

Neljäs vaihe: jätealueen laajennus pohjoiseen

Neljännessä vaiheessa jätealuetta laajennetaan pohjoiseen (ks. Kuva 1, sinisellä merkitty alue), Rummelö-Harrbådan Natura-alueen suuntaan. Pohjoisen laajennusalueen pinta-ala on noin 10,3 ha. Laajennusalueen jätetäytön lopullinen korko on +40 ja täyttötilavuus noin 2,4 Mm³. Laajennusalue lisää jätealueen käyttöikää noin 9 vuotta. Laajennusalue otetaan käyttöön siinä vaiheessa, kun itäinen laajennusalue täyttyy.

Pohjoisen laajennusalueen rakenteet ja toiminta vastaavat periaatteiltaan edellä kuvattua kolmatta vaihetta (jätealueen laajennus itään).

3 RISKINARVIOINTIMENETELMÄ

Riskinarviointi on toteutettu yleisten riskinarvioinnin periaatteiden mukaisesti. Riskien suuruuden arvioinnissa on sovellettu Suomen Ympäristökeskuksen julkaisua Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi (Suomen Ympäristö 2/2006) soveltuvien osin. Seuraavassa on kuvattu riskinarvioinnissa käytetyt menetelmät.

Tämä riskinarviointi käsittää jätealueen riskinarvioinnin. Muiden alueen toimijoiden tai esim. sinkkitehtaan mahdollisia ympäristöriskejä ei ole huomioitu tässä arvioinnissa.

3.1 Riskien tunnistaminen

Lähtötiedot

Riskinarvioinnin lähtöaineistoina on käytetty mm. seuraavia aineistoja:

- Afry, 2022. Boliden Kokkola Oy, Vaarallisen jätteen kaatopaikka, Vahingonvaaraselvitys. 8.11.2022.
- Afry, 2023. Boliden Kokkola, Vaarallisen jätteen kaatopaikka, Jätealueen korottaminen ja laajentaminen, Riskitarkastelu.
- Boliden Kokkola Oy, 2019. Boliden Kokkola Oy:n ennaltavarautumissuunnitelma.
- Boliden Kokkola Oy, 2022. Jätealueen laajennuksen ympäristölupahakemus. 7.7.2022.
- Boliden Kokkola Oy, 2023a. Ympäristölupahakemuksen täydennys (täydennyspyynnöt 1 ja 2), 31.3.2023.
- Boliden Kokkola Oy, 2023b. Ympäristölupahakemuksen täydennys nro 3. 31.10.2023.
- Envineer Oy, 2021. Boliden Kokkola Oy, Yhteisjätteen läjityksen riskinarvio. 10.2.2021.
- Envineer Oy, 2022a. Boliden Kokkola Oy, Terveys- ja ympäristövaikutusten kokonaisarviointi liukoisuusraja-arvojen korottamiseksi. 30.6.2022.
- Envineer Oy, 2022b. Boliden Kokkola Oy, Jätealueen laajennuksen Natura-arvioinnin päivitys. 1.7.2022.

Edellä listattuihin aineistoihin (esim. ympäristölupahakemus ja sen täydennykset, yhteisjätteen läjityksen riskinarvio) on sisältynyt useita erillisselvityksiä, joita on hyödynnetty tämän riskinarvioinnin laatimisessa.

Työpajat

Jätealueeseen liittyviä ympäristöriskejä on tunnistettu käytössä olevan aineiston lisäksi riskinarvioinnin laatimisen yhteydessä järjestetyissä työpajoissa. Työpajoja järjestettiin työn aikana yhteensä kolme kappaletta.

Tarkastellut skenaariot ja teemat

Riskinarvioinnissa on tarkasteltu taulukon (Taulukko 1) mukaisia skenaarioita. Skenaariot on muodostettu jätealueen suunnitelluista eri vaiheista, joita on kuvattu edellä kohdissa 2.1 ja 2.2.

Taulukko 1. Riskinarvioinnissa tarkastellut skenaariot.

Skenaario	Kuvaus
Nykytila	- Käytössä olevan jätealueen pinta-ala on noin 60 ha. - Ympäristöluvan mukainen täyttökorkeus +40 m ja täyttötilavuus yhteensä noin 14,3 Mm³ - Jätealue täyttyy arviolta vuoden 2029 lopulla
Ensimmäinen vaihe	- Jätealueen nykyisen pinta-alan hyödyntäminen poistamalla käytöstä 7-allas sekä rikkirikastealtaat (8A ja 8B)
Toinen vaihe	- Nykyisen jätealueen korotus tasolle +60 m - Korotus lisää jätealueen täyttötilavuutta noin 8,6 Mm³ ja käyttöikää noin 16,5 vuotta
Kolmas vaihe	- Jätealuetta laajennetaan itään - Laajennusosan pinta-ala on 11,7 ha ja täyttökorkeus +40 m - Laajennusosa lisää täyttötilavuutta noin 3,0 Mm³ ja käyttöikää noin 11 vuotta
Neljäs vaihe	- Jätealuetta laajennetaan pohjoiseen - Laajennusosan pinta-ala on noin 10,3 ha ja täyttökorkeus +40 - Laajennusosa lisää täyttötilavuutta noin 2,4 Mm³ ja käyttöikää noin 9 vuotta
Jätealueen sulkemisen jälkeen	- Jätealueen eri osia suljetaan vaiheittain. - Tässä skenaariossa koko jätealue on suljettu suunnitelmien mukaisesti.
Vesienkäsittelyn päätyttyä	- Jätealueella muodostuvia likaantuneita vesiä kerätään ja käsitellään niin kauan kuin se on niiden laadun vuoksi tarpeen. - Vesien pumppauksen ja käsittelyn tehtaalla tai vesien käsittelyn esim. passiivisella reaktiivisella suodatuksella arvioidaan jatkuvan useita kymmeniä vuosia jätealueen sulkemisen jälkeen.

Riskinarviointia on jaoteltu taulukon (Taulukko 2) mukaisiin teemoihin. Useat tunnistetuista riskeistä liittyvät useampaan teemaan, mikä on huomioitu riskinarvioinnissa.

Taulukko 2. Riskinarvioinnissa tarkastellut teemat.

Teema	Kuvaus
1. Sijainti	Jätealueen sijaintiin, kuten meren ja suojelualueiden läheisyyteen liittyvät riskit
2. Toiminta	Jätealueen toimintaan, kuten jätteen kuljetuksiin, jätealueen pölyämiseen sekä vesien johtamiseen ja käsittelyyn, liittyvät riskit
3. Rakenteet	Esimerkiksi jätealueen pohja- ja pintarakenteisiin, pystyeristysseinään ja jätealueen stabiliteettiin liittyvät riskit
4. Sisäiset prosessit	Jätealueen sisäisiin prosesseihin ja loppusijoitettujen ja loppusijoitettavien jätteen laatuun ja muuttumiseen liittyvät riskit
5. Olosuhteiden muutokset	Esimerkiksi sääolosuhteisiin, ilmastomuutokseen ja niiden vaikutuksiin liittyvät riskit
6. Pohjavesi	Jätealueesta aiheutuvat riskit pohjaveden laatuun ja muodostumiseen

3.2 Riskien laskenta ja riskimatriisi

Tunnistetuille riskeille on laskettu ns. raakariski, joka kuvaa tunnistetusta riskistä aiheutuvia vaikutuksia. Raakariski (R) on laskettu kaavalla:

$$\text{Raakariski } (R) = \text{Todennäköisyys } (T) \cdot \text{Seurausluokka } (S)$$

Riskinarvioinnissa on seuraavaksi kuvattu nykyiset ja suunnitellut riskinhallintatoimet ja seuranta, joilla vähennetään riskin toteutumisen todennäköisyyttä ja/tai vakavuutta. Tämän jälkeen on tarkasteltu laskennallisesti jäännösriskiä ($R_{\text{jäännös}}$) laskentakaavalla

$$\begin{aligned} \text{Jäännösriski } (R_{\text{jäännös}}) \\ = \text{Todennäköisyys riskinhallinnan jälkeen } (T_{\text{jäännös}}) \\ \cdot \text{Seurausluokka riskinhallinnan jälkeen } (S_{\text{jäännös}}) \end{aligned}$$

Mikäli suunnitellut riskinhallintatoimet eivät ole riskinarvioinnin perusteella riittäviä, on arvioinnissa tarkasteltu niitä soveltuvia toimia, joilla riskiä voidaan edelleen pienentää hyväksyttävälle tasolle.

Raakariskien sekä jäännösriskien riskinhallintatoimien riittävyyden arvioimiseksi on käytetty kuvan (Kuva 2) mukaista riskimatriisia. Arvioinnissa käytetyt todennäköisyys- ja seurausluokat on kuvattu taulukoissa (Taulukko 3, Taulukko 4). Arvioinnissa käytetty riskimatriisi vastaa Boliden Kokkolalla yleisesti käytössä olevaa riskimatriisia, lukuun ottamatta todennäköisyyden arvioinnissa käytettyä luokkaa 0. Riskinarviointiin on liitetty myös epävarmuustarkastelu.

		Todennäköisyys (T)					
		0	1	2	3	4	5
Seuraus (S)	5	0	5	10	15	20	25
	4	0	4	8	12	16	20
	3	0	3	6	9	12	15
	2	0	2	4	6	8	10
	1	0	1	2	3	4	5

Riskiluokka

III:	Suuri, riskit tulee poistaa välittömästi
II:	Kohtalainen, riskit tulee saada hallintaan välittömästi ja tilannetta tarkkailtava
I:	Vähäinen, riskit tulee saada hallintaan ja tilannetta tarkkailtava

Kuva 2. Riskimatriisi.

Taulukko 3. Todennäköisyysluokat.

Luokka	Esiintymisen todennäköisyys	Kuvaus
0	Ei todennäköinen	Ei-uskottava. Todennäköisyyden voidaan olettaa olevan merkityksetön.
1	100 - 1 000 vuoden välein, lähes mahdotonta	Erittäin epätodennäköinen
2	10 - 100 vuoden välein, tapahtuu epätodennäköisesti	Epätodennäköinen
3	1-10 vuoden välein, tapahtuu tietyllä todennäköisyydellä	Mahdollinen
4	Kuukausittain / vuosittain, tapahtuu todennäköisesti	Todennäköinen
5	Päivittäin / viikoittain, tapahtuu erittäin todennäköisesti	Lähes varma

Taulukko 4. Seurausluokat.

Seurausluokka (S)				
1: Vähäinen	2: Lievä	3: Keskisuuri	4: Suuri	5: Vakava
Maaperä				
Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Ei vaikutusta herkkään ympäristöön tai suojelualueisiin. Ennallistamista ei tarvita.	Haitallinen päästö rajoittuu pienelle rajatulle alueelle jätealueen ulkopuolella, päästö ei ole kulkeutuva. Pitoisuudet maaperässä ovat ohjearvon ja alemman ohjearvon välillä. Ennallistaminen mahdollista.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen kestävä ympäristövaikutus, mutta ei ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Saattaa vaikuttaa herkkään ympäristöön tai suojelualueisiin. Ennallistaminen on mahdollista.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä ympäristövaikutus ja tilapäinen ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herkkälle ympäristölle tai suojelualueille. Ennallistaminen on mahdollista, mutta haastavaa. Päästö on kulkeutuva ja/tai pysyvä, pitoisuudet ovat yli PIMA-asetuksen ylempien ohjearvojen.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton vaikutus ja ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herkkään ympäristöön tai suojelualueille. Valtavat korjaustyöt ja ennallistaminen vaikeaa tai mahdotonta. Korvaus vaaditaan. Haitalliset pitoisuudet ylittävät ylempät ohjearvot.
Vesistö				
Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Ei vaikutusta herkkään ympäristöön tai suojelualueisiin. Ennallistamista ei tarvita.	Haitalliset päästöt vähäisiä, seurauksena tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsestään.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen kestävä ympäristövaikutus, mutta ei ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Saattaa vaikuttaa herkkään ympäristöön tai suojelualueisiin. Vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu. Ennallistaminen on mahdollista.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä ympäristövaikutus ja tilapäinen ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herkkälle ympäristölle tai suojelualueille. Haitalliset päästöt merkittäviä vastaanottavan vesistön herkkyys tai arvo huomioon ottaen, vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu, rantojen likaantuminen, vähäiset kalakuolemat.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton vaikutus ja ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herkkään ympäristöön tai suojelualueille. Päästöt aiheuttavat pitkäkestoisen ja laaja-alaisen haitan, eliöstön toimeentulo häiriintynyt, kalakuolemat.
Pohjavedet ja vedenotto				

Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Ei vaikutusta luokiteltuun pohjavesialueeseen tai suojelualueisiin. Puhdistusta ei tarvita.	Päästöllä ei ole vaikutusta pohjaveden laatuun jätealueen ulkopuolella, pieni riski pohjaveden pilaantumisesta on olemassa, ei vaikutusta vedenottoon. Kunnostus mahdollista.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen, mutta pitkäkestoinen haitallinen ympäristövaikutus. Saattaa vaikuttaa luokiteltuun pohjavesialueeseen tai suojelualueisiin. Vaikutusalueen pohjavedessä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu. Ennallistaminen on mahdollista.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä haitallinen ympäristövaikutus. Vaikutus luokiteltuun pohjavesialueeseen tai suojelualueille. Pohjavesi pilaantunut suppealla alueella jätealueen ulkopuolella. Lähin vedenotto suljettava. Kunnostus mahdollinen, mutta haastava ja pitkäkestoinen.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton haitallinen vaikutus. Vaikutus luokitellulle pohjavesialueelle tai suojelualueille. Pohjavesialue on laajasti pilaantunut, lähin vedenotto suljettava pitkäaikaisesti. Vaikeasti kunnostettavissa.
Ilma ja ilmanlaatu				
Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä.	Vaikutusalueen pieni koko jätealueen ulkopuolella. Vähäistä haittaa eläin- tai kasvilajeille.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen, mutta pitkäkestoinen haitallinen ympäristövaikutus. Vähäistä suurempaa haittaa eläin- tai kasvilajeille.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä haitallinen ympäristövaikutus. Suurta haittaa eläin- ja kasvilajeille vaikutusalueella.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton haitallinen ympäristövaikutus. Ekosysteemivaurioita, ilmakehää vaurioittavien päästöjen lisääntyminen.
Terveys				
Pieni vaikutusalueen koko vain toiminta-alueen sisällä. Ei ihmisten terveyteen kohdistuvia haitallisia vaikutuksia. Ei terveyskeskuskäyntejä.	Vaikutusalueen pieni koko toiminta-alueen ulkopuolella. Ei pysyviä ihmisten terveyteen kohdistuvia haitallisia vaikutuksia. Mahdollisia terveyskeskuskäyntejä (vain tarkastuksia).	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Yksi tai useampi ihminen saa välittömästi tai välillisesti vamman/pitkäkestoisen terveyshaitan, johon tarvitaan hoitoa (vamman/terveyshaitta hoidettavissa). Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Vaikutusalueen laaja koko. Yksi tai useampi ihminen saavat välittömästi tai välillisesti vamman/pitkäkestoisen terveyshaitan, johon tarvitaan hoitoa (vamman/terveyshaitta hoidettavissa). Aiheutuu merkittäviä terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Vaikutusalueen laaja koko. Yksi tai useampi ihminen saa vakavan vamman, aiheutuu vaikutuksia perimään, syöpätapauksia ym. Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen pitkäaikaisia merkittäviä ylityksiä ympäristössä.

4 RISKITARKASTELU

Tämän riskinarviointiraportin liitteenä on taulukko, jossa on esitetty tunnistetut riskit jaoteltuna edellä kuvattuihin teemoihin ja skenaarioihin. Taulukossa on kuvattu ympäristöolosuhteisiin, rakenteisiin ja toimintaan liittyviä taustoja niiltä osin kuin ne on katsottu arvioinnin kannalta tarpeellisiksi. Tarkemmin taustatietoja on kuvattu riskinarvioinnin lähtötietoina käytetyissä aineistoissa. Seuraavassa on kuvattu eri teemoihin liittyvät tunnistetut riskit, raakariskin sekä jäännösriskin todennäköisyys- ja seurausluokat. Yksityiskohtaisemmat kuvaukset riskeistä, nykyisestä ja suunnitellusta riskinhallinnasta ja seurannasta on esitetty liitteen taulukossa.

4.1 Teema 1: sijainti

Boliden Kokkolan jätealue sijoittuu Kokkolaan, KIPin (Kokkola Industrial Park) suurteollisuusalueelle. KIPin alue sijaitsee Ykspihlajan kaupunginosassa, noin viisi kilometriä kaupungin keskustasta luoteeseen. KIPin alue on ollut jo useiden vuosikymmenien ajan merkittävä kemianteollisuuden alue. Jätealueen välittömässä läheisyydessä ei ole vakituista asutusta. Vapaa-ajan asutusta on lähimmillään alle 1 km etäisyydellä hankealueen itäkoillispuolella ja noin 1,5 km itään ja kaakkoon ovat Sannanrannan, Harrinniemen ja Rummelön huvila-asutusalueet. Lähin vakituinen asutus sijoittuu teollisuusalueen eteläpuolelle sijoittuvalle Ykspihlajan asuinalueelle sekä Pikiruukin alueelle jätealueelta kaakkoon. Jätealue sijaitsee Kokkolan edustan merialueen välittömässä läheisyydessä. Jätealueen itäpuolella on Patamäen 1-luokan pohjavesialue ja pohjoispuolella Rummelön-Harrbådan Natura2000-alue, joka luokitellaan luontodirektiivin (SCI) ja lintudirektiivin mukaiseksi suojelualueeksi (SPA).

Jätealueen toiminnasta aiheutuvaa melua ei voida erottaa muusta teollisuusalueen toimintojen melusta. Nykytilassa melu ei aiheuta huomioitavaa riskiä jätealueen ulkopuolelle. Kuivaläjäytykseen siirtyminen lisää melua jonkin verran johtuen raskaiden ajoneuvojen liikennöinnistä alueella. Neljännessä vaiheessa jätealue laajenee alueen pohjoispuolella sijaitsevan suojelualueen ja kolmannessa vaiheessa lähimmän asutuksen suuntaan, mikä on riskitarkastelussa huomioitu häiriön todennäköisyyden nousuna. Luonnonsuojelualueen länsiosassa laskennallinen melutaso voi ylittää päiväohjearvon. Melunhallintaa tehdään ajoittamalla rakennustyöt pääasiassa päiväsaikaan. Lisäksi työnaikaisesta raskaasta liikenteestä aiheutuvaa meluhaittaa vähennetään suunnittelemalla ajoreitit suuremmille teille siten, että vältetään kulkua hiljaisten kalustovalinnoilla yhteydessä. Myös jätealueen täyttögeometriaa voidaan joissakin tapauksissa optimoida melun suhteen, mikäli melun katsotaan aiheuttavan ongelmia esim. ohjearvoylitysten takia. Sulkemisen jälkeen jätealueella ei ole enää työmaaliikennettä tai muuta melua aiheuttavaa toimintaa.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Melu						
Nykytila	1	1	1	1	1	1
Ensimmäinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Toinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Kolmas vaihe	2	1	2	1	1	1
Neljäs vaihe	2	1	2	1	1	1
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	-	-	0	-	-
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-	-	0	-	-

Vaikutuksia Rummelön-Harrbådan Natura2000-alueeseen on käsitelty omana riskinään. Rakentamisen aikaiset vaikutukset luontoon muodostuvat melusta, pölystä ja visuaalisesta häiriöstä. Näitä tekijöitä on tarkasteltu myös omina tunnistettuina riskeinään. Natura-arvioinnin johtopäätöksenä on todettu, että vaikutukset painottuvat hankealueen välittömään läheisyyteen Natura-alueen läntiseen kärkeen. Jätealueen laajennuksen ja korotuksen ei arvioida vaikuttavan Natura-alueen suojeluarvojen säilymiseen pitkälläkään aikavälillä pysyvästi. Häiriötekijät voivat ulottua Rummelö-Harrbådanin Natura 2000 -alueen länsireunaan ja vaikuttaa alueen suojeluperusteisiin lyhytaikaisesti. Suunnitellulla jätealueen laajennuksella ei ole vaikutuksia Rummelö-Harrbådan Natura 2000 - alueeseen, alueen nykyisiin virtauksiin ja vedenlaatuun sekä suojeluarvoihin esim. veden alaisiin dyneihin. Visuaalisen häiriön vuoksi haitallisia vaikutuksia Natura-alueen linnustoon voi aiheutua. Häiriöiden arvioidaan siten olevan todennäköisiä, mutta niiden seurausluokan alhainen ja lyhytaikainen. Asianmukaisesti suljettu jätealue ei vaikuta suojelualueisiin haitallisesti.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Vaikutukset suojelualueisiin						
Nykytila	4	2	8	4	1	4
Ensimmäinen vaihe	4	2	8	4	1	4
Toinen vaihe	4	2	8	4	1	4
Kolmas vaihe	4	2	8	4	1	4
Neljäs vaihe	4	2	8	4	1	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	-		0	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-		0	-	

Vaikutuksia merialueelle on käsitelty omana riskinään. Maa-alueelle tehtävän laajennuksen rakentamistyöt eivät aiheuta olennaisia vaikutuksia pintavesiin verrattuna nykytilaan. Jätealueen laajennus sijoittuu osin melko lähelle merenrantaa, mutta maanrakennustöistä ei kohdistu suoria vaikutuksia merelle. Rakennustöistä voi teoriassa aiheutua tilapäistä kiintoainekuormitusta läheisiin ojiin ja sitä kautta meriveteen, mutta vaikutukset ja niiden merkittävyys arvioidaan pieniksi. Pölyämisen ja poikkeustilanteiden vaikutuksia on käsitelty omana riskinään.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Vaikutukset merialueeseen						
Nykytila	1	1	1	1	1	1
Ensimmäinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Toinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Kolmas vaihe	1	1	1	1	1	1
Neljäs vaihe	1	1	1	1	1	1
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1		0	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1		0	-	

Asutukselle, virkistyskäytölle ja kulttuurihistorialle aiheutuvat riskit liittyvät pääasiassa pölyämiseen, meluun ja maisemallisiin haittoihin. Näiden häiriöiden ja haittojen todennäköisyys on korkea, mutta seurausluokka lievä johtuen asutuksen sijoittumisesta etäälle jätealueesta. Siirtyminen kuivakuljetuksiin ja lieteläjityksen päätyminen lisää jätealueen pölyämisvaikutuksia, mutta vähentää patoturvallisuuteen liittyvää riskiä. Pölyämisellä voi olla vaikutusta lähialueen virkistyskäyttöpotentiaaliin, kuten marjastukseen ja sienestykseen. Jätealueen pölyäminen on osa

koko teollisuusalueen ilmanlaatuun liittyviä vaikutuksia. Jätealueen korottaminen lisää maisemallista haittaa, sekä meluun, pölyyn ja varjostukseen liittyviä vaikutuksia. Jätealueen laajentaminen itään tuo jätealueen lähemmäksi lähintä asutusta. Jätealueen laajentaminen pohjoiseen vaikuttaa Natura-alueen virkistyskäyttöön alueen viihtyvyyttä heikentävästi. Terveysvaikutuksia ei arvioida aiheutuvan missään toiminnan vaiheessa normaalissa toiminnassa. Toiminta-aikaan verrattuna sulkemisella on positiivinen vaikutus mm. pölyämishaitan lakattua. Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia tarkkaillaan osana jätealueen ja muun teollisuusalueen tarkkailua.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Riskit asutukselle, virkistyskäytölle sekä kulttuurihistorialle						
Nykytila	3	1	3	3	1	3
Ensimmäinen vaihe	3	1	3	3	1	3
Toinen vaihe	3	1	3	3	1	3
Kolmas vaihe	3	1	3	3	1	3
Neljäs vaihe	3	1	3	3	1	3
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	-		0	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-		0	-	

Muulle teollisuudelle ei aiheudu rakentamis-, toiminta- tai sulkemisvaiheessa riskejä normaalitilanteessa. Poikkeustilanteessa, jossa patosortuma suuntautuisi meren suuntaan, voisi tilanne aiheuttaa häiriön meren puoleisen seinustan putkilinjojen rikkoutuessa.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Riskit alueen muulle teollisuudelle						
Nykytila	1	1	1	1	1	1
Ensimmäinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Toinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Kolmas vaihe	1	1	1	1	1	1
Neljäs vaihe	1	1	1	1	1	1
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	-		0	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-		0	-	

Muiden laitosten toiminnasta voi poikkeustilanteissa aiheutua esim. normaalista poikkeavia pöly- tai ilmapäästöjä. Onnettomuustilanteissa vaikutusten ulottumisen jätealueelle ei katsota olevan merkittävin onnettomuuden seuraus. Pitkä sähkökatko voisi johtaa vesienkäsittelyn seisahtumiseen ja suotoveden kertymiseen jätealueelle. Yhteisjätteen kuivaläjitys kuitenkin ehkäisee tähän liittyvää riskiä. Muiden toimijoiden prosessiperäisiä jätteitä ei oteta enää jätealueelle vastaan, mikä osaltaan pienentää muun teollisuuden aiheuttamaa riskiä.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Muusta teollisuudesta aiheutuvat riskit						
Nykytila	2	1	2	2	1	2
Ensimmäinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Toinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Kolmas vaihe	2	1	2	2	1	2
Neljäs vaihe	2	1	2	2	1	2
Jätealueen sulkemisen jälkeen	-	-		-	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	-	-		-	-	

4.2 Teema 2: toiminta

Jätealueen toimintaan liittyviä riskejä on tarkasteltu omana teemanaan. Merkittävimmiksi toimintaan liittyviksi riskeiksi on tunnistettu jätealueen pölyäminen sekä vesienhallinnan häiriöt ja vauriot.

Toiminnan kannalta riskiksi on tunnistettu riskien tunnistamisen ja järjestelmien puutteellisuus, jolloin mahdollisissa onnettomuustilanteissa toimintatavat eivät olisi selvillä. Boliden Kokkola on kehittänyt toimintaansa ja toimintatapojaan pitkäjänteisesti ja yhtiöllä on mm. sertifioitu laadunhallintajärjestelmä, ympäristöjärjestelmä, työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä sekä energianhallintajärjestelmä. Lisäksi Boliden on sitoutunut noudattamaan kansainvälistä patoturvallisuusstandardia (GISTM), jonka vaatimuksia ja niiden täyttymistä käydään läpi myös jätealueen osalta. Jätealueella on ollut toimintaa jo pitkään ja sen toiminnasta on runsaasti kokemusta ja mahdollisiin riskeihin varaudutaan asianmukaisesti ennakolta. Jätteen kuljetuksissa ollaan siirtymässä kuivakuljetuksiin, jolloin jätealueelle ei johdeta ylimääräisiä vesiä. Tämä parantaa patoturvallisuutta merkittävästi.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Riskien tunnistaminen ja järjestelmät						
Nykytila	0	1	0	0	1	0
Ensimmäinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Toinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Ilkivallan riski on arvioitu merkityksettömäksi huomioiden nykyiset järjestelmät, jotka käsittävät mm. asiattomien kulkemisen estämisen aidoilla, alueelle kulkemisen vain porttien kautta sekä alueen vartioinnin.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Ilkivalta						
Nykytila	0	1	0	0	1	0
Ensimmäinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Toinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Yhdeksi toimintaan liittyväksi riskiksi on tunnistettu työkoneiden ja kuljetuskaluston onnettomuudet. Onnettomuuksissa kuljetuskalustosta ja työkoneista voi aiheutua öljyvuotoja tai kuormien kaatuessa kuljetettavaa jätettä voi päästä leviämään. Onnettomuusriskeihin on varauduttu mm. laatimalla jätealueelle kartta ajoreiteistä sekä merkitsemällä jätealueen ajoreitit. Kuivakuljetuksissa ajoreitit ovat pääsääntöisesti yksisuuntaisia kuljetusonnettomuuksien estämiseksi. Työkoneiden ja kuljetuskaluston polttoainevuotoihin varaudutaan mm.

öljynimeytysmatoilla ja -turpeella. Jos onnettomuuksia tapahtuu jätealueen ulkopuolella, voi ympäristölle aiheutua haittaa. Korjaavat toimenpiteet mahdollisissa onnettomuustilanteissa tehdään välittömästi.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Työkoneiden ja kuljetuskaluston onnettomuudet						
Nykytila	0	1	0	0	1	0
Ensimmäinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Toinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	-	-		-	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	-	-		-	-	

Jätealueen pölyäminen on tunnistettu yhdeksi toimintaan liittyväksi riskiksi. Jätealueella saattaa talvella, leudolla ajanjaksolla mahdollisen sadejakson jälkeen sadeveden jäätyessä kertyä jätettä hienojakoisena aineksena jäätyneelle pinnalle, mistä kuiva hienojakoinen pöly pääsee leviämään jätealueelta tuulen mukana aiheuttaen ilman kautta kulkevia hiukkaspäästöjä. Vaikutus rajoittuu pääosin tehdasalueelle ja parkkipaikoille, eikä ulotu lähimmille asuinalueille. Myös meren jäällä saattaa olla jäämiä jätealueen hienojakoisesta pölystä. Kesäaikaan lyhyet päästöjaksot ovat mahdollisia viikkoja kestävien sateettomien hellekausien aikana, jolloin jäte kuivuu. Runsas ajoneuvojen liikkuminen alueella on myös tunnistettu hajapäästölähteeksi. Renkaiden mukana epäpuhtaudet voivat kulkeutua pois jätealueelta. Kuivan yhteisjätteen pölyäminen on merkittävämpää kuin aiemmin läjitetyn lietemäisen jätteen.

Jätealueen korotuksen myötä (toinen vaihe) riski pölyämiselle on suurempi nykytilaan verrattuna. Ns. pahinta mahdollista tilannetta kuvaavan mallinnuksen perusteella jätealueen korotuksessa PM₁₀-vuorokausiraja-arvoon ja vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet ylittyvät ainoastaan jätealueella. Myös korkeimmat vuorokausiraja-arvon alittavat pitoisuudet sekä korkeimmat vuosiraja-arvon alittavat pitoisuudet rajoittuvat jätealueelle ja sen välittömään läheisyyteen. PM₁₀-vuorokausiohjeeseen verrannollinen pitoisuus ylittyy jätealueen sisäpuolella, mutta jätealueen ulkopuolelle mentäessä vuorokausiohjeeseen verrannollisen pitoisuuden on arvioitu olevan korkeintaan puolet vuorokausiohjeesta. Ilmanlaadun raja- ja ohjeet eivät ylity asuin- ja lomarakennuksilla, vaikka arvioidut taustapitoisuudet otetaan huomioon. Raja- ja ohjeiden ylitykset tapahtuvat pienillä alueilla jätetäytön lähellä riippumatta siitä, otetaanko taustapitoisuudet huomioon. Ylitysvyöhykkeet eivät yllä Natura-alueelle eivätkä suojelualueelle, vaan jäävät jätealueelle ja sen laajennuksen kohdalle.

Kolmannessa ja neljännessä vaiheessa toteutettavat laajennukset nostavat ilman hiukkaspitoisuuksia laajennusalueella sekä sen välittömässä läheisyydessä. Pitoisuudet pienenevät molemmilla alueilla nopeasti etäisyyden kasvaessa. Kolmannessa vaiheessa vuorokausiraja-arvo ja vuosiraja-arvo voivat ylittyä jätealueella. Myös vuorokausiohjeeseen voi ylittyä jätealueella tai jätealueen laajennuksen sisällä pienillä alueilla. Ilmanlaadun raja- ja ohjeet eivät ylity asuin- ja lomarakennuksilla, vaikka arvioidut taustapitoisuudet otetaan huomioon. Raja- ja ohjeiden ylitykset tapahtuvat pienillä alueilla jätetäytön lähellä riippumatta siitä, otetaanko taustapitoisuudet huomioon. Ylitysvyöhykkeet eivät yllä Natura-alueelle eivätkä suojelualueelle,

vaan jäävät jätealueelle ja sen laajennuksen kohdalle. Vuosiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus voi nousta vain hieman suojelu- ja Natura-alueen rajalla. Hiukkaspäästöjen vuorokausiohjearvo voi ylittyä jätealueen tai jätealueen laajennuksen sisällä pienillä alueilla. Neljännessä vaiheessa vuorokausiraja-arvo tai vuosiraja-arvo eivät ylity. Myöskään vuorokausiohjearvo ei mallinnuksen mukaan ylity. Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot eivät ylity asuin- ja lomarakennuksilla, vaikka arvioidut taustapitoisuudet otetaan huomioon. Raja- ja ohjearvojen ylitykset tapahtuvat pienillä alueilla jätetäytön lähellä riippumatta siitä, otetaanko taustapitoisuudet huomioon. Ylitysvyöhykkeet eivät yllä Natura-alueelle eivätkä suojelualueelle, vaan jäävät jätealueelle ja sen laajennuksen kohdalle. Vaikutukset suojelu- ja Natura-alueella voivat olla suuremmat kuin itäisessä laajennuksessa (riskinarviossa tarkasteltu kolmas vaihe).

Pölyämiseen liittyviä riskejä hallitaan jätealueelle laaditun pölynhallintaohjeen mukaisesti. Ohjeistus kattaa käytönaikaisen tarkkailun, pölyhaittojen tunnistamisen, toimenpiteet pölyämisen hallitsemiseen ja vähentämiseen sekä pölyhavaintojen raportointiin. Jätealueen pölynhallintaan on kiinnitetty erityistä huomiota viime vuosien aikana. Toimenpiteitä pölyämisen hallitsemiseen ovat mm. päällystettyjen ajoreittien kastelu ja pesu, jätealueen päällystämättömän tiestön käsittely pölynsidontakemikaaleilla, kuljetuskaluston säännöllinen pesu, toiminnan keskeyttäminen voimakkaalla tuulella, pitämällä jätetäytön tiivistämätön pinta-ala täytön aikana mahdollisimman pienenä, jätealueen ulkoluiskien väliaikainen verhoilu sekä jätealueen rakentaminen, laajentaminen ja sulkeminen vaihteittain. Lisäksi Boliden on investoinut ajoneuvojen pesuhalliin, jolla estetään jätteen siirtyminen kuljetuskaluston renkaiden mukana jätealueen ulkopuolelle. Kaikkien jätealueella käyneiden ajoneuvojen tulee poistua pesuhallin kautta ennen alueelta poistumista. Jätealueelle on lisäksi asennettu useita sääasemia sekä jatkuvatoimisia pölymittareita, joilla pölyämistä voidaan seurata.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Jätealueen pölyäminen						
Nykytila	4	2	8	4	1	4
Ensimmäinen vaihe	4	2	8	4	1	4
Toinen vaihe	4	2	8	4	1	4
Kolmas vaihe	4	2	8	4	1	4
Neljäs vaihe	4	2	8	4	1	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	-	-		-	-	

Vesienhallintaan ja -käsittelyyn liittyvät häiriöt ja vauriot voivat johtaa jätealueella muodostuvien vesien purkautumiseen jätealueen ulkopuolelle. Yleisin syy todettuihin pohjavesipintojen poikkeamiin on ollut merenpinnan äkillinen lasku (ks. myös kohdat 4.5 ja 4.6). Merenpinnan vaihtelut vaikuttavat vain jätealueen merenpuoleisen sivun pohjavesipintoihin. Häiriöitä voi aiheutua myös vesienkäsittelyn tai jätealueen pumppaamoiden huoltoseisokeista tai prosessiongelmistä kuten pumppuvioista tai linjojen tukkeutumisista. Prosessiongelmien seurauksena pumppauskapasiteetti usein laskee, jolloin pohjavesiä saadaan pumpattua käsittelyyn normaalia vähemmän. Erilaiset luonnonilmiöt, kuten rankkasateet tai keväällä lumen sulaminen voivat aiheuttaa häiriöitä vesien pumppauksiin. Erityisesti rankkasateiden aikaan pumppauksia joudutaan usein priorisoimaan jätealueen pintavesiin patoturvallisuussyistä.

Häiriöt tai seisakit sinkkitehtaan vesienkäsittelyssä eivät lähtökohtaisesti kasvata vesistö päästöjä, koska jätealueella ja tehdasalueella on varoallastilavuutta ylimääräisten valumavesien väliaikaiseen varastointiin. Suotovesien putkistoille on rakennettu varalinoja, joita pitkin suoto- ja pohjavesiä voidaan pumpata putkistohuoltojen aikana, jolloin pohjavesipintoihin liittyvien poikkeamien riski vähenee huomattavasti. Vesienkäsittelyn kapasiteetti on kaksinkertaistettu sekä prosessi- ja ympäristövesien eriyttäminen on valmistunut alkuvuodesta 2018. Tällä toimenpiteellä on valmistauduttu tulevaisuuden mahdollisesti kasvaviin sademääriin sekä turvattu jätealueelta tulevien suoto- ja pohjavesien hallinta. Vesienkäsittelyrakenteiden huollolla ja kunnossapidolla sekä huoltoseisakkien ennakoinnilla varaudutaan myös vesienhallintaan liittyviin riskeihin. Teollisuusalueen yhteiset jätevesien saostusaltat toimivat myös poikkeustilanteissa varoaltaina. Jätealueen ulkopuolelle järjestetään vesien varastointia varten tarvittava lisätilavuus, kun altaat 6, 7 ja 8B poistuvat käytöstä. Kokkolan Satamalla on käynnissä hanke, jonka myötä merialuetta on suunniteltu täytettävän ja otettavan käyttöön maa-alueena, minkä arvioidaan vähentävän tai hidastavan merivedenpinnan vaihteluista aiheutuvia muutoksia jätealueen pohjavesipinnoissa (ks. kohta 4.5).

Jatkossa yhteisjäte sijoitetaan kuivana, jolloin jätealueelle ei kulkeudu vettä jätteen mukana. Laajennusalueilla suotovettä muodostuu sadannasta, ja suotoveden määrä on laajennusalueilla vähäisempi verrattuna nykyisellä jätealueella muodostuvan suotoveden määrään. Vähintään 5 vuotta ennen laajennusalueen toteuttamista nykyisten salaojien, kaivojen ja viemäreiden kunto tarkistetaan. Ennen tätä suotovesilinjojen toimintaa ja kuntoa seurataan ja arvioidaan, minkä perusteella voidaan suunnitella myös toimenpiteitä tarkemmin. Tarvittaessa tehdään toimenpiteet järjestelmän kunnon ja toiminnan varmistamiseksi ja tarvittavilta osin järjestelmää uusitaan. Toimenpiteillä varmistetaan suotosalaojalinjan toiminta ja huolto myös laajennusalueiden käyttöönoton jälkeen.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot						
Nykytila	4	2	8	3	1	3
Ensimmäinen vaihe	3	2	6	3	1	3
Toinen vaihe	3	2	6	3	1	3
Kolmas vaihe	2	2	4	2	1	2
Neljäs vaihe	2	2	4	2	1	2
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	1	1	1	1	1
Vesienkäsittelyn päätyttyä	1	1	1	1	1	1

Jätealueella muodostuvan käsiteltävän veden määrän lisääntyminen on tunnistettu yhdeksi toimintaan liittyväksi riskiksi. Siirtyminen lietaläjäytyksestä kuivaläjäytykseen vähentää jätealueelle kulkeutuvan veden määrää merkittävästi, jolloin myös jätealueella muodostuvan käsiteltävän veden määrä vähenee verrattuna nykytilanteeseen. Jatkossa suotovettä muodostuu lähinnä sadannasta. Tehtaan prosessissa voidaan käsitellä nykytilanteessa jätealueella muodostuvat vedet, jolloin vesienkäsittelyn kapasiteetti on riittävä myös vähenevälle käsiteltävän veden määrälle. Altain 6,7 ja 8B poistuessa käytöstä, järjestetään jätealueen ulkopuolelle tarvittava lisätilavuus häiriötilanteissa muodostuville vesille. Jätealueen sulkemisen jälkeen suotovesien määrä vähenee edelleen tiiviiden pintarakenteiden rakentamisen myötä. Suotovesien määrä voi sulkemisen jälkeen kasvaa vain, jos pintarakenteiden läpi pääsee suotautumaan vettä jätetäyttöön. Pintarakenteiden

kuntoa seurataan ja tarkkaillaan ja mahdolliset vauriot korjataan. Myös sulkemisen jälkeen suotovedet kerätään ja käsitellään niin pitkään kuin niiden laatu sitä vaatii.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Jätealueella muodostuvan käsiteltävän veden määrän lisääntyminen						
Nykytila	1	2	2	1	2	2
Ensimmäinen vaihe	1	2	2	1	2	2
Toinen vaihe	1	2	2	1	1	1
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Riski suotoveden keräilyn päättymisestä toiminnan aikana ei ole todellinen. Myös sulkemisen jälkeen suotovesiä kerätään ja käsitellään niin pitkään kuin vesien laatu sitä vaatii. Suotovesien pumppaus lopetetaan siinä vaiheessa, kun suotovesi ei aiheuta haittavaikutuksia ympäröivissä pinta- tai pohjavesissä. Suotovesien pumppauksen ja käsittelyn tehtaalla tai vesien käsittelyn esim. passiivisella reaktiivisella suodatuksella arvioidaan jatkuvan useita kymmeniä vuosia jätealueen sulkemisen jälkeen. Jätealueelle on asetettu ja asetetaan muuttuvaa tilannetta vastaava vakuus, jossa on huomioitu myös sulkemisen jälkeinen vesienkäsittely.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Suotoveden keräilyn päättymisen						
Nykytila	0	1	0	0	1	0
Ensimmäinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Toinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

4.3 Teema 3: rakenteet

Jätealueen rakenteita on kuvattu tiivistetysti edellä kohdissa 2.1 ja 2.2 ja tarkemmin lupahakemuksessa ja sen liitteissä.

Pohjaolosuhteisiin, jätetäytön ja patojen stabiliteettiin sekä rakennettavuuteen liittyvät riskit on tunnistettu yhdeksi jätealueen rakenteisiin liittyväksi riskiksi. Nykyiselle jätealueelle on sijoitettu jätealueen toiminnan aikana koostumukseltaan erilaisia jätteitä, joita on kuvattu erillisessä jätealueen rakennetta ja historiaa kuvaavassa selvityksessä. Aiemmasta lietalajityksestä siirrytään kokonaisuudessaan kuivakuljetuksiin, mikä parantaa merkittävästi jätealueen rakennettavuutta. Nykyisellä jätealueella tutkimuksissa havaittu löyhempi kerros on huomioitu stabiliteettilaskennoissa, eikä kerroksella ole havaittu laskennan perusteella olevan stabiliteettiriskiä. Stabiliteettiriski voi kasvaa, mikäli huokosvedenpaine tässä kerroksessa kasvaa merkittävästi tulevien täyttöjen aikana. Täytössä vallitsevan huokospaineen mittaamiseksi ja seuraamiseksi täyttöalueelle on asennettu pietsometrit kahdelle eri kohdalle. Pietsometrejä sekä huokosvedenpinnanmittausantureita asennetaan jätealueelle lisää vuoden 2023 aikana. Tehtyjen

pietsometrimittausten perusteella on havaittu, että kuivaläijityksen alla ei ole muodostunut huokosveden ylipainetta, vaan huokospaine pääsee purkautumaan. Pietsometrien avulla mahdolliseen huokospaineen kasvuun pystytään reagoimaan heti ja arvioimaan sen mahdollista riskiä sekä ryhtymään tarvittaviin toimenpiteisiin, esimerkiksi rajoittamalla täyttöä. Kuivaläijityksen läpi suotautuvan veden määrä on todennäköisesti pieni ja pääosin vedet ohjautuvat pintavaluntana vapaan veden alueelle. Laajennusalueilla pohjavedenpinnan vaihtelu pohjarakenteen alla voisi vaikuttaa kantavuuteen, jos pohjavesi nousee niin ylös, että se aiheuttaa merkittävää nostetta tiivisrakenteeseen. Pohjan tasaus on kuitenkin suunniteltu sellaiseksi, ettei pohjavesi aiheuta vedenpainetta ja nostetta pohjarakenteeseen. Rakenteen alla ei ole sellaisia maita, jotka pohjavedenpinnan vaihtelun vuoksi voisivat aiheuttaa laajennusalueen stabiliteettiriskiä. Laajennusalueiden maaperän laatu selvitetään vielä tarkemmin rakentamisen yhteydessä. Laajennusalueet rakennetaan siten, että luiskien stabiliteetti on riittävä (ei sortumavaaraa).

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Pohjaolosuhteisiin, jätetäytön ja patojen stabiliteettiin ja rakennettavuuteen liittyvät riskit						
Nykytila	1	3	3	1	3	3
Ensimmäinen vaihe	1	2	2	1	2	2
Toinen vaihe	1	2	2	1	2	2
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Yhdeksi rakenteisiin liittyväksi riskiksi on tunnistettu pohjarakenteiden riittämättömyys tai vauriot, jolloin jätealueen vesiä voisi päästä kulkeutumaan pohja- ja pintavesiin. Pohjarakenteisiin ja niiden vaurioihin liittyviä riskejä on tarkasteltu myös kohdassa 4.6. Nykyinen jätealue on otettu käyttöön 1970-luvulla ja alueelle on rakennettu nykylainsäädäntöä vastaava pystyeristysseinä sekä suotovesienkeräysjärjestelmä, joka on otettu käyttöön marraskuussa 2000 (ks. edellä kohta 2.1). Pystyeristysseinän sisäpuolinen vesipinta pidetään pumppauksilla jatkuvasti ympäristön vedenpintaa alempana, millä estetään epäpuhtauksien leviäminen jätealueelta pohjavesiin ja ympäristöön. Lietteenä läjitetty jäte on tiivistynyt ja painunut omasta painostaan sekä päälle läjitetyn täytön aiheuttamasta kuormituksesta. Merialueen yhteistarkkailussa ei ole havaittu merkittävästi kohonneita sinkkipitoisuuksia ennen pystyeristysseinän rakentamista. Jätealueen kuormitus ja sen vaikutukset merialueen pintaveden laatuun on arvioitu vähäiseksi. Laajennusalueille rakennetaan kaatopaikka-asetuksen mukaiset vaarallisen jätteen kaatopaikan pohjarakenteet, joiden suunnittelussa on huomioitu mm. tehtyjen pohjatutkimusten tulokset. Jätealueella muodostuvat vedet kerätään ja käsitellään hallitusti. Jätealuetta suljetaan vaiheittain, jolloin muodostuvan suotoveden määrä vähenee. Jätealueen rakenteet, kuten putkistot ja pumppaamot pidetään kunnossa ja huolletaan säännöllisesti. Tarvittaessa nykyisen jätealueen pystyeristysseinän salaojia syvennetään, jos jätealueen ulkopuolisen pohjavedenpinta laskee. Salaojan syventämisellä varmistetaan vesien virtaaminen jätealueen suuntaan. Jätealueen rakenteiden toimintaa ja rakenteita tarkkaillaan osana käyttötarkkailua. Mikäli tarkkailussa havaitaan poikkeamia, selvitetään poikkeamien syyt ja ryhdytään tarvittaviin korjaaviin toimenpiteisiin. Jätealueen sulkemisen aikana tehtävillä kaatopaikka-asetuksen mukaisilla tiiviillä pintarakenteilla vähennetään merkittävästi jätetäyttöön suotautuvan veden määrää.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Pohjarakenteiden riittämättömyys tai vauriot						
Nykytila	1	2	2	1	2	2
Ensimmäinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Toinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0

Laajennusalueiden pohjarakenteiden liittyminen nykyisen alueen pystyeristysseinään on tunnistettu riskikohteeksi/riskirakenteeksi. Nykyisen jätealueen pystyeristysseinän yläpinta kaivetaan esiin ja varmistetaan sen kunto. Eristysseinän yläpinta ja laajennusalueen pohjarakenne yhdistetään yhtenäiseksi rakenteeksi ja liitos liitoskohdan alueella varmistetaan esimerkiksi maabentoniittitäytöllä. Nykyinen pystyeristysseinän rakenne on sellainen, että se kestää myös muodonmuutoksia murtumatta pitkälläkin aikavälillä. Rakenteiden suunnittelussa ja myöhemmin rakenteiden toteutuksessa pohjarakenteiden liittyminen on teknisesti toteutettavissa siten, ettei riskiä pystyeristysseinälle aiheudu. Materiaaliratkaisuilla varmistetaan se, että vaikutukset pystyeristysseinälle ovat mahdollisimman vähäiset. Jätetäytön alle jäävä pystyeristysseinä ja siihen liittyvät rakenteet on suunniteltu toimiviksi. Vaikka täytön alle jäävät rakenteet eivät toimisi, olisi vesien virtaus edelleen meren/sinkkitehtaan suuntaan, ei Patamäen pohjavesialueen suuntaan (ks. kohta 4.6). Meren ja sinkkitehtaan puolella olevat salaojat eivät jää suunniteltujen täyttöjen alle, joten niiden toiminta jatkuu nykyisellään, vaikka itä- ja pohjoispuolen järjestelmät eivät toimisi. Suotovedet siis virtaisivat edelleenkin pohjavesien keräilyjärjestelmiin. Jos kävisi niin, että itä- ja pohjoispuolen suotovesien keräilyjärjestelmä ei toimisi, voidaan asentaa suojapumppauskaivoja jätetäytön läpi tai alueen ulkoreunoille. Lähtökohtana kuitenkin on, että suotovesien keräilyjärjestelmää voidaan huoltaa myös silloin, kun se jää jätetäytön alle.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Laajennusalueiden pohjarakenteiden liittyminen nykyisen alueen pystyeristysseinään						
Nykytila	-	-		-	-	
Ensimmäinen vaihe	-	-		-	-	
Toinen vaihe	-	-		-	-	
Kolmas vaihe	2	2	4	2	2	4
Neljäs vaihe	2	2	4	2	2	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	-	-		-	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	-	-		-	-	

Padon murtumisen ja vahingonvaaran riskit liittyvät lähinnä nykyiseen jätealueeseen, mihin on sijoitettu jätettä lietemäisenä, minkä vuoksi etenkin läjityksen pintaosa on ollut hyvin vesipitoista ja lietemäistä, jolloin patomurtumassa lietettä sekä läjityksen pinnalle selkeytynyttä vettä voisi virrata ulos murtuma-aukosta. Vaikka läjityksessä siirrytään vuoden 2024 loppuun mennessä kokonaan kuivaläjitykseen, ei jätetäyttö kuivu välittömästi ja ainakin nykyisin osa yhteisjätteestä on vielä juoksettuvassa tilassa tai muuttuu häirittyinä helposti juoksevaan tilaan. Uuden jätteen tiivistyminen nykyisen täytön päälle poistaa huokosvettä alapuolisesta täytöstä, minkä vuoksi täyttö kuivuu jatkossa nykyistä tehokkaammin. Alueelle ei tule uutta vettä läjityksen mukana. Nykyisen jätealueen patomurtuman vahingonvaaraa ja vaikutuksia on kuvattu yksityiskohtaisesti jätealueen

vahingonvaaraselvityksessä sekä liitteenä olevassa taulukossa. Kuivaläjitukseen siirtyminen on merkittävä parannus patoturvallisuuden kannalta. Jätealueen patoturvallisuuden kannalta olennaisia ovat vesienhallinnan toimenpiteet, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa. Laajennusalueille jäte sijoitetaan kuivaläjityskseenä ja alueiden ympärille rakennetaan suunnitelmien mukaiset reunapenkereet. Reunapenkereen sortumisesta ei aiheudu massiivista vesien purkautumista tai tulva-aaltoa ympäristöön. Laajennusalueilla läjitysalueen toiminta on verrattavissa ns. tavanomaisiin kaatopaikkoihin, joihin jätteet läjitetään kuivana. Jätetäytön stabiliteettia seurataan ja tarkkaillaan säännöllisesti.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Padon murtuminen ja vahingonvaara						
Nykytila	1	3	3	1	3	3
Ensimmäinen vaihe	1	2	2	1	2	2
Toinen vaihe	1	2	2	1	2	2
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Nykyiselle jätealueelle sijoittuvien rikkirikastealtaiden rakennettavuus on tunnistettu riskiksi. Rikkirikastealtaat 8A ja 8B on tarkoitus tyhjentää ennen jätealueen korottamista kyseisellä alueella. Lähtökohtaisesti asennetut muovit poistetaan ja pohja tarkistetaan. Altaan kohdat täytetään kuivalla yhteisjätteellä, jolloin ko. kohdalle ei jää vettä kerääviä painanteita, eikä täytöillä ole esimerkiksi stabiliteettia heikentävää vaikutusta yläpuolisiin täyttöihin. Vaihtoehtona on myös rikkirikasteen geoteknisten ominaisuuksien parantaminen massastabiloimalla, jolloin alueen päälle voidaan tehdä yhteisjätteen läjitystä. Tarkemmat suunnitelmat ja toimet altain osalta hyväksytetään viranomaisella hyvissä ajoin ennen alueen täyttämistä. Riski ei liity laajennusalueisiin.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Rikkirikastealtaiden rakennettavuus						
Nykytila	-	-	-	-	-	-
Ensimmäinen vaihe	0	1	0	0	1	0
Toinen vaihe	-	-	-	-	-	-
Kolmas vaihe	-	-	-	-	-	-
Neljäs vaihe	-	-	-	-	-	-
Jätealueen sulkemisen jälkeen	-	-	-	-	-	-
Vesienkäsittelyn päätyttyä	-	-	-	-	-	-

Nykyisellä jätealueella varastoidaan kadmiumjätettä kadmiumjätebunkkereissa, joiden vauriot on tunnistettu riskiksi. Kulloinkin käytössä oleva bunkkeri suojataan väliaikaisella kannella siten, että kadmiumjäte ei pääse leviämään ympäristöön. Täyttyneet bunkkerit suljetaan välittömästi betonikannella. Kadmiumjätteen varastointia jatketaan, kunnes viranomaisten hyväksymä käsittelymenetelmä on käytössä. Kadmiumjätevarastojen käytön lopettamisesta, varastoidun kadmiumjätteen käsittelystä ja/tai muualle toimittamisesta aikatauluehdotuksineen laaditaan selvitys. Kadmiumjätebunkkerit sijaitsevat jätealueen eteläreunalla, eikä riski liity jätealueen korottamiseen tai laajennusalueisiin.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Kadmiumjätevarastojen vauriot						
Nykytila	2	2	4	2	2	4
Ensimmäinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Toinen vaihe	1	2	2	1	2	2
Kolmas vaihe	-	-		-	-	
Neljäs vaihe	-	-		-	-	
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Sulkemiseen ja pintarakenteisiin liittyvät riskit liittyvät mahdollisiin pintarakenteiden vaurioihin, jolloin pintarakenteiden läpi pääsee kulkeutumaan vettä jätetäyttöön. Koska jätealueella muodostuvat vedet johdetaan ja käsitellään hallitusti myös pintarakenteiden rakentamisen jälkeen, ei likaantuneita suotovesiä tällaisessa tilanteessa pääse kulkeutumaan ympäristöön. Nykyiselle jätealueelle sekä laajennusalueille rakennetaan suunnitelmien mukaiset kaatopaikka-asetuksen mukaiset pintarakenteet. Sulkemisesta ja pintarakenteista laaditaan tarkemmat suunnitelmat ennen sulkemisen toteuttamista. Sulkemisen suunnittelussa huomioidaan mm. mahdollinen jätetäytön painuminen ja vesien hallinta pintarakenteiden rakentamisen jälkeen. Pintarakenteiden kuntoa seurataan ja tarkkaillaan säännöllisesti ja mahdolliset vauriot korjataan. Tilannetta, jossa sekä pintarakenteet että pohjarakenteet olisivat vaurioituneet, eikä vesienkäsittely olisi toiminnassa, on tarkasteltu pohjavesiin kohdistuvien riskien tarkastelun yhteydessä (ks. kohta 4.6).

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Sulkemiseen ja pintarakenteisiin liittyvät riskit						
Nykytila	1	3	3	1	3	3
Ensimmäinen vaihe	1	3	3	1	3	3
Toinen vaihe	1	3	3	1	3	3
Kolmas vaihe	1	2	2	1	2	2
Neljäs vaihe	1	2	2	1	2	2
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	1	1	1	1	1
Vesienkäsittelyn päätyttyä	1	1	1	1	1	1

4.4 Teema 4: sisäiset prosessit

Loppusijoitettavien jätteiden laadulla ja laadun muutoksilla on merkitystä pääasiassa jätealueella muodostuvan käsiteltävän veden laatuun. Jätealueella muodostuvat vedet kerätään ja käsitellään hallitusti sinkkitehtaan vesienkäsittelyssä, joka on suunniteltu kyseisten vesien käsittelyyn. Jatkossa jätealueelle sijoitetaan pääsääntöisesti yhteisjätettä, jonka laatua seurataan säännöllisesti. Jätealueelle sijoitetaan vain ympäristöluvan mukaisia jätteitä, jotka täyttävät ympäristöluvan mukaiset kelpoisuusehdot. Yhteisjätteen osalta on haettu sinkin, kadmiumin ja lyijyn liukoisuusraja-arvojen kolminkertaistamista, jota koskien on laadittu erillinen kaatopaikka-asetuksen 34 §:n mukainen terveys- ja ympäristöriskien kokonaisarvio. Arvio on toimitettu ympäristölupahakemuksen yhteydessä.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Loppusijoitettavien jätteiden laadun muutokset						
Nykytila	3	1	3	3	1	3
Ensimmäinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Toinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Kolmas vaihe	2	1	2	2	1	2
Neljäs vaihe	2	1	2	2	1	2
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Nykyisellä jätealueella on tehty selvityksiä, joissa on tutkittu mm. jätealueen sisäisiä prosesseja ja loppusijoitettujen jätteiden laadun muutoksia. Jatkossa nykyiselle jätealueelle sekä laajennusalueille sijoitetaan yhteisjätettä, jonka laatua seurataan säännöllisesti. Siten jatkossa loppusijoitettavien jätteiden laatu on paremmin tunnettu kuin nykyiselle jätealueelle sen pitkän historian aikana loppusijoitettujen jätteiden. Jätealueen aiemmasta ja nykyisestä toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset tunnetaan hyvin. Jätealueella muodostuvan veden laadusta on olemassa tarkkailuaineistoa useiden vuosien ajalta. Jätealueelle loppusijoitettujen jätteiden laatu huomioidaan sulkemisen suunnittelussa.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Loppusijoitettujen jätteiden laadun muutokset						
Nykytila	2	1	2	2	1	2
Ensimmäinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Toinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Kolmas vaihe	1	1	1	1	1	1
Neljäs vaihe	1	1	1	1	1	1
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	1	1	1	1	1
Vesienkäsittelyn päätyttyä	1	1	1	1	1	1

Lietteenä läjitetyn yhteisjätteen alhainen puskurikapasiteetti on tutkimuksissa arvioitu melko vaatimattomaksi ja siten mahdolliseksi riskiksi. Jätteen sijoituksessa tulee huomioida haitta-aineiden, erityisesti kadmiumin, lyijyn tai sinkin liukoisuuden lisääntyminen jätteestä sen joutuessa kosketuksiin emäksisten tai happamien jätteiden, materiaalien ja suotovesien kanssa. Tarkkailuaineiston perusteella voidaan todeta, ettei jätealueesta ole aiheutunut tai aiheudu merkittävää vaikutusta alueen ympäristöön. Tämä siitakin huolimatta, että jätealueelle läjitetyn

jätteen liukoiset pitoisuudet ovat läjityksen aikana kohonneet. Merkittävin syy tähän on jätealueen ympärille rakennettu pystyeriste ja suotovesien keräysjärjestelmä, jolla käytännössä kaikki alueen metallipitoiset suotovedet ja osin myös alueen ulkopuoliset, aiemmasta kuormituksesta kontaminoituneet pohjavedet saadaan kerättyä sinkkitehtaan prosessiin. Jätealueelle loppusijoitetaan jatkossa pääsääntöisesti yhteisjätettä kuivaläjityksenä, jonka laatu selvitetään ennen loppusijoittamista. Jätealueella muodostuvat vedet johdetaan hallitusti käsiteltäväksi edellä tässä riskinarviossa kuvatun mukaisesti.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Yhteisjätteen alhainen puskurikapasiteetti						
Nykytila	2	2	4	2	2	4
Ensimmäinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Toinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Kolmas vaihe	2	2	4	2	2	4
Neljäs vaihe	2	2	4	2	2	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	2	2	1	2	2
Vesienkäsittelyn päätyttyä	1	2	2	1	2	2

Suodinkuivan yhteisjätteen pitkäaikaiskäyttämällä voi olla vaikutuksia lähinnä jätealueella muodostuviin vesiin ja niiden käsittelyyn sekä jätealueen pinta- ja pohjarakenteisiin. Vuodesta 2019 lähtien yhteisjätettä on suodatettu ja suodinkuivaa yhteisjätettä on läjitetty jätealueelle koetoimintapäätösten mukaisesti. Vuotta 2019 aiempi tarkkailuaineisto edustaa siten pääosin tilannetta, jossa yhteisjäte on sijoitettu alueella lietalajityksenä. Yleisesti voidaan kuitenkin arvioida, että siirtyminen kuivaläjitykseen vähentää jätealueella muodostuvan suotoveden määrää, koska jätealueelle ei enää johdeta kuljetusvettä ja kuivajätteen vapaa huokostilavuus sitoo täyttöönsä imeytyvää vettä. Myös jätteen tiivistyminen nykyisen täytön päälle tulevasta lisätäytöstä poistaa huokosvettä alapuolisesta täytöstä, jonka vuoksi täyttö kuivuu jatkossa nykyistä tehokkaammin, vaikka täyttö onkin täyttötöiminnan aikana avoin. Veden ja siten myös hapen kulkeutuminen täyttöönsä vähenee, minkä arvioidaan alentavan täyttöalueella nykyisellään esiintyviä haitta-aineiden liukoisuuksia. Yhteisjätteen ominaisuudet huomioidaan rakenteiden suunnittelussa.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Suodinkuivan yhteisjätteen pitkäaikaiskäyttämisen						
Nykytila	2	1	2	2	1	2
Ensimmäinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Toinen vaihe	2	1	2	2	1	2
Kolmas vaihe	2	1	2	2	1	2
Neljäs vaihe	2	1	2	2	1	2
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Kaksoissuodatetun yhteisjätteen juoksettuminen on tunnistettu yhdeksi riskiksi tutkimuksiin perustuen. Jätteen vettymisen yhdessä rakenteellisen sortuman kanssa aiheuttaa jätteen ympäristöön leviämiseen liittyvän riskin. Loppusijoitettavan yhteisjätteen ominaisuudet huomioidaan jätealueen täyttösuunnittelussa ja jätealueen stabiliteettia seurataan ja tarkkaillaan. Laajennusalueet rakennetaan siten, että luiskien stabiliteetti on riittävä (ei sortumavaaraa). Jäte

sijoitetaan laajennusalueille kuivana, jolloin jätetäyttöön ja stabiliteettiin liittyvät riskit ovat merkittävästi pienempiä kuin aiemmassa lietteläytyksessä.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Kaksoissuodatetun yhteisjätteen juoksettuminen						
Nykytila	1	3	3	1	3	3
Ensimmäinen vaihe	1	3	3	1	3	3
Toinen vaihe	1	3	3	1	3	3
Kolmas vaihe	1	3	3	1	3	3
Neljäs vaihe	1	3	3	1	3	3
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	3	0	0	3	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	-	-		-	-	

Kaatopaikkakaasujen muodostuminen jätealueella on tunnistettu olemattomaksi. Nykyiselle jätealueelle voi olla läjitettynä kokonaisuuteen nähden hyvin pieniä määriä orgaanista ainesta. Orgaanisen aineksen määrä on olematon verrattuna jätealueelle sijoitettujen jätteiden kokonaismäärään, minkä vuoksi kaasunmuodostuksen arvioidaan olevan merkityksetöntä mm. toiminnan aikaisille täytöille ja rakenteille. Täyttötoiminnan aikaisella mahdollisella erittäin vähäisellä kaasuntuotannolla ei ole vaikutusta jätetytön kantavuuteen tai vakauteen. Laajennusalueille loppusijoitetaan vain yhteisjätettä, joka on epäorgaanista jätettä eikä siten muodosta kaatopaikkakaasua. Ennen jätealueen sulkemista tehdään jätetäytön hajoamistilaa ja kaasunmuodostusta koskeva perustilaselvitys.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Kaatopaikkakaasujen muodostuminen						
Nykytila	1	1	1	1	1	1
Ensimmäinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Toinen vaihe	1	1	1	1	1	1
Kolmas vaihe	0	1	0	0	1	0
Neljäs vaihe	0	1	0	0	1	0
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	-	-		-	-	

4.5 Teema 5: olosuhteiden muutokset

Osana riskitarkastelua on arvioitu olosuhteiden muutoksiin liittyviä riskejä. Merkittävämmät mahdolliset muutokset liittyvän ilmastomuutokseen ja sen seurauksena tapahtuvaan ääri-ilmiöiden esiintymisen kasvuun. Lisäksi olosuhteiden muutosten tarkastelussa on huomioitu Kokkolan Sataman laajentumisen mahdolliset vaikutukset Boliden Kokkolan jätealueeseen.

Ilmastomuutoksen vaikutukset näkyvät seuraavan sadan vuoden aikana Kokkolan alueella keskilämpötilan nousuna, merenpinnan nousuna, sademäärien kasvuna ja maksimituulennopeuden pientymisenä. Vuoden keskilämpötilan arvioidaan nousevan Kokkolassa noin 4 °C. Merkittävämpää on lämpötilojen tasaantuminen, sillä minimilämpötilan arvioidaan nousevan jopa 12 °C. Lämpötilan kohoaminen lyhentää jää- ja lumipeitteisen ajan kestoa. Lumipeitteen kesto lyhenisi 60 ja jääpeitteen 80 vuorokaudella sadan vuoden kuluessa. Vuoden keskituulennopeuden arvioidaan pysyvän ennallaan, mutta maksimituulennopeus pienenee arviolta 5 %. Sadanta sen

sijaan lisääntyy merkittävästi sadan vuoden aikana, vuositasolla noin 25 %, ja rankkasateiden sademäärä tätäkin enemmän (6 tunnin sademaksimi 40 %).

Pakkaskauden keston lyhenemisellä olisi pitkäkestoisia vaikutuksia jätealueen toimintaan. Isompi osa sateista tulee vetenä, mikä lisää pintarakenteiden eroosiota. Lisäksi lämpötilan vaihtelut pakkasen ja suojakelin välillä lisäävät routimiseen liittyvien vaurioiden riskiä. Muutokset tuulioloissa ja myrskyissä sekä talvisin vähentävä jääpeite vaikuttavat lyhytaikaisiin merenpinnan vaihteluihin, joilla ennen mahdollista Kokkolan sataman laajennuksen toteuttamista on vaikutusta jätealueen merenpuoleiseen vesitaseeseen. Talvikaudella päivän keskilämpötilan ollessa pakkasen puolella, pinnaltaan avoimella jätealueella suotovesien muodostuminen on vähäistä. Talvikauden sateiden tullessa enimmäkseen vetenä, lisää se alueella muodostuvien suotovesien määrää. Lisäksi jätetäytön stabiliteetti on pakkasella keskimäärin parempi, sisäiset prosessit hitaampia ja mm. hapettumisen eteneminen jätetäytössä hidasta. Pakkaskauden lyheneminen lyhentää jätealueen stabiilimpaa talvikautta. Edellä mainitut tekijät lisäävät rakenteiden tarkkailun tarvetta, sekä lisäävät suotovesien käsittelymääriä pitkällä aikavälillä. Huomioitava on kuitenkin kuivaläjitykseen siirtyminen, joka puolestaan vähentää suotoveden määrää merkittävästi nykytilaan verrattuna. Haitallisia vaikutuksia ehkäistään ja ennakoidaan tarkkailulla (jatkuvatoiminen ja muu tarkkailu). Olosuhteiden muutokset on myös huomioitu suunnittelussa. Esimerkiksi pintarakenteeseen on suunniteltu kaatopaikka-asetuksen mukainen riittävä pintakerros, sekä kuivatuskerros, jotka ehkäisevät läpäisemättömien kerrosten routimista ja eroosiota. Tärkeää riskinhallinnan kannalta on vesien johtaminen hallitusti siten, että sadevedet eivät jää seisomaan alueelle. Tämä pienentää myös patoturvallisuusriskiä. Lisäksi seuranta ja tarkkailua voidaan tarpeen vaatiessa edelleen tehostaa. Suotovesiä kerätään ja käsitellään niin kauan, kun niiden laatu sitä vaatii.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Pakkaskauden keston lyheneminen						
Nykytila	2	2	4	2	2	4
Ensimmäinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Toinen vaihe	3	2	6	3	1	3
Kolmas vaihe	3	2	6	3	1	3
Neljäs vaihe	4	2	8	4	1	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	1	1	1	1	1
Vesienkäsittelyn päätyttyä	1	1	1	1	1	1

Pitkäkestoinen kuivuus altistaa jätteen pintaosat kuivumiselle, mikä lisää voimakkaasti pölyämisriskiä. Pölyäminen edistää haitta-aineiden leviämistä jätealueen ulkopuolelle. Kuivuminen lisäksi altistaa jätteen hapettumiselle. Hapettuminen laskee jätteen pH-tasoa ja mobilisoi haitta-aineita. Tästä ei kuitenkaan normaalitilanteessa aiheudu riskiä jätealueen ulkopuolelle pölyämistä lukuun ottamatta. Pitkäkestoinen kuivuus laskee pohjavesipintoja. Tätä on käsitelty omana riskinään kohdassa 4.6. Natura-alueeseen ja pohjavesialueeseen kohdistuva riski kasvaa hieman jätealueen laajentumisten myötä. Meren läheisyys ehkäisee äärimmäisen kuivuuden haitallisia vaikutuksia. Pitkäjaksoisella kuivuudella voi olla vaikutusta pintarakenteen eheyteen, mikäli merkittävä kuivuminen ulottuu kasvukerroksen alapuolisiin kerroksiin. Tiivisrakenteiden rikkoutuminen kuivuuden vuoksi vaatisi kuitenkin äärimmäistä pitkäkestoista kuivuusjaksoa, jollaista ei ole nykyisissä ilmastoskenaarioissa ennustettu Kokkolan alueelle. Tämän vuoksi sulkemisen jälkeisten riskien ei katsota olevan todellisia. Kuivuuteen liittyviä riskejä hallitaan

pitämällä täytön tiivistämätön pinta-ala läjitettäessä mahdollisimman pienenä, jotta pölyn hajapäästöjen hallinta on mahdollisimman tehokasta. Jätealuetta rakennetaan ja laajennetaan vaiheittain. Pölynhallintakeinoja on käsitelty erikseen kohdassa 4.2.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Pitkäkestoinen kuivuus						
Nykytila	2	3	6	2	2	4
Ensimmäinen vaihe	2	3	6	2	2	4
Toinen vaihe	3	3	9	3	1	3
Kolmas vaihe	4	3	12	3	1	3
Neljäs vaihe	4	3	12	4	1	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	1	0	0	1	0
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Voimakas ja pitkäkestoinen sadetapahtuma ja/tai sademäärien nousu nostaa vesipintaa jätealueen sisä- ja ulkopuolella. Ensimmäisessä vaiheessa rikkirikastealtaat sekä pumppausallas poistuvat jätealueella käytöstä, jolloin alueella ei enää ole allastilavuutta suuren yhtäkkisen sademäärän viivyttämiseen. Riskit ovat suurempia jätealueen pinta-alan laajentuessa, joskin jätteen kuivaläjitys pienentää suotovesien määrän kasvuun liittyviä riskejä. Pitkään jatkuvat rankkasateet ja/tai kokonaissademäärän kasvu voivat muuttaa tilannetta, jossa kuivaläjitys on merkittävästi vähentänyt suotovesien määrää jätealueella. Sademäärän kasvu nostaa pidemmällä aikavälillä myös pohjavesipintaa. Pohjavesipinnan nousuun liittyvää riskiä on käsitelty kohdassa 4.6. Sulkemisen jälkeen vain pintarakenteen vaurio mahdollistaisi suotovesien määrän lisääntymisen sulkemisen jälkeen. Vesienkäsittelyä jatketaan niin pitkään kuin on tarpeen. Riskinhallinnassa sademäärien nousun todennäköisyyteen ei voida vaikuttaa, mutta seurausluokkaa voidaan laskea. Nykytilanteessa patoturvallisuus säilytetään priorisoimalla pumppauksia jätealueen pintavesiin. Uusi häiriötilanteiden allas on suunniteltu, jolla lisätään viivytykskapasiteettia nykyisten altaiden poistuessa käytöstä. Yhteisjätteen kuivaläjitukseen siirtyminen lisää merkittävästi patoturvallisuutta myös tilanteessa, jossa sademäärät kasvavat / rankkasateiden esiintyminen lisääntyy. Riskinhallintaa on myös jätealueen tehokas kuivattaminen muotoilulla, sekä vaiheittaisella sulkemisella, jolloin koko jätealue ei tule olemaan auki samanaikaisesti. Myös pumppauskapasiteettia ja -linjastoja voidaan tarvittaessa lisätä, mikäli olosuhteet niin vaativat. Lisäksi salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin on riskienhallinnan kannalta oleellista. Pystyeristysseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatua seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. Jätealueen vaikutuksia seurataan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. Tarkkailu mahdollistaa jätealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi. Jätetäytön huokosvedenpainetta seurataan jätetäyttöön asennetuilla pietsometreillä, joita voidaan tarvittaessa lisätä.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Sademäärien kasvu, voimakas sadetapahtuma						
Nykytila	2	3	6	2	2	4
Ensimmäinen vaihe	2	3	6	2	2	4
Toinen vaihe	3	3	9	3	2	6
Kolmas vaihe	4	3	12	4	2	8
Neljäs vaihe	4	3	12	4	2	8
Jätealueen sulkemisen jälkeen	2	2	4	2	2	4
Vesienkäsittelyn päätyttyä	2	2	4	2	2	4

Poikkeuksellinen hellejakson aiheuttama lämpötilan nousu voi johtaa jätteen kuivumiseen, mikä lisää pölyämällä leviävien haitta-aineiden määrää. Pölyämisriski on suurempi jätealueen pinta-alan laajentuessa, joskin koko jätealue ei ole missään vaiheessa samanaikaisesti avoin. Kuivuminen altistaa jätteen hapettumiselle. Hapettuminen laskee jätteen pH-tasoa ja mobilisoi haitta-aineita. Tästä ei kuitenkaan normaalitilanteessa aiheudu riskiä jätealueen ulkopuolelle. Lisäksi jätetäytön korkeampien lämpötilojen syvyyssulottuvuus kasvaa. Tällä voi olla vaikutusta jätetäytön pH-tasoon ja haitta-aineiden biosaatavuuteen. Lämpötilan nousulla ei kuitenkaan ole vaikutusta jätetäytön stabiliteettiin, sillä täytössä ei ole nykytilanteessakaan havaittu jäässä olevia kerroksia matalista lämpötiloista huolimatta. Kuumuus ja siitä seuraava kuivuminen laskee pohjavesipintoja, millä voi olla vaikutusta Patamäen pohjavesialueen vedenjakajan sijaintiin. Virtaussuunta voi paikallisesti kääntyä pohjavesialueen suuntaan, mikäli kuivuusjakso on pitkäkestoinen. Tällöin haitta-ainepitoisella pohjavedellä olisi kulkeutumisreitti pohjavesialueelle. Kulkeutumista Patamäen vedenottamolle ei kuitenkaan tapahdu, sillä pohjavedenpinnan lasku ei mallinnusten perusteella vaikuta itä-länsisuuntaisen vedenjakajan sijaintiin. Suljetun jätealueen pintarakenne suojaa jätetäyttöä lämmön nousulta tehokkaasti, eikä lämpötilan nousuun liittyvää riskiä jätetäytön sisäisten prosessien osalta voida pitää merkittävänä. Täytön tiivistämätön pinta-ala pyritään pitämään läjitettäessä mahdollisimman pienenä, jotta pölyn hajapäästöjen hallinta on mahdollisimman tehokasta. Jätealuetta rakennetaan ja laajennetaan vaiheittain. Pölynhallintakeinoja on käsitelty erikseen kohdassa 4.2. Pohjavesipintoja jätealueella pidetään tasolla, joka ehkäisee suotovesien purkautumisen jätealueen ulkopuolelle myös tilanteessa, jossa ulkopuolinen pohjavesipinnantasoo laskee. Jätetäytön huokosvedenpainetta ja lämpötilaa seurataan jätetäyttöön asennetuilla pietsometreillä, joiden määrää voidaan tarvittaessa lisätä. Sulkemisen jälkeen vesien keräilyä, tarkkailua ja käsittelyä jatketaan niin pitkään kuin on tarpeen.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Poikkeuksellisen pitkä hellejakso						
Nykytila	3	2	6	3	1	3
Ensimmäinen vaihe	3	2	6	3	1	3
Toinen vaihe	3	2	6	3	1	3
Kolmas vaihe	3	2	6	3	1	3
Neljäs vaihe	3	2	6	3	1	3
Jätealueen sulkemisen jälkeen	3	2	6	3	1	3
Vesienkäsittelyn päätyttyä	3	2	6	3	1	3

Kokkolan edustalle on kehitetty paikallinen skenaario ilmastonmuutoksen aiheuttamalle merenpinnan nousulle. Maksimiskenaarion eli korkeimman arvion mukaan merenpinnan keskitaso vuonna 2100 olisi Kokkolassa -0,42 m (NN), jolloin muutosta nykytilanteeseen ei käytännössä juuri havaita. Merenpinnan vaihtelut vaikuttavat ainoastaan jätealueen merenpuoleisen sivun vesipintoihin ennen mahdollisten Kokkolan Sataman suunniteltujen laajennusten toteuttamista. Merenpinnan nopeasti laskiessa, voivat jätealueen pohjavesipinnat kääntyä merenpuoleisella laidalla väärin päin, jolloin haitta-ainepitoinen pohjavesi purkautuisi jätealueelta mereen. Pohjavesimallinnuksen mukaan pohjavesipinnat voivat kuitenkin olla väärinpäin noin 10 päivää ennen kuin haitta-aineet päätyvät jätealueen ulkopuolelle. Merenpinnan nopea nousu puolestaan lisää pumppaustarvetta jätealueelle suuntautuvan lisääntyvän pohjavesivirtauksen myötä. Tällaisia vaihteluita on tapahtunut jo nykytilassa, ja haasteena on ollut pumppausten pysymisen merenpinnan muutoksen perässä. Jätealueen korottamisella ja laajentamisella ei ole vaikutusta merenpinnanvaihteluiden aiheuttamaan riskiin. Erityisesti laajennusten toteutuessa, mikäli Kokkolan sataman laajennus toteutuisi, on merenpinnan stabiliteettitilanne jätealueen länsilaidalla nykytilaa parempi täyttöjen myötä. Tämän hetkisillä jätemäärillä arvioituna jätealue tulee olemaan vuodesta 2080 lähtien suljettu sekä peitetty, jolloin merenpinnan nousu ei missään tilanteessa aiheuta jätemateriaalin huuhtoutumista mereen. Pystyeristysseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatua seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. Nykyisen jätealueen tarkkailun perusteella on voitu todeta eristysseinän ja siihen liittyvän pumppausjärjestelyn olevan toimiva keino pohjaveteen kohdistuvien haittojen estämiseksi. Yhteisjätteen kuivaläjitykseen siirtyminen lisää merkittävästi patoturvallisuutta myös tilanteessa, jossa merenpinnan vaihtelu lisää virtausta jätealueelle. Lisäksi oleellista riskinhallintaa on salaojen toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. Myös pumppauskapasiteettia ja -linjastoja voidaan tarvittaessa lisätä, mikäli olosuhteet niin vaativat. Jätealueen vaikutuksia seurataan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. Tarkkailu mahdollistaa jätealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi. Mikäli Kokkolan Sataman suunniteltu laajennus toteutuu, lisää se stabiliteettia jätealueen merenpuoleisella reunustalla.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Merenpinnan muutokset						
Nykytila	4	2	8	4	1	4
Ensimmäinen vaihe	4	2	8	4	1	4
Toinen vaihe	4	2	8	4	1	4
Kolmas vaihe	3	2	6	3	1	3
Neljäs vaihe	3	2	6	3	1	3
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	-		0	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-		0	-	

Vuoteen 2100 laaditun maksimiskenaarion mukaan nykyiselle jätealueelle tai sen itäiselle laajennukselle ei aiheudu myrskytulvaan liittyvää riskiä. Äkillisiä merenpinnan muutoksia esiintyy jo nykytilanteessa ja niiden esiintyvyyden arvioidaan kasvavan tulevaisuudessa. Pohjoisen laajennusosan jätealueen reuna sijaitsee lähimmillään noin 100 m päässä merenrannasta. Tulvatilanne voi aiheuttaa paikallisia vaurioita pengerrakenteen ulko-osiin ja mahdollisesti huuhtoa

rakenteen ulko-osien materiaalia pois. Tulvatilanteet ovat melko lyhytaikaisia. Jätealue tulee olemaan vuodesta 2080 lähtien suljettu sekä peitetty, jolloin myrskytulva ei missään tilanteessa aiheuta jätemateriaalin huuhtoutumista mereen. Tulva voi vaikuttaa sulkemISRakenteen pintaosiin lyhytaikaisesti.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Myrskytulva						
Nykytila	0	-		0	-	
Ensimmäinen vaihe	0	-		0	-	
Toinen vaihe	0	-		0	-	
Kolmas vaihe	0	-		0	-	
Neljäs vaihe	2	3	6	2	2	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	2	2	1	1	1
Vesienkäsittelyn päätyttyä	1	2	2	1	1	1

Myös seismisen tapahtuman aiheuttamaa riskiä on tarkasteltu osana riskitarkastelua. Seismologian instituutti seuraa Suomen ja lähialueiden seismistä aktiivisuutta seismisen havaintoasemaverkoston avulla. Suomessa tapahtuvien maanjäristysten magnitudi on tyypillisesti alle 1, harvemmin 1-2 ja ei juuri koskaan yli 2. Tällaisella seismisellä tapahtumalla ei ole jätealueen rakenteisiin kohdistuvaa rikkoutumisriskiä. Vahinkoa aiheuttavan seismisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys on jätealueella ja sen ympäristössä käytännössä olematon, minkä vuoksi sen ei katsota aiheuttavan riskiä missään toiminnan vaiheessa.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Seisminen tapahtuma						
Nykytila	0	-		0	-	
Ensimmäinen vaihe	0	-		0	-	
Toinen vaihe	0	-		0	-	
Kolmas vaihe	0	-		0	-	
Neljäs vaihe	0	-		0	-	
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	-		0	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-		0	-	

Kokkolan Sataman laajentamishanke sijaitsee KIPin teollisuusalueen välittömässä läheisyydessä. Hankkeen vaihtoehdossa VE2 laajentuminen koskisi myös jätealueen merenpuolista aluetta. Sataman laajennuksen alustavan aikataulun mukaisesti laajennuksen rakentamisaika ajoittuisi samaan aikaan nykyisen jätealueen hyödyntämisen ja korotuksen kanssa. Kokkolan Sataman laajentamishankkeesta on laadittu YVA-ohjelma, eikä hankkeesta ole YVA-ohjelmassa esitettyä tarkempia tietoja saatavilla. Tässä vaiheessa ei ole tiedossa esimerkiksi se, mille tasolle pohjavedenpinta laajennusalueella asettuisi tai millä tasolla sitä pidettäisiin. Sataman laajennukseen liittyvien riskien arviointi kuuluu ko. hankkeeseen. Meren puolelta voi virrata haitta-ainepitoisia vesiä jätealueelle johtuen sataman ruoppaustoimista ja täytöistä mm. pilaantuneilla maa-aineksilla. Riippuen täyttösuunnitelmasta vapaan meren pinnan siirtyminen kauemmaksi jätealueesta tasaa vesipintojen vaihtelua meren puolella, mikä on vesipintojen säilyttämisen kannalta positiivinen muutos. Suotovirtaamat meren puolelta keskimäärin vähenevät, sillä täytöissä tullaan suunnitelman mukaan käyttämään hienojakoisia materiaaleja, joiden vedenjohtavuusominaisuudet ovat heikot. Suunnitelmien mukaisesti jätealueen laajennusten

rakennustöiden alkaessa Sataman laajennus olisi valmis. Laajennuksilla ja Sataman täytöillä ei ole toisiinsa liittyviä riskejä. Sataman laajennuksella ei ole jätealueen sulkemisen jälkeen vaikutuksia jätealueeseen.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Sataman laajennus						
Nykytila	0	-		0	-	
Ensimmäinen vaihe	0	-		0	-	
Toinen vaihe	0	-		0	-	
Kolmas vaihe	0	-		0	-	
Neljäs vaihe	0	-		0	-	
Jätealueen sulkemisen jälkeen	0	-		0	-	
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-		0	-	

4.6 Teema 6: pohjavesi

Jätealue ei sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle. Lähin luokiteltu pohjavesialue, Patamäki (1027251), sijaitsee alueen itäpuolella. Jätealueen laajennusalue rajautuu idässä Patamäen pohjavesialueeseen. Patamäen pohjavesialue on luokiteltu vedenhankintaa varten tärkeäksi 1-luokan pohjavesialueeksi. Suurin osa pohjavedessä olevasta kuormituksesta on vanhaa maaperässä olevaa kuormitusta (1960–1970 –luvulta pohjaveteen). Maaperässä olevasta kuormituksesta helppoliukoisin osa on todennäköisesti jo liennut pohjaveteen, mutta maaperässä sitoutuneena olevia haitta-aineita voi liueta olosuhteiden muuttuessa. Jätealueen ympärille rakennettu pystyeristysseinä ja sen yhteydessä oleva salaojajärjestelmä ohjaa pohjavesivirtausta paikallisesti siten, että virtaus jätealueelta ja sen vierustalta suuntautuu kohti salaojia eli kohti jätealuetta. Koska jätealue sijaitsee meren rannalla seuraa pohjavedenpinnan vaihtelu jossain määrin meriveden korkeuden vaihteluita riippuen vesipinnan aseman ajallisesta kestosta sekä maaperän vedenläpäisevyydestä ranta-alueella. Ylivalumakausina pohjavesipinta voi olla paikoitellen aivan maanpinnan tuntumassa.

Jätealueen korotuksesta ja laajennuksesta pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia on käsitelty yleistasonisesti omana kokonaisuutenaan. Normaalitylanteessa nykytilassa pohjavesiin kohdistuu epäsuoria vaikutuksia pölyämisen kautta. Pölyäminen ilman pölynhallintaa lisääntyy yhteisjätteen kuivaläjityksen myötä. Pölyämisen aiheuttamia riskejä on käsitelty erikseen (ks. kohta 4.2). Jätealueen suotovesien keräilyn ja pumppausten toimiessa suunnitellusti, ei pohjavesiin nykytilassa kohdistu suoraa kuormitusta. Jätealueen korotuksesta ei aiheudu toimintavaiheessa sellaisia vaikutuksia pohjavesiin, jotka poikkeaisivat nykytilasta tai ensimmäisestä vaiheesta. Laajennusalueen toiminnan aikaiset vaikutukset pohjavesiin ovat vähäisiä, koska laajennusalueelle rakennetaan kaatopaikka-asetuksen mukaiset tiiviit pohjarakenteet. Tämän myötä pohjaveden muodostumista ei jätealueen laajennusalueella enää tapahtuisi, minkä seurauksena pohjaveden pinnan taso jätealueen ympäristössä laskisi hieman (noin 0,1 metriä) ja jätealueen laajennusosan itäreunalla sijaitseva vedenjakaja siirtyisi hieman itään päin. Jätealueen sulkemisen jälkeen jätealueesta ei aiheudu lähtökohtaisesti vaikutuksia pohjavesiin salaojien sekä pohja- ja pintarakenteiden säilyessä toimintakuntoisina. Vauriotilanteiden riskejä on käsitelty erikseen. Vesienkäsittelyä jatketaan niin pitkään kuin on tarpeen, minkä vuoksi pohjavesiin ei kohdistu vaikutuksia vesienkäsittelyn päätyttyä. Pystyeristysseinän rakentamisen jälkeen alueelle on

asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatua seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. Nykyisen jätealueen tarkkailun perusteella on voitu todeta eristysseinän ja siihen liittyvän pumppausjärjestelyn olevan toimiva keino pohjaveteen kohdistuvien haittojen estämiseksi. Tarvittaessa salaojia voidaan syventää siten, että pohjaveden virtaus jätealueelta ulospäin estetään. Tärkeä osa riskienhallintaa on salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. Kaikki rakenteet sijoitetaan maanpinnan yläpuolelle, jolloin pohjavesipinnan muutokset eivät pääse suoraan vaikuttamaan varsinaiseen jätetäyttöön. Jätealueen pohjavesivaikutuksia seurataan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. Tarkkailu mahdollistaa jätealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi. Pölynhallintaa on käsitelty erikseen kohdassa 4.2.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset						
Nykytila	3	1	3	2	1	2
Ensimmäinen vaihe	3	2	6	2	2	4
Toinen vaihe	3	2	6	2	2	4
Kolmas vaihe	4	1	4	4	1	4
Neljäs vaihe	4	1	4	4	1	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	1	1	1	1	1
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	-		0	-	

Luontaisen pohjavesipinnan lasku voi aiheuttaa maaperässä sitoutuneena olevien metallien liukenemista olosuhteiden muuttuessa hapettaviksi. Muutokset jätealueen ympäristössä olisivat mallinnusten perusteella kuitenkin niin vähäisiä, etteivät ne erottuisi pohjaveden tason luontaisesta vaihtelusta nykytilanteeseen verrattuna. Näin ollen maaperän metallien merkittävä mobilisoituminen ei ole todennäköistä. Muutokset pohjavesipinnassa voivat aiheuttaa myös vedenjakaja-alueiden siirtymistä, joskin virtausmallinnuksen perusteella vedenjakaja pysyy lähes ennallaan vaikka vedenotto olisi 12 000 m³/vrk, joten vedenotolla ei ole vaikutusta nykyiseen jätealueeseen tai sen laajennusalueisiin. Tämän perusteella voidaan arvioida, että pohjaveden pinnan luontainen lasku, muusta kuin vedenotosta johtuen, ei aiheuttaisi vedenjakajan merkittävää siirtymistä. Pohjavesipinnan merkittävä lasku pohjavesialueella voi paikallisesti kääntää pohjaveden virtausta jätealueelta pohjavesialueen suuntaan, etenkin itäisen laajennuksen toteuduttua. Laajennusalueiden pohjarakenteet kuitenkin tässäkin tilanteessa estävät haitta-ainepitoisten suotovesien pääsyä pohjaveteen. Sulkemisen jälkeen jätealue, sulkemis- ja pohjarakenteiden toimiessa suunnitellusti, ei aiheuta riskiä pohjaveden pinnan laskiessa. Poikkeustilanteessakin riskiä ei olisi, sillä vedenottomäärä ei vaikuta pohjaveden jakajan sijaintiin siinä määrin, että pohjavesi virtaisi jätealueen ympäristöstä Patamäen vedenottamolle. Pystyeristysseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatua seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. Nykyisen jätealueen tarkkailun perusteella on voitu todeta eristysseinän ja siihen liittyvän pumppausjärjestelyn olevan toimiva keino pohjaveteen kohdistuvien haittojen estämiseksi. Tarvittaessa salaojia voidaan syventää siten, että pohjaveden virtaus jätealueelta ulospäin estetään. Tärkeä osa riskienhallintaa on salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. Kaikki rakenteet sijoitetaan maanpinnan yläpuolelle, jolloin pohjavesipinnan muutokset eivät

pääse suoraan vaikuttamaan varsinaiseen jätetäyttöön. Jätealueen pohjavesivaikutuksia seurataan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. Tarkkailu mahdollistaa jätealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Luontaisen pohjavesipinnan lasku						
Nykytila	2	2	4	2	1	2
Ensimmäinen vaihe	2	2	4	2	1	2
Toinen vaihe	2	2	4	2	1	2
Kolmas vaihe	2	2	4	2	1	2
Neljäs vaihe	2	2	4	2	1	2
Jätealueen sulkemisen jälkeen	2	1	2	2	1	2
Vesienkäsittelyn päätyttyä	2	1	2	2	1	2

Pohjavesipinta voi alentua paitsi olosuhteiden muutoksen vuoksi, myös teoriassa pohjavedenottoa kasvattamalla. Pohjavedenoton pitkäaikainen kasvattaminen tasolle $> 8\,000\text{ m}^3/\text{vrk}$ johtaa pohjavesipintojen alentumiseen pohjavesialueella. Huomioitava on, että tällaisen vedenoton ylläpitäminen on mahdollista vain tilanteessa, jossa pohjaveden imeytystä tehostetaan merkittävästi. Tällöin pohjaveden virtausta Patamäen pohjavesialueen ulkopuolelta, sen pohjoisimmista osista, ei edelleenkään ole Patamäen vedenottamolle. Maaperässä sitoutuneena olevia metalleja voi liueta olosuhteiden muuttuessa hapettaviksi pohjavesipinnan laskiessa. Muutokset jätealueen ympäristössä olisivat mallinnusten perusteella kuitenkin niin vähäisiä, etteivät ne erottuisi pohjaveden tason luontaisesta vaihtelusta nykytilanteeseen verrattuna. Näin ollen maaperän metallien merkittävä mobilisoituminen ei ole todennäköistä. Muutokset pohjavesipinnassa voivat aiheuttaa myös vedenjakaja-alueiden siirtymistä, joskin virtausmallinnuksen perusteella vedenjakaja pysyy lähes ennallaan vaikka vedenotto olisi $12\,000\text{ m}^3/\text{vrk}$, joten vedenotolla ei ole vaikutusta nykyiseen jätealueeseen tai sen laajennusalueisiin. Skenaariosta riippumatta muutos pohjavesipinnan tasossa on 0–1 m. Todennäköisesti pohjaveden pinnan tason muutokset Bolidenin suunnitellun jätealueen laajennusosan alueella ovat eri vedenottoskenaarioissa lähempänä nollaa tai korkeintaan muutamia kymmeniä senttimetrejä, koska jätealueen laajennusosa sijoittuu varsin etäälle Patamäen vedenottamosta. Sulkemisen jälkeen jätealue, sulkemis- ja pohjarakenteiden toimiessa suunnitellusti, ei aiheuta riskiä pohjaveden oton kasvaessa. Poikkeustilanteessakin riskiä ei olisi, sillä vedenottomäärä ei vaikuta pohjaveden jakajan sijaintiin siinä määrin, että pohjavesi virtaisi jätealueen ympäristöstä Patamäen vedenottamolle. Riskinhallinta on vastaavaa kuin luontaisen pohjavesipinnan laskun osalta.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Patamäen vedenoton kasvattaminen						
Nykytila	2	2	4	2	2	4
Ensimmäinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Toinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Kolmas vaihe	2	2	4	2	2	4
Neljäs vaihe	2	2	4	2	2	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	2	2	1	2	2
Vesienkäsittelyn päätyttyä	1	2	2	1	2	2

Vedenoton merkittävä vähentyminen nostaa pohjavesipintoja Patamäen pohjavesialueella pitkällä aikavälillä. Tällä voi olla vaikutusta pohjaveden paikalliseen virtauskuvaan, siten, että pohjaveden virtaus pohjavesialueen ulkopuolelle korostuu. Kohoava pohjavesipinta vaikuttaa jätealueella tehtäviin pumppauksiin lisäämällä jätealueelle virtaavan pohjaveden määrää ja siten lisäämällä pumppauksiin vaadittavaa kapasiteettia. GTK:n virtausmalliraportin perusteella, vähennettäessä vedenottoa Patamäen vedenottamolta tasolle 4 500 m³/vrk, pohjaveden pinnan taso suunnitellun itäisen laajennusosan alueella nousisi 0–0,5 metriä. Todennäköisesti pohjaveden pinnan tason muutokset Bolidenin suunnitellun vaarallisen jätteen kaatopaikan laajennusosan alueella ovat eri vedenottoskenaarioissa lähempänä nollaa tai korkeintaan muutamia kymmeniä senttimetrejä, koska jätealueen laajennusosa sijoittuu varsin etäälle Patamäen vedenottamosta. Sulkemisen jälkeen jätealue, sulkemis- ja pohjarakenteiden toimiessa suunnitellusti, ei aiheuta riskiä pohjaveden oton vähentyessä. Poikkeustilanteessakin riskiä ei olisi, sillä vedenottomäärä ei vaikuta pohjaveden jakajan sijaintiin siinä määrin, että pohjavesi virtaisi jätealueen ympäristöstä Patamäen vedenottamolle.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jaännös}	S _{jaännös}	R _{jaännös}
Patamäen pohjaveden oton vähentäminen						
Nykytila	2	2	4	2	2	4
Ensimmäinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Toinen vaihe	2	2	4	2	2	4
Kolmas vaihe	2	2	4	2	2	4
Neljäs vaihe	2	2	4	2	2	4
Jätealueen sulkemisen jälkeen	2	2	4	2	2	4
Vesienkäsittelyn päätyttyä	2	2	4	2	2	4

Itäisen laajennusalueen pohjarakenteen vaurio johtaisi haitta-ainepitoisen suotoveden virtaukseen jätealueen alapuoliseen maaperään. Virtausyhteys laajennusalueen itäosasta Patamäen pohjavesialueelle vettä johtavien irtomaakerroksien välityksellä on olemassa. Virtausyhteyttä Patamäen vedenottamolle ei kuitenkaan ole suuremmillakaan vedenottomäärillä. Pohjaveden virtausmallisimulaation perusteella, mikäli jätealueen laajennusolla pohjarakenteet ovat vettä läpäisemättömiä, tällöin vedenjakaja siirtyy hieman itään päin nykyisestä. Laajennusosan pohjarakenteiden vuotaessa siten, että suotovedet ja niiden mahdollisesti sisältävät haitta-aineet päätyisivät laajennusosan alapuoliseen pohjavesikerrokseen, haitta-aineet kulkeutuisivat pohjaveden virtaussuunnan mukaisesti pääosin nykyisen jätealueen kuivatussalaojiin, josta ne pumpataan käsittelyyn. Jätealueen laajennusosan alueelta haitta-aineet eivät kulkeutuisi Patamäen pohjavesialueelle ja pohjavesialueen näkökulmasta tarkasteltuna jätealueen laajennusosan rakenneratkaisua (tiivis pohjarakenne) voidaan pitää riittävänä. On erittäin epätodennäköistä, että vesitiivis pohjarakenne vuotaisi kauttaaltaan koko jätealueen alueella, joten vuotovesivirtaama olisi joka tapauksessa hyvin pieni. Laajennusalueille ei sijoiteta lietemäistä jätettä, vaan suodinkuivaa jätettä, joka tiivistetään alueelle. Jättemateriaali on hyvin tiivistä (heikko vedenjohtavuus), eikä pohja- tai pintarakenteita ole suunniteltu suotaviksi. Alueen sadevedet johdetaan vesienkäsittelyyn. Näin ollen vuototilanteessakin haitta-aineiden kulku pohjaveteen olisi todennäköisesti hyvin hidasta ja vähäistä. Pohjaveden virtausmallisimulaation perusteella (simulaatio 4), jätealueen sulkemisen jälkeen pohjavesivaikutuksien ulottuminen Patamäen pohjavesialueelle on mahdollista ainoastaan poikkeustilanteessa. Tällainen poikkeustilanne syntyisi, mikäli nykyisen jätealueen ja jätealueen

laajennusosan vesitiiviit pintarakenteet vuotaisivat merkittävästi, jolloin sadevedet päätyisivät jätetäytön kanssa kontaktiin ja imeytyminen jätetäyttöön olisi mahdollista. Tämä edellyttäisi pintarakenteiden rikkoutumista erittäin laajalta alueelta. Tässäkään tilanteessa vaikutus ei ulottuisi Patamäen vedenottamolle. Vesienkäsittelyä jatketaan, kunnes sille ei enää ole tarvetta. Vuototilanteessa vesienkäsittelyä voidaan joutua jatkamaan pidempään kuin tilanteessa, jossa pohjarakenteet toimivat suunnitellusti. Mahdollisten pohjavesivaikutuksien estämiseksi ja ehkäisemiseksi käytettäviä keinoja ovat jätealueen pohjarakenteen vesitiiviyyden varmistaminen ja tiiviin pohjarakenteen päälle kertyvien suotovesien johtaminen hallitusti käsittelyyn, sekä pohjaveden pinnan tason pitäminen nykyisen jätealueen alueella ympäristön pohjaveden pinnan tasoa alempana. Lisäksi pohjavesivaikutuksien estämisen ehkäisykeinona on jätealueen sulkemisen jälkeen rakennettavan vettä läpäisemättömän pintarakenteen tiiveyden varmistaminen. Mikäli edellä kuvatus kaltaisen poikkeustilanne kaikesta huolimatta syntyisi, tällöin mahdollisia korjaavia toimenpiteitä olisivat vesitiiviin pintarakenteen parantaminen tai / ja pohjaveden pinnan tason alentaminen esim. tätä tarkoitusta varten tarvittaessa rakennettavien kaivojen avulla. Vesienkäsittelyä jatketaan niin pitkään kuin sille tarkkailun perusteella on tarvetta.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Itäisen laajennusalueen pohjarakenteen vaurio						
Nykytila	-	-		-	-	
Ensimmäinen vaihe	-	-		-	-	
Toinen vaihe	-	-		-	-	
Kolmas vaihe	2	3	6	1	3	3
Neljäs vaihe	-	-		-	-	
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	3	3	1	3	3
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

Mikäli vaurio ja siitä seuraava vuoto sijoittuisivat jätealueen laajennusosan pohjoisosaan, tai koilliskulmaan, tällöin pohjaveteen päätyvät haitta-aineet kulkeutuisivat pohjaveden virtauksen mukana mereen. Jätealueen laajennusosan alueelta haitta-aineet eivät kulkeutuisi Patamäen pohjavesialueelle ja pohjavesialueen näkökulmasta tarkasteltuna jätealueen laajennusosan rakenneratkaisua (tiivis pohjarakenne) voidaan pitää riittävänä. Missään mallinnusskenaariossa haitta-ainepitoisen suotoveden kontaminoima pohjavesi ei virtaa pohjavesialueen suuntaan.

Tunnistettu riski / vaikutus ja skenaario	T	S	R	T _{jäännös}	S _{jäännös}	R _{jäännös}
Pohjoisen laajennusalueen pohjarakenteen vaurio						
Nykytila	-	-		-	-	
Ensimmäinen vaihe	-	-		-	-	
Toinen vaihe	-	-		-	-	
Kolmas vaihe	-	-		-	-	
Neljäs vaihe	1	2	2	1	1	1
Jätealueen sulkemisen jälkeen	1	2	2	1	1	1
Vesienkäsittelyn päätyttyä	0	1	0	0	1	0

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Boliden Kokkola Oy:n jätealue on ollut käytössä vuodesta 1969 lähtien. Yhtiöllä on erittäin pitkä kokemus jätealueen rakentamisesta ja jätealueella operoinnista. Jätealueelle läjitettävä jäte ja sen ominaisuudet tunnetaan hyvin. Jätealueen korotuksen ja laajentamisen osalta nykyiseen jätealueen ympäristölupaan on haettu muutosta. Osa jätealueeseen liittyvistä tunnistetuista riskeistä on huomioitava jo nykyisessä toiminnassa, vaikka suunniteltua korotusta tai laajennuksia ei toteutettaisi. Jätealueen nykyisiin riskeihin on varauduttu.

Jätealueeseen liittyviä riskejä hallitaan pääsääntöisesti ennaltaehkäisemällä vaarallisia tilanteita, esimerkiksi toteuttamalla riskinarvioinnissa kuvattuja pölynhallinnan toimenpiteitä sekä varautumalla vesienhallintaan liittyviin häiriöihin ja vaurioihin, kuten pumppaamojen ja vesienkäsittelyn huoltoseisokkeihin, jo ennalta. Toissijaista riskienhallintaa on toteutuneista vaarallisista tilanteista aiheutuvien seurausten rajoittaminen, esimerkiksi varautuminen nykyisen jätealueen pystyeristysseinän salaojien syventämiseen tai varautuminen mahdollisiin kuljetuskaluston polttoainevuotoihin esimerkiksi imeytysaineilla. Kolmannen vaiheen riskienhallintaa on toteutuneiden vahinkojen ja haittojen hoitaminen. Riskienhallinta ei kuitenkaan ole ainoastaan teknisiä varotoimenpiteitä. Hyvin tärkeää on ihmisen turvallinen toiminta ja koko yritysorganisaation toiminta; koko organisaation tulee olla turvallisuushakuinen.

Jätealueen riskinarvioinnissa tunnistettiin alueen sijaintiin, toimintaan, rakenteisiin, jätealueen sisäisiin prosesseihin, olosuhteiden muutoksiin ja pohjavesiin kohdistuvia mahdollisia ympäristöriskejä. Tunnistetuista riskeistä voimakkaan sateen ja sademäärien riskin jäännösriski arvioitiin kohtalaiseksi, muiden tunnistettujen riskien jäännösriski luokiteltiin vähäisiksi nykyisillä suunnitelluilla riskienhallintatoimenpiteillä. Riittäväillä riskien ehkäisytoimenpiteillä ja toimilla riskin vaikutusta, todennäköisyyttä ja seurauksia pienentävillä toimenpiteillä riskit ovat hyväksyttävällä tasolla. Riskinarvioinnissa on pyritty tunnistamaan eri riskien yhteisvaikutukset, kuten tilanne, jossa jätealueen pohja- ja pintarakenteet ovat vaurioituneet, eikä vesienkäsittely ole toiminnassa.

LÄHTEET

- Afry, 2022. Boliden Kokkola Oy, Vaarallisen jätteen kaatopaikka, Vahingonvaaraselvitys. 8.11.2022.
- Afry, 2023. Boliden Kokkola, Vaarallisen jätteen kaatopaikka, Jätealueen korottaminen ja laajentaminen, Riskitarkastelu.
- Boliden Kokkola Oy, 2019. Boliden Kokkola Oy:n ennaltavarautumissuunnitelma.
- Boliden Kokkola Oy, 2022. Jätealueen laajennuksen ympäristölupahakemus. 7.7.2022.
- Boliden Kokkola Oy, 2023a. Ympäristölupahakemuksen täydennys (täydennyspyynnöt 1 ja 2). 31.3.2023.
- Boliden Kokkola Oy, 2023b. Ympäristölupahakemuksen täydennys nro 3. 31.10.2023.
- Envineer Oy, 2021. Boliden Kokkola Oy, Yhteisjätteen läjityksen riskinarvio. 10.2.2021.
- Envineer Oy, 2022a. Boliden Kokkola Oy, Terveys- ja ympäristövaikutusten kokonaisarviointi liukoisuusraja-arvojen korottamiseksi, 30.6.2022.
- Envineer Oy, 2022b. Boliden Kokkola Oy, Jätealueen laajennuksen Natura-arvioinnin päivitys, 1.7.2022.
- Suomen Ympäristökeskus, 2006. Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi. Suomen ympäristö 2/2006.



envineer.fi

RISKINARVIOINTIMENETELMÄ

Riskien tunnistaminen

Riskinarviointi on toteutettu yleisten riskinarvioinnin periaatteiden mukaisesti. Riskin suuruuden arvioinnissa on sovellettu Suomen ympäristökeskuksen julkaisua *Häirö-päästöjen ympäristöriskianalyysi* (Suomen ympäristö 2/2006) soveltuvin osin. Riskinarviossa on koottu tunnistetut toiminna (sisälteen mm. jätealueen sijainti, toiminta, rakenteet, jätetäytön sisäisten prosessien ja olosuhteiden muutokset, sijoitetut jätteet) vaarat ja riskitekijät ja niistä mahdollisesti aiheutuvat ympäristövaikutukset. Arvioinnissa on esitetty kunkin riskin merkittävyys, riskien vähentämistoimenpiteet ja jäänne-riski toimenpiteiden jälkeen. Arviointiin on liitetty myös epävarmuustarkastelu, sekä riskien vertailu eri tarkasteluskenarioissa.

Riskinarviossa tarkasteltuja skenaarioita ovat:

- Nykytila: käytössä olevan jätealueen pinta-ala on noin 60 m, ympäristöluvan mukainen täyttökorkuus +40 m ja täyttötillavuus yhteensä noin 14,3 Mm³. Jätealue täytetty arviolta vuoden 2029 lopulla.
- Ensimmäinen vaihe: jätealueen nykyisen pinta-alan hyödyntäminen poistamalla käytöstä 7 allas sekä rikkirikastealtaat (8A ja 8B), jolloin niiden alue voidaan hyödyntää jätetäyttöä.
- Toinen vaihe: nykyisen jätealueen korotus tasolle +60 m. Korotus lisää jätealueen täyttötillavuutta noin 8,6 Mm³ ja jätealueen käyttöikää noin 16,5 vuotta.
- Kolmas vaihe: jätealueen laajennus itään. Laajennusosan pinta-ala on 11,7 ha, mikä lisää täyttötillavuutta noin 3,0 Mm³ ja käyttöikää noin 11 vuotta.
- Neljäs vaihe: jätealueen laajennus pohjoiseen. Laajennusosan pinta-ala noin 10,3 ha, mikä lisää täyttötillavuutta noin 2,4 Mm³ ja käyttöikää noin 9 vuotta.
- Jätealueen sulkemisen jälkeen: jätealueen eri alueita (nykyinen jätealue, laajennukset) suljetaan vaiheittain. Tässä skenaariossa koko jätealue on suljettu suunnitelmien mukaisesti.
- Vesienkäsittelyn päätyttyä: jätealueella muodostuvia likauntuneita vesiä kerätään ja käsitellään niin kauan kuin se on niiden laadun vuoksi tarpeen.
- Vesien pumpaamisen ja käsittelyn tehtaalla tai vesien käsittelyn esim. passiivisella reaktiivisella suodatuksella arvoidaan jatkuvan useita kymmeniä vuosia jätealueen sulkemisen jälkeen.

Tarkastelua on pyritty jaottelemaan seuraaviin teemoihin:

1. Sijainti: jätealueen sijainti, kuten meren ja suojelualueiden läheisyyteen liittyvät riskit
2. Toiminta: jätealueen toimintaa, esim. jätteiden kuljetuksiin sekä vesien johtamiseen ja käsittelyyn, liittyvät riskit
3. Rakenteet: esim. jätealueen pohja- ja pintarakenteisiin, pystyristeisiin ja stabiliteettiin liittyvät riskit
4. Sisäiset prosessit: jätealueen sisäisiin prosesseihin ja loppusijoitettavien jätteiden laatuun ja muuttumiseen liittyvät riskit
5. Olosuhteiden muutokset: esim. säälolosuhteisiin ja ilmastomuutokseen ja niiden vaikutuksiin liittyvät riskit
6. Pohjavesi: jätealueesta aiheutuvat riskit pohjaveden laatuun ja muodostumiseen

Edellä kuvattuihin skenaarioihin ja teemoihin liittyvät riskit on tunnistettu työpajoissa. Työpajoja on järjestetty riskinarvion laatimisen yhteydessä yhteensä kolme kertaa.

Riskin laskenta ja riskimatriisi

Tunnistetuille riskeille on laskettu ns. raakariski. Raakariski kuvaa tunnistetusta riskistä aiheutuvia vaikutuksia. Raakariski on laskettu kaavalla:

$$Raakariski\ (R) = Todennäköisyys\ (T) \cdot Seurausluokka\ (S)$$

Riskinarvioinnissa on seuraavaksi kuvattu nykyiset ja suunnitellut riskinhallintatoimet ja seuranta, joilla vähennetään riskin toteutumisen todennäköisyyttä ja/tai vakavuutta. Tämän jälkeen on tarkasteltu laskennallisesti jäänne-riskiä laskentakaavalla:

$$Jäänne-riski\ (R_{jäänne}) = Todennäköisyys\ riskinhallinnan\ jälkeen\ (T_{jäänne}) \cdot Seurausluokka\ riskinhallinnan\ jälkeen\ (S_{jäänne})$$

Mikäli suunnitellut riskinhallintatoimet eivät ole riskinarvioinnin perusteella riittäviä, on arvioinnissa tarkasteltu niitä soveltuvia toimia, joilla riskiä voidaan edelleen pienentää hyväksyttävälle tasolle.

Raakariskien sekä jäänne-riskien riskinhallintatoimien riittävyyden arvioimiseksi on käytetty seuraavaa riskimatriisia. Arvioinnissa käytetyt todennäköisyys- ja seurausluokat on kuvattu myös alla.

		Todennäköisyys (T)					
		0	1	2	3	4	5
Seuraus (S)	5						
	4						
	3						
	2						
	1						
	0						

Riskiluokka	
I:	Suuri, riskit tulee poistaa välittömästi
II:	Kohtalainen, riskit tulee saada hallintaan välittömästi ja tilannetta tarkkailtava
III:	Vähäinen, riskit tulee saada hallintaan ja tilannetta tarkkailtava

Todennäköisyys (T)		
Luokka	Esiintymisen todennäköisyys	Kuvaus
0	Ei todennäköinen	Eruskottava. Todennäköisyyden voidaan olettaa olevan merkityksetön.
1	100 - 1 000 vuoden välein, lähes mahdotonta	Erittäin epätodennäköinen
2	10 - 100 vuoden välein, tapahtuu epätodennäköisesti	Epätodennäköinen
3	1-10 vuoden välein, tapahtuu tietyllä todennäköisyydellä	Mahdollinen
4	Kuukausittain / vuosittain, tapahtuu todennäköisesti	Todennäköinen
5	Päivittäin / viikoittain, tapahtuu erittäin todennäköisesti	Lähes varma

Seuraus		Seurausluokka (S)				
		1: Vähäinen	2: Lievä	3: Keskisuuri	4: Suuri	5: Vakava
Ecologinen / terveydellinen / yhteiskunnallinen	Maaperä	Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Pitoisuudet maaperässä ovat kynnyksarvon ja alemman ohjearvon välillä. Ennallistamista ei tarvita.	Haitallinen päästö rajoittuu pienelle rajatulle alueelle jätealueen ulkopuolella, päästö ei ole kulkutuva. Pitoisuudet maaperässä ovat kynnyksarvon ja alemman ohjearvon välillä. Ennallistaminen mahdollista.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen kestävä ympäristövaikutus, mutta ei ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Saattaa vaikuttaa herkkään ympäristöön tai suojelualueisiin. Ennallistaminen on mahdollista.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä ympäristövaikutus ja tilapäinen ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herälle ympäristölle tai suojelualueille. Ennallistaminen on mahdollista, mutta haastavaa. Päästö on kulkutuva ja/tai pysyvä, pitoisuudet ovat yli ylemmän ohjearvon.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton vaikutus ja ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herkkään ympäristöön tai suojelualueille. Valtavat korjaustyöt ja ennallistaminen vaikeaa tai mahdotonta. Korvaus vaaditaan. Haitalliset pitoisuudet ylittävät ylemmät ohjearvot.
	Vesistö	Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Ei vaikutusta herkkään ympäristöön tai suojelualueisiin. Ennallistamista ei tarvita.	Haitalliset päästöt vähäisiä, seurauksena tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsestään.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen kestävä ympäristövaikutus, mutta ei ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Saattaa vaikuttaa herkkään ympäristöön tai suojelualueisiin. Vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu. Ennallistaminen on mahdollista.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä ympäristövaikutus ja tilapäinen ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herälle ympäristölle tai suojelualueille. Haitalliset päästöt merkittäviä vastaanottavan vesistön herkkyys tai arvo huomioon ottaen, vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu, rantojen likaantuminen, vähäiset kalakuolemat.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton vaikutus ja ekosysteemin toiminnan heikkeneminen. Vaikutus herkkään ympäristöön tai suojelualueille. Päästöt aiheuttavat pitkäkestoisen ja laaja-alaisen haitan, eliöstön toimeentulo häiriintynyt, kalakuolemat.
	Pohjavedet ja vedenotto	Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä. Ei vaikutusta luokiteltuun pohjavesialueeseen tai suojelualueisiin. Puhdistusta ei tarvita.	Päästöillä ei ole vaikutusta pohjaveden laatuun jätealueen ulkopuolella, pieni riski pohjaveden pilaantumisesta on olemassa, ei vaikutusta vedenottoon. Kunnostus mahdollista.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen, mutta pitkäkestoinen haitallinen ympäristövaikutus. Saattaa vaikuttaa luokiteltuun pohjavesialueeseen tai suojelualueisiin. Vaikutusalueen pohjavedessä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu. Ennallistaminen on mahdollista.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä haitallinen ympäristövaikutus. Vaikutus luokiteltuun pohjavesialueeseen tai suojelualueille. Pohjavesi pilaantunut suppealla alueella jätealueen ulkopuolella. Lähin vedenottoa suljettava. Kunnostus mahdollinen, mutta haastava ja pitkäkestoinen.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton haitallinen vaikutus. Vaikutus luokitellulle pohjavesialueelle tai suojelualueille. Pohjavesialue on laajasti pilaantunut, lähin vedenotto suljettava pitkäaikaisesti. Vaikeasti kunnostettavissa.
	Ilma ja ilmanlaatu	Pieni vaikutusalueen koko vain jätealueen sisällä. Ei ympäristövaikutuksia eikä ekosysteemin toiminnan heikkenemistä.	Vaikutusalueen pieni koko jätealueen ulkopuolella. Vähäistä haittaa eläin- tai kasvilajeille.	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Väliaikainen, mutta pitkäkestoinen haitallinen ympäristövaikutus. Vähäistä suurempaa haittaa eläin- tai kasvilajeille.	Vaikutusalueen laaja koko. Pysyvä haitallinen ympäristövaikutus. Suurta haittaa eläin- ja kasvilajeille vaikutusalueella.	Vaikutusalueen laaja koko. Peruuttamaton haitallinen ympäristövaikutus. Ekosysteeminvaurioita, ilmakehää vaurioittavien päästöjen lisääntyminen.
	Terveys	Pieni vaikutusalueen koko vain toiminta-alueen sisällä. Ei ihmisten terveyteen kohdistuvia haitallisia vaikutuksia. Ei terveyskeskuskäyntejä.	Vaikutusalueen pieni koko toiminta-alueen ulkopuolella. Ei pysyviä ihmisten terveyteen kohdistuvia haitallisia vaikutuksia. Mahdollisia terveyskeskuskäyntejä (vain tarkastuksia).	Vaikutusalueen laajennettu koko jätealueen ulkopuolella. Yksi tai useampi ihminen saa välittömästi tai välillisesti vamman/pitkäkestoisen terveyshaitan, johon tarvitaan hoitoa (vamma/terveyshaitta hoidettavissa). Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Vaikutusalueen laaja koko. Yksi tai useampi ihminen saavat välittömästi tai välillisesti vamman/pitkäkestoisen terveyshaitan, johon tarvitaan hoitoa (vamman/terveyshaitta hoidettavissa). Aiheutuu merkittäviä terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Vaikutusalueen laaja koko. Yksi tai useampi ihminen saa vakavan vamman, aiheutuu vaikutuksia perimään, syöpätapauksia ym. Aiheutuu terveysperustaisten raja-arvojen pitkäaikaisia merkittäviä ylityksiä ympäristössä.

RISKITARKASTELU

Teema	Tunnistettu riski / vaikutus	Skenaario	Riskin / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	T _{laadinto}	S _{laadinto}	R _{laadinto}	Epävarmuus
1. Sijainti	Melu	Tausta	Jätealueen toiminnassa melua aiheutuu jätteen kuljetuksista (dumpperit) sekä jätealueella käytettävistä työkoneista (kaivinkoneet lastaus- ja purkualueella). Lisäksi rakentamisen aikana (jätealueen korotukset, laajennukset) aiheutuu melua työkoneista ja kuljetusliikenteestä. Jätealueen toiminnasta aiheutuvaa melua ei voida erottaa muusta teollisuusalueen toimintojen melusta.								- Melun aiheuttaman riskin arviointiin ei liity sellaista epävarmuutta, jolla voisi olla vaikutusta riskin todennäköisyyteen tai seurauksluokkaan.
		Nykytila	- Nykytilassa melu ei aiheuta huomioitavaa riskiä jätealueen ulkopuolelle. - Kuivalajitykseen siirtyminen lisää melua jonkin verran johtuen raskaiden ajoneuvojen liikennöinnistä alueella. - Jätealueen toiminnosta aiheutuvaa melua ei voida erottaa teollisuusalueen muusta melusta.	1	1	1	- Melun tarkkailu	1	1	1	
		Ensimmäinen vaihe	- Jätealueen korotus ei sisällä melua aiheuttavia rakennustöitä. - Korotusten jälkeistä melua on mallinnettu. - Mallinnuksissa ei todettu korotusten aiheuttavan meluun liittyvää riskiä lähimmälle asutukselle. - Luonnonsuojelualueen länsiosassa laskennallinen melutaso voi ylittää päiväohjearvon.	1	1	1	- Rakennustyöt tehdään pääasiassa päiväsaikaan. - Työnaikaisesta raskaasta liikenteestä aiheutuvaa meluhaittaa vähennetään suunnittelemalla ajoreitit suuremmille teille siten, että vältetään kulkua hiljaisten asuinalueiden läpi. - Meluntorjuntaa jätealueen käyttövaiheen koneille tehdään kalustovalinnoilla. - Jätealueen täyttögeometriaa voidaan joissakin tapauksissa optimoida melun suhteen, mikäli melun katsotaan aiheuttavan ongelmia esim. ohjearvoylitysten johdosta.	1	1	1	
		Kolmas vaihe	- Laajennusalueiden rakentamisvaihe koostuu maanrakennustöistä, joista voi aiheutua liikenteen ja työkoneiden melua lähialueille.	2	1	2	- Ei tarvetta meluun liittyvään riskinhallintaan.	1	1	1	
		Neljäs vaihe	- Laajennusalueiden käyttöönoton jälkeistä melua on mallinnettu.	2	1	2		1	1	1	
		Sulkemisen jälkeen	- Sulkemisen jälkeen jätealueella ei ole enää työmaaliikennettä tai muuta melua aiheuttavaa toimintaa.	0	-			0	-		
		Vesienkäsittelyn päätyttyä		- Ei meluun liittyviä riskejä.	0	-		0	-		
1. Sijainti	Vaikutukset suojelualueisiin	Tausta	Jätealueen laajennusta koskien on laadittu Natura-arviointi, joka on päivitetty uuden ohjeistuksen sekä laajennuksen ja korotuksen yhteisvaikutusten osalta kevätesällä 2022. Natura-arviointiin johtopäätöksenä on todettu, että vaikutukset painottuvat hankealueen välittömään läheisyyteen Natura-alueen läntiseen käärkeen. Jätealueen laajennuksen ja korotuksen ei arvioida vaikuttavan Natura-alueen suojeluarvojen säilymiseen pitkälläkään aikavälillä pysyvästi. Pohjautuen viimeisiin varjostusmalleihin, jätealueen laajennuksen tai korotuksen aiheuttamasta varjostuksesta ei arvioida muodostuvan vaikutuksia Rummelo-Harrbådanin Natura-alueelle. Varjostusvaikutuksen ei arvioida vaikuttavan kasvillisuuden kasvuun tai linnuston pesintämenestykseen.								- Suojelualueisiin kohdistuvien vaikutusten ja riskien arviointiin ei liity sellaista epävarmuutta, jolla voisi olla vaikutusta riskin todennäköisyyteen tai seurauksluokkaan. Jätealueen korotukseen ja laajennukseen liittyen on tehty mm. Natura-arviointi, sekä kattava vaikutusten arviointi.
		Nykytila	- Rakentamisen aikaiset vaikutukset luontoon muodostuvat melusta, pölystä ja visuaalisesta häiriöstä. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen pölyäminen	4	2	8	- Pölyämiseen liittyvää riskinhallintaa on käsitelty omana kokonaisuutenaan.	4	1	4	
		Ensimmäinen vaihe	- Nykyisen jätealueen korotus ei edellytä merkittäviä rakennustöitä, eikä niistä siten aiheudu vaikutuksia Rummelo-Harrbådanin Natura-alueella tai muutoin ympäröivään luontoon. - Suunnitellulla jätealueen korotuksella ei ole vaikutuksia Rummelo-Harrbådanin Natura 2000 -alueeseen, alueen nykyisiin virtauksiin ja vedenlaatuun sekä suojeluarvoihin esim. veden alaisiin dyneihin.	4	2	8	- Rakentamista ja liikkumista pesintäaikaan alueella pyritään välttämään. - Rakentamistoimet voidaan jaksottaa vuorokaudenaikojen suhteen niin, että hiljaisimpaan ja herkimpään yöaika jää linnuille mahdollisuus rauhoittua.	4	1	4	
		Kolmas vaihe	- Laajennusalueen rakentamisesta aiheutuu melua, pölyä ja visuaalista häiriötä (esim. työkoneiden liikkeit). - Häiriötekijät voivat ulottua Rummelo-Harrbådanin Natura 2000 -alueen länsireunaan ja vaikuttaa alueen suojeluperusteisiin. - Rakennusaikana muodostuvat vaikutukset jäävät merkitykseltään vähäisemmiksi kuin toiminnan aikaiset vaikutukset, koska rakennusajan kesto on toiminnan ajan kesto huomattavasti lyhyempi. - Suunnitellulla jätealueen laajennuksella ei ole vaikutuksia Rummelo-Harrbådanin Natura 2000 -alueeseen, alueen nykyisiin virtauksiin ja vedenlaatuun sekä suojeluarvoihin esim. veden alaisiin dyneihin.	4	2	8		4	1	4	
		Neljäs vaihe	- Visuaalisen häiriön vuoksi haitallisia vaikutuksia Natura-alueen linnustoon voi aiheutua.	4	2	8	- Rakentamista ja liikkumista pesintäaikaan alueella pyritään välttämään. - Melun leviämistä estää Natura-alueen ja varsinaisen jätealueen välin suunniteltu suojavihervyöhyke. - Rakentamistoimet voidaan jaksottaa vuorokaudenaikojen suhteen niin, että hiljaisimpaan ja herkimpään yöaika jää linnuille mahdollisuus rauhoittua. - Jätealueen aiheuttamia häiriöitä eläimistölle (linnustolle) voidaan vähentää myös rakentamalla visuaalisia suoja-aitoja jätealueen rajalle tai istuttamalla suojaavaa puustoa alueen ulkopuolelle.	4	1	4	
		Sulkemisen jälkeen	- Asianmukaisesti suljettu jätealue ei vaikuta ympäröivään kasvillisuuteen tai eläimistöön.	0	-			0	-		
		Vesienkäsittelyn päätyttyä			0	-		0	-		
1. Sijainti	Vaikutukset merialueeseen	Tausta	Maa-alueelle tehtävään laajennuksen rakentamistyöt eivät aiheuta olennaisia vaikutuksia pintavesiin. Jätealueen laajennus sijoittuu osin melko lähelle merenrantaa, mutta maanrakennustöistä ei kohdistu suoria vaikutuksia merelle. Rakennustöistä voi teoriassa aiheutua tilapäistä kiintoahekuormitusta läheisiin ojiin ja sitä kautta meriveteen, mutta vaikutukset ja niiden merkittävyys arvioidaan pieniksi. Jätealueella muodostuvat likaantuneet vedet kerätään hallitusti ja johdetaan sinkkihteataan vesienkäsittelyyn.								- Merialueeseen kohdistuvien vaikutusten ja riskien arviointiin ei liity sellaista epävarmuutta, jolla voisi olla vaikutusta riskin todennäköisyyteen tai seurauksluokkaan. Merialueeseen kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu kattavasti lupahakemuksen laadinnan yhteydessä.
		Nykytila	- Suunniteltujen sade- ja pintavesien keräys-, johtamis- ja käsittelymenetelmien perusteella ei vesi pääse suoraan purkautumaan mereen vaan kaikki alueella muodostuvat vedet käsitellään tehtaan vesienkäsittelyssä. - Yhteisjätteen toimittaminen jätealueelle suodinkuivana vähentää suotovesien määrää nykyisestä. - Vesienkäsittelyn kapasiteettia on lisätty ja se on riittävä jätealueella muodostuvien vesienkäsittelyyn.	1	1	1	- Toiminta-aikana vesistöön kohdistuvat vaikutukset ovat vähäisiä ja vastaavat nykyistä tilannetta. Suotovedet käsitellään lupamääräysten edellyttämälle tasolle myös jatkossa.	1	1	1	
		Ensimmäinen vaihe	Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot	1	1	1	- Jätealueen korotuksen rakennusaikaista kiintoaineen kulkeutumista voidaan estää työteknisesti sekä välttämällä penkereen rakennustöiden toteutusta voimakkaalla tuulella.	1	1	1	
		Toinen vaihe	- Korotettaessa nykyistä aluetta toiminnan aikaiset vesistövaikutukset eivät muutu nykyisistä. - Aineiden kuormitus mereen pysyy käytännössä nykyisellä tasollaan.	1	1	1	- Toiminta-aikana vesistöön kohdistuvat vaikutukset ovat vähäisiä ja vastaavat nykyistä tilannetta. Suotovedet käsitellään lupamääräysten edellyttämälle tasolle myös jatkossa.	1	1	1	
		Kolmas vaihe	- Laajennusalueiden pengerrysten ja eristerakenteiden sekä suoto- ja sadevesien käsittelyyn johtamisen ansiosta likaantuneita pinta- tai suotovesiä ei pääse jätealueelta suoraan mereen. - Haitallisten aineiden osalta ei arvioida laajennusvaiheen normaali-toiminnasta aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia tai muutoksia nykytilanteeseen.	1	1	1		1	1	1	
		Neljäs vaihe		1	1	1		1	1	1	
		Sulkemisen jälkeen	- Pintavesiin ei arvioida kohdistuvan merkittäviä vaikutuksia, koska sulkemistoimenpiteillä vähennetään kuormitusta aiheuttavien suotovesien muodostumista ja vedet käsitellään myös sulkemisen jälkeen ennen mereen purkamista. - Nykyisen tai laajennetun jätealueen sulkeminen ei aiheuta haitallisia vaikutuksia vesielöstölle.	0	-			0	-		
Vesienkäsittelyn päätyttyä		- Suotovesiä käsitellään siihen asti, että niiden laatu on sellainen, että ne voidaan johtaa sellaisenaan tai esimerkiksi reaktiivisen suodattimen kautta mereen.	0	-			0	-			
1. Sijainti	Riskit asutukselle, virkistyskäytölle sekä kulttuurihistorialle	Tausta	Jätealueen välittömässä läheisyydessä ei ole vakituista asutusta. Lähin vakituinen asutus sijoittuu teollisuusalueen eteläpuolelle Yksphlajan asuinalueelle sekä Pikiruukin alueelle jätealueelta kaakkoon. Vapaa-ajan asutusta lähimmillään alle 1 km etäisyydellä ja noin 1,5 km etäisyydellä sijaitsevan Samnarrannan, Harinriemen ja Rummelön huvila-asutusalueet. Yksphlajan asuinalueelle sijoittuu mm. koulu, päiväkot, kirkko, uimaranta, urheilukenttä ja Potin venesatama. Sinkkihteataan ja jätealueen kaakkoispuolella sijaitsee Santahaka-Hariniemen ulkoilualaue, jossa on hiihtolatuja sekä retkeilyreittejä. Alueen pohjoispuolella Kaustariniiden rannalla sijaitsee Rummelo-Harrbådanin lintuvesialue ja luontopolku. Alueen eteläpuolella sijaitsee Keski-Pohjanmaan Palveluskoirat ry:n koulutuskeskus ja rauniorata.								- Vaikutusten ja riskien arviointiin ei liity sellaista epävarmuutta, jolla voisi olla vaikutusta riskin todennäköisyyteen tai seurauksluokkaan. Nykyinen jätealue on sijainnut alueella jo pitkään, minkä vuoksi alueella liikkuvat ovat omaksuneet sen osaksi teollisuusalueutta.
		Nykytila	- Siirtyminen kuvakuljetuksiin ja lietoajitykseen päättymisen lisää jätealueen pölyämisvaikutuksia, mutta vähentää patoturvallisuuteen liittyvää riskiä. - Pölyämisellä voi olla vaikutusta lähialueen virkistyskäyttöpotentiaaliin, kuten marjastukseen ja sienestykseen. - Jätealueen pölyäminen on osa koko teollisuusalueen ilmaanlaatuun liittyviä vaikutuksia. - Ei vaikutuksia kulttuurihistoriaan. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen pölyäminen	3	1	3	- Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia tarkkaillaan osana jätealueen ja muun teollisuusalueen tarkkailua. - Vaikutuksia ehkäistään aiemmin melun ja pölyn osalta esitetyn riskinhallintakeinoin. - Terveysvaikutukset ovat estettävissä toteuttamalla alue suunnitelman mukaan käyttäen parasta mahdollista tekniikkaa sekä jätealueen vaikutusten huolellisella ja jatkuvalla tarkkailulla.	3	1	3	
		Ensimmäinen vaihe		3	1	3		3	1	3	
		Toinen vaihe	- Jätealueen korottaminen lisää maisemallista haittaa, sekä meluun, pölyyn ja varjostukseen liittyviä vaikutuksia. - Jätealueen korotus ei edellytä erillisiä rakennustöitä, eikä siitä aiheudu rakennusvaiheessa haitallisia vaikutuksia ihmisiin. Myöskään terveysvaikutuksia ei siten aiheudu. - Jätealueen korotuksella ei ole vaikutuksia kulttuurihistoriaan.	3	1	3		3	1	3	
		Kolmas vaihe	- Jätealueen laajentaminen itään tuo jätealueen lähemmäksi lähintä asutusta. - Laajennusalueella ei ole kulttuurihistoriallisesti arvokkaita kohteita, joihin voisi olla vaikutuksia.	3	1	3		3	1	3	
		Neljäs vaihe	- Jätealueen laajentaminen pohjoiseen vaikuttaa Natura-alueen virkistyskäyttöön alueen viihtyvyyttä heikentävästi. - Laajennusalueella ei ole kulttuurihistoriallisesti arvokkaita kohteita, joihin voisi olla vaikutuksia.	3	1	3		3	1	3	
		Sulkemisen jälkeen	- Ei vaikutuksia asutukseen tai viihtyvyyteen. - Toiminta-aikaan verrattuna vaikutus on positiivinen mm. pölyämishaitan lakattua.	0	-			0	-		
Vesienkäsittelyn päätyttyä			0	-		0	-				

Teema	Tunnistettu riski / vaikutus	Sknaario	Riskin / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	T _{laennos}	S _{laennos}	R _{laennos}	Epävarmuus	
1. Sijainti	Riskit alueen muulle teollisuudelle	Tausta	KIPin suurteollisuusalueelle sijoittuu BKO:n lisäksi useita muita teollisuuslaitoksia.	1	1	1	- Vaikutukset alueen muuhun teollisuuteen ovat estettävissä toteuttamalla alue suunnitelman mukaan käyttäen parasta mahdollista tekniikkaa sekä jätealueen vaikutusten huolellisella ja jatkuvalla tarkkailulla. - Rakenteisiin liittyvien riskien hallintaa on käsitelty erikseen.	1	1	1	- Vaikutusten ja riskien arviointiin ei liity sellaista epävarmuutta, jolla voisi olla vaikutusta riskin todennäköisyyteen tai seurausluokkaan. Jätealue on ollut osa teollisuusaluetta jo pitkään. Sen korottaminen ja laajentaminen ei vaikuta teollisuusalueiden muihin toimijoihin.	
		Nykytila	- Mahdollinen jätealueen padon sortuma meren suuntaan voisi aiheuttaa häiriön alueella kulkevien putkilinjojen rikkoutuessa. Merenpuoleisessa patopenkereessä on mm. dieselöljyn siirtolinja. - Jätealue nykyisessä laajuudessaan ei aiheuta riskiä muulle teollisuudelle.									
		Ensimmäinen vaihe	Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen rakenteet - Jätealueen pölyäminen									
		Toinen vaihe	1 1 1									1 1 1
		Kolmas vaihe	1 1 1									1 1 1
		Neljäs vaihe	1 1 1									1 1 1
		Sulkemisen jälkeen	- Sulkemisen jälkeen jätealue ei aiheuta riskiä muulle teollisuudelle tai toimijoille.									
1. Sijainti	Muusta teollisuudesta aiheutuvat riskit	Nykytila	- Muiden laitosten toiminnasta voi poikkeustilanteissa aiheutua esim. normaalista poikkeavia poly- tai ilmapäästöjä. - Onnettomuustilanteissa vaikutusten ulottumisen jätealueelle ei katsota olevan merkittävän onnettomuuden seuraus. - Pitkä sähkökatko voi johtaa vesienkäsittelyn seisahtumiseen ja suotoveden kertymiseen jätealueelle. Yhteisjätteen kuivalajitys kuitenkin ehkäisee tähän liittyvää riskiä. - Muiden toimijoiden prosessiperäisiä jätteitä ei oteta enää jätealueelle vastaan, mikä osaltaan pienentää muun teollisuuden aiheuttamaa riskiä. - Kokkolan Sataman suunnitelluilla täytiläillä olisi jopa positiivinen vaikutus jätealueen vakauteen, sillä merenpinnan vaihtelut jätealueen merenpuoleiselle seinustalla vähentyisivät.	2	1	2	- Muiden toimijoiden jätteiden vastaanottamisen lopettaminen vähentää niistä jätealueelle aiheutuvaa teoreettista riskiä. - Sähkökatoksia varten on olemassa aggregaatteja, joilla voidaan turvata vesienkäsittelyn toimintaa sähkökatoksiin liittyvissä poikkeustilanteissa. Pitkäkestoinen sähkökatko on hyvin epätodennäköinen.	2	1	2	- Vaikutusten ja riskien arviointiin ei liity sellaista epävarmuutta, jolla voisi olla vaikutusta riskin todennäköisyyteen tai seurausluokkaan. Jätealue on ollut osa teollisuusaluetta jo pitkään. Sen korottaminen ja laajentaminen ei vaikuta teollisuusalueiden muihin toimijoihin.	
		Ensimmäinen vaihe	Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Sataman laajennus									
		Toinen vaihe	2 1 2									2 1 2
		Kolmas vaihe	2 1 2									2 1 2
		Neljäs vaihe	2 1 2									2 1 2
		Sulkemisen jälkeen	- Muusta teollisuudesta ei aiheudu riskiä jätealueelle sen sulkemisen jälkeen.									
		Vesienkäsittelyn päätyttyä	- - -									0 - -
2. Toiminta	Riskien tunnistaminen ja järjestelmät	Nykytila	- Toimintaan liittyviin riskeihin ei ole varauduttu tai johtaminen on puutteellista. - Mahdollisissa onnettomuustilanteissa toimintatavat eivät ole selvillä.	0	1	0	- Boliden Kokkola on kehittänyt toimintaansa ja toimintatapojaan pitkäjänteisesti. - Yhtiöllä on sertifioitu laadunhallintajärjestelmä (ISO 9001:2015), ympäristöjärjestelmä (ISO 14001:2015), työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä (ISO 45001:2018) ja energianhallintajärjestelmä (ISO 50001:2018). - Toimintaa koskeva ennaltavarautumissuunnitelma on laadittu YSL 15 §:n mukaisesti. - Jätealue on ollut käytössä vuodesta 1969 lähtien ja siten sen toimintaan liittyen on runsaasti kokemusta ja mahdollisiin riskeihin varaudutaan asianmukaisesti ennakolta. - Ympäristövaikutuksia seurataan mm. yhteistarkkailun puitteissa ja tehtaan toimintaa kehitetään ympäristövaikutusten minimoimiseksi. - Jätteen kuljetuksissa ollaan siirtymässä kuivakuljetuksiin, jolloin jätealueelle ei johdeta ylimääräisiä vesiä. Tämä parantaa patoturvallisuutta merkittävästi. Kansainvälinen patoturvallisuusstandardi - Boliden on sitoutunut noudattamaan kansainvälistä patoturvallisuusstandardia (GISTM - Global Industrial Standard of Tailings management). Standardin vaatimukset ovat tiukemmat kuin esim. Suomen lainsäädännön. - Standardin vaatimukset ja niiden täytyminen käydään läpi myös BKO:n vaarallisen jätteen jätealueen osalta. - Standardin mukaisia riskejä arvioidaan säännöllisesti.	0	1	0	- Toimintaan liittyvien riskien tunnistamiseen, niihin varautumiseen ja järjestelmiin ei arvioida liittyvän sellaista epävarmuutta, joka vaikuttaisi riskin todennäköisyyteen tai seurausluokkaan.	
		Ensimmäinen vaihe	0 1 0									0 1 0
		Toinen vaihe	0 1 0									0 1 0
		Kolmas vaihe	0 1 0									0 1 0
		Neljäs vaihe	0 1 0									0 1 0
		Sulkemisen jälkeen	0 1 0									0 1 0
		Vesienkäsittelyn päätyttyä	0 1 0									0 1 0
2. Toiminta	Ilkivalta	Nykytila	- Jätealue sijoittuu kokonaisuudessaan aidatulle alueelle. Alueelle on kulku vain porttien kautta.	0	1	0	- Asiattomien kulku on estetty aidoilla. Alueelle voi kulkea vain porttien kautta. - Alue on vartioitu.	0	1	0	- Arviointiin ei arvioida liittyvän merkittäviä epävarmuuksia johtuen nykyisistä toimintatavoista.	
		Ensimmäinen vaihe	- Riski ilkivallasta ja sen ympäristövaikutuksista arvioidaan merkityksettömäksi.									
		Toinen vaihe	0 1 0									0 1 0
		Kolmas vaihe	0 1 0									0 1 0
		Neljäs vaihe	0 1 0									0 1 0
		Sulkemisen jälkeen	0 1 0									0 1 0
		Vesienkäsittelyn päätyttyä	0 1 0									0 1 0
2. Toiminta	Työkoneiden ja kuljetuskaluston onnettomuudet	Nykytila	- Jätteet kuljetetaan jätealueelle kuorma-autoilla ja jätealueella käytetään työkoneita. Työkoneita tankataan jätealueella siirrettävistä säiliöistä. - Onnettomuuksissa kuljetuskalustosta ja työkoneista voi aiheutua öljyvuotoja tai kuormien kaatuessa kuljetettavaa jätettä voi päästä leviämään. - Jätealueella on tapahtunut kuljetuskaluston suistumisia/kaatumisia normaaleilta ajoreiteiltä. Näistä ei kuitenkaan ole aiheutunut ympäristölle haittaa tai vaaraa. - Jos onnettomuuksia tapahtuu jätealueen ulkopuolella, voi ympäristölle aiheutua haittaa.	0	1	0	- Jätealueelle on laadittu kartta ajoreiteista. Jätealueella ajoreitit on merkitty ja pääsääntöisesti kuivakuljetuksissa ajoreitit ovat yksisuuntaisia kuljetusonnettomuuksien estämiseksi. - Kuljetettavat jätteet ovat kiinteitä, jolloin niiden siivoaminen ympäristöstä on helposti toteutettavissa. - Suurimmaksi osaksi jätteiden kuljetusreitti on jätealueella, jolloin riski kuljetettavien jätteiden leviämisestä on merkityksetön. - Liikenneturvallisuutta parannetaan nopeusrajoitusten noudattaminen sekä ajoneuvojen asettaminen liikenneolosuhteiden mukaisiksi. Talviaikana käytetään luukaudenortorjuntaa. - Tiestön kuntoa seurataan ja tarvittaessa tiestöä korjataan. - Työkoneiden ja kuljetuskaluston polttoainevuotoihin varaudutaan mm. öljynimeytysmatoilla ja -turpeella. Tehdaspalokunta on käytettävissä tarvittaessa öljyntorjuntaan. - Korjaavat toimenpiteet mahdollisissa onnettomuustilanteissa tehdään välittömästi. Etenkin näin toimitaan tilanteissa, joissa onnettomuus tapahtuu jätealueen ulkopuolella.	0	1	0	- Työkoneiden ja kuljetuskaluston onnettomuuksien riskien arviointiin ei arvioida liittyvän sellaista epävarmuutta, joka vaikuttaisi olennaisesti riskin todennäköisyyteen tai seurausluokkaan. - Onnettomuuksien arvioidaan kohdistuvan toiminnan perusteella yksittäisiin työkoneisiin/kuljetuskalustoon. - Alueella on ollut toimintaa jo pitkään. Alueella on tapahtunut onnettomuuksia, joista ei ole aiheutunut ympäristölle vaaraa tai haittaa. - Mikäli onnettomuus aiheutuu jätealueen ulkopuolella, voi ympäristölle aiheutua suurempaa haittaa. Vaikutukset riippuvat onnettomuuden laajuudesta ja paikasta.	
		Ensimmäinen vaihe	0 1 0									0 1 0
		Toinen vaihe	0 1 0									0 1 0
		Kolmas vaihe	0 1 0									0 1 0
		Neljäs vaihe	0 1 0									0 1 0
		Sulkemisen jälkeen	- Riski ei liity sulkemisen jälkeiseen aikaan tai tilanteeseen vesienkäsittelyn päätyttyä.									
		Vesienkäsittelyn päätyttyä	- Sulkemisen jälkeen jätealueelle ei enää liikkennöidä eikä alueella ole käytössä työkoneita.									

Teema	Tunnistettu riski / vaikutus	Skenaario	Riskin / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	T _{laennos}	S _{laennos}	R _{laennos}	Epävarmuus	
2. Toiminta	Jätealueen pölyäminen	Tausta	Jätealue on tiettyissä sääolosuhteissa mahdollinen hajapäästölähtö. Jätealueen pölyämiseen liittyviä poikkeamia on kirjattu viime vuosina 1-3 kpl/vuosi. Jätealueella saattaa talvella, leudolla ajanjaksoilla mahdollisen sadejakson jälkeen sadeveden jäätyessä kertyä jätettä hienojakoisena aineksena jäätyneelle pinnalle, mistä kuiva hienojakoinen pöly pääsee leviämään jätealueelta tuulen mukana aiheuttaen ilman kautta kulkevia hiukkaspäästöjä. Vaikutus rajoittuu pääosin tehdasalueelle ja parkkipaikoille, eikä ulotu lähimmille asuinalueille. Myös meren jäällä saattaa olla jäämiä jätealueen hienojakoisesta pölystä. Kesäkaahan lyhyet päästöjaksot ovat mahdollisia viikkoja kestävien sateettomien hellekausien aikana, jolloin jäte kuivuu. Merkittävimäksi pölyn lähteeksi on todettu liikennöinti. Renkaiden mukana epäpuhtaudet voivat kulkeutua pois jätealueelta. Vuoden 2023 aikana pölyämiseen ja sen torjuntaan on kiinnitetty erityistä huomiota.								- Polymallinnuksiin liittyvää epävarmuutta on kuvattu polymallinnuksen raportissa. Epävarmuutta liittyy mm. päästötietoihin, sääaineistoon ja sen edustavuuteen sekä laskentaan. - Mallinnuksiin liittyvää epävarmuutta on vähennetty käyttämällä mallinnustilanteena ns. pahinta mahdollista tilannetta. Mallinnuksessa ei ole huomioitu sateiden ja lumipeitteen pölyämistä vähentäviä vaikutuksia tai jätteen pinnan tiiviiksi tammautumisen vaikutuksia. Päästöarvioissa ei ole huomioitu myöskään pölyntorjunnan vaikutusta. Tämän perusteella on arvioitu, että todellisessa tilanteessa päästöt olisivat todennäköisesti pienemmät. Siten mallinnukset vastaavat ns. pahinta mahdollista tilannetta. - BKO:lla on kokemusta jätealueen käytöstä ja hoidosta pitkältä ajalta ja pölynhallintaa on kehitetty.	
		Nykytila	- Kuivan yhteisjätteen pölyäminen on merkittävämpää kuin aiemmin läjitetyn lietemäisen jätteen. - Laskeumatarkkailun, jatkuvatoinisten hiukkaspitoisuuden mittauksen sekä pölymittausten- ja mallinnusten perusteella alueen toiminnan aiheuttamat vaikutukset näkyvät selvimmän tuotantoalueella ja niiden välittömässä läheisyydessä. Lisäksi alueen liikenne lisää pölyn määrää ainakin välittömässä läheisyydessä. - Toiminnan vaikutukset alueen ulkopuolella on arvioitu pieniä. - Laskeumamallinnuksen mukaan jätealueen toiminnasta aiheutuva TSP-laskeuma on keskimäärin suuruusluokaltaan sellaista, ettei siitä ole arvioitu aiheutuvan merkittävää viihtyvyyshaittaa.	4	2	8	Jätealueelle on laadittu pölynhallintaohje, jossa on kuvattu käytönaikainen tarkkailu, pölyhaittojen tunnistaminen, toimenpiteet pölyämisen hallitsemiseen ja vähentämiseen sekä pölyhavaintojen raportointi. Pölynhallintaan on kiinnitetty erityistä huomiota viime vuosien aikana. Käytön aikainen tarkkailu - aistinvarainen tarkkailu päivittäin - pölyhaittojen havainnoista ilmoitetaan jätealueen urakoitsijalle, joka käynnistää korjaavat toimenpiteet pölyhaittojen torjumiseksi - havainnoista ja korjaavista toimenpiteistä ilmoitetaan jätealueen vastuuhenkilöille, jotka kirjaavat tapahtuman BKO:n järjestelmään - pölyämisen merkittävyyttä arvioidaan kaksoisuodatuksen kuormausrakennuksessa ja sen lähiympäristössä, ajoreiteillä jätealueella ja sen lähiympäristössä, kaksoisuodattujen yhteisjätteen läjitysalueella, välivarastoitavan kaksoisuodattujen yhteisjätteen sekä lentotuhkan varastokasojen välivarastointialueilla - jatkuva pölytarkkailu (laskeumamittaukset jätealueen ympärillä) Pölyhaittojen tunnistaminen ja toimenpiteet pölyämisen hallitsemiseen ja vähentämiseen - päälystettyjen ajoreittien kastelu ja pesu; ajoreittejä kastellaan ja pestään päivittäin sulan maan aikana - imuauton käyttö; sakkalaarin ympäristössä käytetään imuautoa tiestön pesuun joka toinen päivä - jätealueen päälystämättömän tiestön käsittely polynsidontakemikaaleilla - jätealueen kasojen ja läjitysalueen kastelu ja käsittely polynsidontakemikaaleilla - kuljetuskaluston säännöllinen pesu; kaikkien jätealueella käyneiden ajoneuvojen tulee poistua pesuhallin kautta alueelta poistumista - jätealueen ja sen ympäristön nopeusrajoitusten noudattaminen - toiminnan keskeyttäminen voimakkaalla tuulella; tuulen nopeuden ja suunnan tarkkailu aistinvaraisesti sekä tehdasalueen reaaliaikaisten tuulitietojen perusteella, polyvien toimintojen välttäminen tuulisella säällä ja toimintojen keskeyttäminen tarvittaessa, tuulisen ja kuivana aikana pölyävät työt jätealueella keskeytetään, kunnes jätealueen pölyäminen on kastelun avulla saatu hallintaan ja tuuliolosuhteet mahdollistavat töiden jatkamisen - täytön tiivistämätön pinta-ala pyritään pitämään läjityksen aikana mahdollisimman pienenä - jätealueen ulkoluisien väliaikainen verhoilu - jätealueen rakentaminen, laajentaminen ja sulkeminen vaihteitain	4	1	4		
		Ensimmäinen vaihe	- Aktiivisessa käytössä olevan täyttöalueen pinta-ala ei kasva verrattuna nykytilanteeseen. - 7-altaalla ja rikkirikastealtailla täyttyä aloitetaan matalammalta tasolta verrattuna nykyiseen täyttötasoon.	4	2	8	Pölyhavaintojen raportointi - pölyhavainnoista kirjataan ylös oleelliset asiat, kuten päivämäärä ja kellonaika, tuulen suunta ja nopeus, sijainti, havaitut poikkeamat, suoritettut/tilatut korjaavat toimenpiteet - merkittävissä pölyämistilanteissa korjaavat toimenpiteet aloitetaan viipymättä ja tilanteesta tiedotetaan BKO:n ympäristöorganisaatiota sekä kirjataan ympäristöpölykeama BKO:n poikkeamanhallintajärjestelmään. - merkittäväksi pölyämistilanteeksi luokitellaan pölyäminen, joka havaittavasti kohdistuu jätealueen rajojen ulkopuolelle - merkittävissä pölyämistilanteissa tilataan tarvittaessa tehdaspalakunta avuksi kastelemaan ajoteitä ja kasoja - merkittävissä pölyämistilanteissa BKO:n ympäristöorganisaatio laatii tarvittaessa häiriötilanneilmoituksen ympäristönsuojeluviranomaisen YLVA-järjestelmään - pölyhavaintojen sisäistä ilmoitus- ja raportointimenettelyä muutetaan tarvittaessa käytönaikaisesta tarkkailusta saatujen kokemusten perusteella	4	1	4		
		Toinen vaihe	- Riski pölyämiselle on suurempi nykytilaan verrattuna täytön korotuksen myötä. - Vuonna 2022 on laadittu pölyn leviämismallinnus, jossa on huomioitu jätealueen korotus tasolle +60 m. Mallinnuksessa pölyävän alueen pinta-alksi on arvioitu 20 ha. Mallinnuksen tuloksia voidaan pitää pahinta mahdollista tilannetta kuvaavana. - Mallinnuksen perusteella PM ₁₀ -vuorokausiraja-arvoon ja vuosisiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet ylittyvät ainoastaan jätealueella. Myös korkeimmat vuorokausiraja-arvon altittavat pitoisuudet sekä korkeimmat vuosisiraja-arvon altittavat pitoisuudet rajoittuvat jätealueelle ja sen välittömään läheisyyteen. PM ₁₀ -vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ylittyy jätealueen sisäpuolella, mutta jätealueen ulkopuolelle mentäessä vuorokausiohjearvoon verrannollisen pitoisuuden on arvioitu olevan korkeintaan puolet vuorokausiohjearvosta. - Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot eivät ylity asuin- ja lomarakennuksilla, vaikka arvioidut taustapitoisuudet otetaan huomioon. Raja- ja ohjearvojen ylitykset tapahtuvat pienillä alueilla jätetäytön lähellä riippumatta siitä, otetaanko taustapitoisuudet huomioon. Ylitäisyöhykkeet eivät yllä Natura-alueelle eivätkä suojealueelle, vaan jäävät jätealueelle ja sen laajennuksen kohdalle.	4	2	8				4	1	4
		Kolmas vaihe	- Jätealueen laajentaminen laajentaa vaikutusalueita. Vaikutusalue laajenee itään eli pohjavesialueen suuntaan. - Vuonna 2022 laaditussa mallinnuksessa avoimna olevan jätetäytön (pölyävä alue) pinta-ala on noin 10 ha eli noin puolet pienempi kuin jätealueen korotuksessa (vrt. edellä riskinarviossa tarkasteltu toinen vaihe). Jätetäytön korkeutena on mallinnuksessa ollut suunniteltu maksimikorkeus (+40 m). Mallinnuksen tuloksia voidaan pitää pahinta mahdollista tilannetta kuvaavana. - Laajennus nostaa ilman hiukkaspitoisuuksia laajennusalueella sekä sen välittömässä läheisyydessä. Pitoisuudet pienenevät nopeasti etäisyyden kasvaessa. - Vuorokausiraja-arvo ja vuosisiraja-arvo voivat ylittyä jätealueella. Myös vuorokausiohjearvo voi ylittyä jätealueella tai jätealueen laajennuksen sisällä pienillä alueilla. - Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot eivät ylity asuin- ja lomarakennuksilla, vaikka arvioidut taustapitoisuudet otetaan huomioon. Raja- ja ohjearvojen ylitykset tapahtuvat pienillä alueilla jätetäytön lähellä riippumatta siitä, otetaanko taustapitoisuudet huomioon. Ylitäisyöhykkeet eivät yllä Natura-alueelle eivätkä suojealueelle, vaan jäävät jätealueelle ja sen laajennuksen kohdalle. - Vuosisiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus voi nousta vain hieman suoje- ja Natura-alueen rajalla. - Hiukkaspäästöjen vuorokausiohjearvo voi ylittyä jätealueen tai jätealueen laajennuksen sisällä pienillä alueilla.	4	2	8	Muu tarkkailu ja seuranta - Ilmanlaadun yhteistarkkailu, ml. bioindikaattoriselvitykset - jätealueelle on asennettu useita sääasemia	4	1	4		
		Neljäs vaihe	- Jätealueen laajentaminen laajentaa pölyn vaikutusalueita. Vaikutusalue laajenee pohjoiseen eli Natura-alueen suuntaan. - Vuonna 2022 laaditussa mallinnuksessa avoimna olevan jätetäytön (pölyävä alue) pinta-ala on noin 10 ha eli noin puolet pienempi kuin jätealueen korotuksessa (vrt. edellä riskinarviossa tarkasteltu toinen vaihe). Jätetäytön korkeutena on mallinnuksessa ollut suunniteltu maksimikorkeus (+40 m). Mallinnuksen tuloksia voidaan pitää pahinta mahdollista tilannetta kuvaavana. - Laajennus nostaa ilman hiukkaspitoisuuksia laajennusalueella sekä sen välittömässä läheisyydessä. Pitoisuudet pienenevät nopeasti etäisyyden kasvaessa. - Vuorokausiraja-arvo tai vuosisiraja-arvo eivät ylity. Myöskään vuorokausiohjearvo ei mallinnuksen mukaan ylity. - Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot eivät ylity asuin- ja lomarakennuksilla, vaikka arvioidut taustapitoisuudet otetaan huomioon. Raja- ja ohjearvojen ylitykset tapahtuvat pienillä alueilla jätetäytön lähellä riippumatta siitä, otetaanko taustapitoisuudet huomioon. Ylitäisyöhykkeet eivät yllä Natura-alueelle eivätkä suojealueelle, vaan jäävät jätealueelle ja sen laajennuksen kohdalle. - Vaikutukset suoje- ja Natura-alueella voivat olla suuremmat kuin itäisessä laajennuksessa (riskinarviossa tarkasteltu kolmas vaihe).	4	2	8				4	1	4
		Sulkemisen jälkeen	- Jätealueen sulkemisen yhteydessä alueelle rakennetaan pintarakenteet, eikä jätealueesta aiheudu pölyämistä.	0	1	0	- Pintarakenteilla estetään jätealueen pölyäminen.	0	1	0		
		Vesienkäsittelyn päätyttyä	- Vesienkäsittelyllä ei ole vaikutusta jätealueen pölyämiseen.	-	-		- Vesienkäsittelyllä ei ole vaikutusta jätealueen pölyämiseen.	-	-			

Teema	Tunnistettu riski / vaikutus	Skenaario	Riskin / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	T _{laadinto}	S _{laadinto}	R _{laadinto}	Epävarmuus
3. Rakenteet	Laajennusalueiden pohjarakenteiden liittyminen nykyisen alueen pystyeristysseinään	Nykytila	- Riski ei liity nykyiseen jätealueeseen.	-	-	-	- Riski ei liity nykyiseen jätealueeseen.	-	-	-	- Suunnitelmien mukaista rakennetta ei ole aiemmin toteutettu, minkä vuoksi sen toteuttamisesta tai käytöstä ei ole käyttökokemuksia.
		Ensimmäinen vaihe		-	-	-		-	-	-	
		Toinen vaihe		-	-	-		0	1	0	
		Kolmas vaihe	- Laajennusalueiden pohjarakenteiden liittyminen nykyisen alueen eristysseinän kanssa on tunnistettu riskikohteeksi/riskirakenteeksi. - Nykyisen jätealueen pystyeristysseinän yläpinta kaivetaan esiin ja varmistetaan sen kunto. Eristysseinän yläpinta ja laajennusalueen pohjarakenne yhdistetään yhtenäiseksi rakenteeksi ja liitos liitoskohdan alueella varmistetaan esimerkiksi maabentonitiittiytöllä. - Nykyinen eristysseinä koostuu HDPE-kalvosta, joka on asennettu bentonitiittilietteen. Rakenne on sellainen, että se kestää myös muodonmuutoksia murtumatta pitkälläkin aikavälillä.	2	2	4	- Suunnittelussa ja myöhemmin rakenteiden toteutuksessa pohjarakenteiden liittyminen on teknisesti toteutettavissa siten, ettei riskiä pystyeristysseinälle aiheudu. - Laajennusalueella pintaosan loyhimät kerrokset tiivistetään. Täytön loppuvaiheessa kokonaispainumat ovat arvioitua luokkaa 0,2-0,4 m, eikä suuria pienialaisia painumaeroja ole odotettavissa. - Materiaaliratkaisulla varmistetaan se, että vaikutukset pystyeristysseinälle ovat mahdollisimman vähäiset. - Jätetäytön alle jäävä pystyeristysseinä ja siihen liittyvät rakenteet on suunniteltu toimiviksi. Vaikka täytön alle jäävät rakenteet eivät toimisi, olisi vesien virtaus edelleen meren/sinkkיתהאן suuntaan, ei Patamäen pohjavesialueen suuntaan. - Jätetäytön alle jäävä pystyeristysseinä ja siihen liittyvät rakenteet on suunniteltu toimiviksi. Vaikka täytön alle jäävät rakenteet eivät toimisi, olisi vesien virtaus edelleen meren/sinkkיתהאן suuntaan, ei Patamäen pohjavesialueen suuntaan. - Meren ja sinkkיתהאן puolelta olevat salaojat eivät jää suunniteltujen täyttöjen alle, joten niiden toiminta jatkuu nykyisellään, vaikka itä- ja pohjoispuolen jääteläiset eivät toimisi. Suotovedet siis virtaisivat edelleenkin pohjavesien keräilyjärjestelmän, jos kävisi niin, että itä- ja pohjoispuolen suotovesien keräilyjärjestelmä ei toimisi, voidaan asentaa suojapumpauskaivoja jätetäytön läpi tai alueen ulkoreunoille. Lähtökohtana on, että järjestelmää voidaan huoltaa myös silloin, kun se jää jätetäytön alle.	2	2	4	
		Neljäs vaihe	Tunnistettut riskit, joita on käsitelty riskinarvion muissa kohdissa: - Vesienhallintaan liittyvät häiriöt ja vauriot - Pohjoispuolelta tulevan jätetäytön ja patojen stabiliteettiin ja rakennettavuuteen liittyvät riskit - Pohjavesiin kohdistuvat riskit	2	2	4		2	2	4	
		Sulkemisen jälkeen	- Riski ei liity sulkemisrakenteisiin tai vesienkäsitelyyn.	-	-	-	- Riski ei liity sulkemisrakenteisiin tai vesienkäsitelyyn.	-	-	-	
3. Rakenteet	Padon murtuminen ja vahingonvaara	Vesienkäsitelyyn päätyttyä	- Alueella muodostuvia suotovesiä kerätään ja käsitellään niin pitkään kuin se on tarpeen.	-	-	-	- Alueella muodostuvia suotovesiä kerätään ja käsitellään niin pitkään kuin se on tarpeen.	-	-	-	- Jätealueen patomurtuminen ei arvioida liittyvän sellaisiin epävarmuuksiin, jotka vaikuttaisivat ympäristöriskien todennäköisyyteen tai seurauksuukkaan. - Jätealueen patomurtumien vahingonvaaraa on arvioitu ja tunnistettu siitä aiheutuvia riskejä.
		Nykytila	- Aikaisemmin pääjäteajaket on läjitetty alueelle lietemäisenä, minkä vuoksi etenkin läjityksen pintaosa on ollut hyvin vesipitoista ja lietmäistä, jolloin patomurtumassa lietetä sekä läjityksen pinnalle selkeytynyttä vettä voisi virrata ulos murtuma-aukosta. - Vaikka läjityksessä siirrytään vuoden 2024 loppuun mennessä kokonaan kuivaläjäilykseen, ei jätetäyttö kuivu välittömästi ja ainakin nykyisin osa yhteisjätteestä on vielä juokseutuassa tilassa tai muuttuu häiritynä helposti juoksevaan tilaan. - Uuden jätteen tiivistyminen nykyisen täytön päälle poistaa huokosvettä alapuolisesta täytöstä, minkä vuoksi täyttö kuivuvi jatkossa nykyistä tehokkaammin. Alueelle ei tule uutta vettä läjityksen mukana. - Koska jäte on jatkossa kuivaa, eikä juokseutuusta oleteta enää tapahtuvan, patomurtuma tapahtuu ns. liukupintasortumana ja määrävän eli heikoin liukupinta on määritetty kullekin jätealueen reunapenkereelle erikseen. Liukupintasortumassa liukuva maamassa voi siirtyä arviolta noin 20-40 m etäisyydelle murtumakohdasta. Tulva-aaltoa tai lietteen virtausta murtuma-aukosta ei oleteta tapahtuvan, koska vapaata vettä altaista ei enää ole tai vähäinen vapaan veden allas sijoitetaan altaan keskiosalle niin, että reunapadolla tapahtuva murtuma ei ulotu vesialueelle saakka. - Liukupintamurtumassa jätettä leviää maa-alueelle tai jätealuetta kiertävään kuivatusojaan. Maa-alueelta ja ojaasta jäte on suhteellisen nopeasti poistettavissa. Kuivatusojalla ja suotovesien hallintajärjestelmällä saadaan pinta- ja pintakerrosvaluntaan tulevat hule- ja suotovedet tehtaan vesienkäsitelyyn. Maa-alueelle tapahtuvasta liukupintasortumasta ei arvioida aiheutuvan vaaraa ympäristölle. - Patomurtumassa ympäristöön leviävä jäte voi aiheuttaa mm. kohonneita metallipitoisuuksia ja happamuuksia maaperässä ja valumavesissä, ellei jätettä saada poistettua nopeasti ja tarkasti leviämisalueelta. Lietteenä purkautuva jäte leviää laajalle alueelle ja veden mukana etenkin hienoinen voi kulkeutua alueen ojiin ja tätä kautta laajemmalle alueelle. Myös jätteen sisältämä huokosvesi tai läjityksen pinnalle selkeytynyt vesi voivat sisältää jo itsessään liukoisia haitta-aineita, jotka imeytyvät maaperään tai kulkeutuvat erilaisia painanteita ja ojaistoja pitkin vesialueille. - Jätealue on korkeimmillaan meren puoleisella reunalla, missä myös läjityksen luiskakaltevuus on jyrkin. Lisäksi lounaisosalla on lietaläjäilyksen vapaan veden allas. Jätteen päätyminen patomurtumatilanteessa mereen on mahdollista. Osa liukupintasortuman massasta jää nykyisen moreenipenkereen päälle, eikä todennäköisesti päädy vesialueelle. Jätteestä (jarsiitti ja yhteisjäte) vain noin 15 % on arvioitu mahdollisesti päätyvän merialueelle. Meren puolen patopenkeissä on käytetty aiemmin rautasakkaa jota myös pääty mereen. Jätteen poistaminen tai ainakin nopea poistaminen merialueelta on hankalaa, joten jätteessä olevien liukoisten haitta-ainesten voidaan olettaa päätyvän lähialueen meriveteen. Haitta-ainesten arvioidaan nostavan meriveden pitoisuuksia hetkellisesti ainakin läheisellä n. 15-20 m merialueella. Hienojakoinen jäte ja patopenkereissä käytetty hienojakoinen maa-aines voivat kulkeutua merialueella kauemmaskin ja aiheuttaa samentumaa sekä kiintoainekertymää ranta-alueella mm. karikolille. - Sortuma voi aiheuttaa myös reunapenkereessä kulkevan oljin siirtolinajaputken katkeamisen, jonka seurauksena mereen voi päästä oljyä. Putki on normaalitylanteissa suljettuna siten, että vain putken sisällä mahdollisesti oleva oljy pääsee purkautumaan ulos. Läheisyydessä on Rummelön-Hartbådan valtakunnallisesti arvokas lintuvesialue, joten mereen päässeenä oljystä voi aiheutua alueen linnustolle haittaa. Tietävästi myös oljynsiirto putkessa on hyvin harvinaista. - Suurin vaara patomurtumasta voi aiheutua tehtaan omille toiminnolle, rautatiepistolle ja tiealueille sekä pumpaamolinnille, jotka sijoittuvat jätealueen välittömään läheisyyteen. Maanvörymästä vaaraa voi aiheutua myös jätealueella tai sen lähialueella työskentelevälle tehtaan henkilöstölle. Henkilövahinkoja voi aiheutua todennäköisesti vain siinä tapauksessa, että kuivaläjäilyksen pengerialueella sortuu ja lähellä luiskaa reunaa oleva työkone putsoaa luiskasortuman mukana. - Suotovesipumppaamoputken katkeaminen voi aiheuttaa hetkellisesti vuodon tehdasalueella, mutta pumppaamot pystytään nopeasti sulkemaan ja rikkoutunut putki uusimaan. - Teiden katkeaminen keskeyttää ainakin tilapäisesti liikenteen alueella. - Kuivan jätteen liukupintasortumasta ei arvioida aiheutuvan vaaraa pohjavesialueelle, koska murtumatapauksessa jäte jää hyvin lähelle murtumakohtaa ja jätealuetta kiertävään kuivatusojaan. Pohjaveden päivävuotavuus jätealueella on kohti merta. - Asutukselle, loma-asutukselle tai ulkopuolisille ei arvioida aiheutuvan vaaraa, koska asuin- ja julkiset rakennukset sijoittuvat niin etäälle jätealueesta, että liukupintamurtumassa jätettä ei leviä tehdasalueen ulkopuolelle. - Myös suojelealueet sijoittuvat lähimmillään n. 200 m etäisyydelle jätealueesta, eikä muuten jätteen liukupintasortumassa jätteen oleteta leviävän näin kauas. Tunnistettut riskit, joita on käsitelty riskinarvion muissa kohdissa: - Vesienhallintaan liittyvät häiriöt ja vauriot - Suotoveden määrän lisääntyminen	1	3	3	- Nykyisen jätealueen padot on luokiteltu 1-luokkaan ja alueelle on laadittu vahingonvaaraselvitys. - Patomurtuman riski liittyy etenkin lietaläjäilykseen, jota ei enää tehdä kuin poikkeustilanteissa. - Kuivaläjäilykseen siirtyminen on merkittävä parannus patoturvallisuuden kannalta. - Jätealueen patoturvallisuuden kannalta olennaisia ovat vesienhallinnan toimenpiteet, joita on kuvattu edellä riskinarviossa. - Jätetäytön stabiliteettia seurataan ja tarkkaillaan edellä tässä riskinarviossa kuvatun mukaisesti.	1	3	3	
		Ensimmäinen vaihe	- Jätealueelta poistuvat ensimmäisessä vaiheessa 7-allas sekä rikkirakastealtaat ja ko. alueille sijoitetaan yhteisjätettä kuivaläjäilyksenä. - Jätealueelle ei enää sijoitu vesialaita. - Jäte sijoitetaan alueelle kuivaläjäilyksenä, jolloin riski patomurtumille ja myös niiden vaikutukset ovat pienemmät kuin nykytilanteessa.	1	2	2	- Jätealueelle ei jatkossa sijoitu vesialaita. - Jätealueen vesienhallinta sekä muut myös patoturvallisuuteen liittyvät toimet toteutetaan edellä riskinarviossa kuvatun mukaisesti.	1	2	2	
		Toinen vaihe	- Koska jäte sijoitetaan jatkossa alueelle kuivana, esitetään jätealueen patojen poistamista luokittelusta tai niiden siirtämistä muun luokan padoiksi.	1	2	2		1	2	2	
		Kolmas vaihe	- Laajennusalueiden ympärille rakennetaan suunnitelmien mukaiset reunapenkereet. - Laajennusalueille sijoitettava jäte läjitetään kuivaläjäilyksenä, eikä alueelle varastoida vettä. - Läjäilyalueen toiminta on laajennusalueella verrattavissa ns. tavanomaisiin kaatopaikkoihin, joihin jätteet läjitetään kuivana.	0	1	0	- Laajennusalueille jäte läjitetään kuivana eikä laajennusalueella varastoida vettä. - Laajennusalueella muodostuvat suotovedet kerätään ja johdetaan hallitusti edelleen tehtaan vesienkäsitelyyn.	0	1	0	
		Neljäs vaihe	- Reunapenkereen sortumisesta ei aiheudu massiivista vesien purkautumista tai tulva-aaltoa ympäristöön.	0	1	0		0	1	0	
		Sulkemisen jälkeen	- Sulkemisen aikana jätealueelle rakennetaan suunnitelmien mukaiset pintarakenteet. Pintarakenteilla vähennetään merkittävästi jätetäytön suotautuvan veden määrää. - Suotovesiä kerätään ja käsitellään hallitusti pintarakenteiden rakentamisen ja sulkemisen jälkeen niin pitkään kuin se on tarpeen.	0	1	0	- Tiiviillä pintarakenteilla vähennetään merkittävästi jätetäytön suotautuvan veden määrää ja parannetaan siten myös patoturvallisuutta. - Myös jätealueen sulkemisen jälkeen suotovesiä kerätään ja käsitellään niin pitkään kuin niiden laatu sitä edellyttää.	0	1	0	
		Vesienkäsitelyyn päätyttyä		0	1	0		0	1	0	
	3. Rakenteet	Nykytila	- Riski ei liity nykytilaan.	-	-	-	- Riski ei liity nykytilaan.	-	-	-	- Rikkirakastealaiden rakennettavuudesta ja tarkemmista suunnitelmista ei ole tässä vaiheessa käytettävissä tietoa. Epävarmuuksilla ei kuitenkaan arvioida olevan merkittävää vaikutusta riskin todennäköisyyteen tai seuraukseen.
		Ensimmäinen vaihe	- Rikkirakastealtaat 8A ja 8B on tarkoitettu tyhjentää ennen jätealueen korottamista kyseisellä alueella. - Lähtökohtaisesti asennetut muovit poistetaan ja pohja tarkistetaan. - Altaan kohdat täytetään kuivalla yhteisjätteellä, jolloin ko. kohdalle ei jää vettä kerääviä painanteita, eikä täytöillä ole esimerkiksi stabiliteettia heikentävää vaikutusta yläpuolisiin täyttöihin. - Vaihtoehtona on myös rikkirakasteen geoteknisten ominaisuuksien parantaminen massastabiilomalla, jolloin alueen päälle voidaan tehdä yhteisjätteen läjitystä.	0	1	0	- Jatkoseelvitykset alaiden 8A ja 8B tyhjentämisestä sekä massojen jatkokäsittelystä ja sijoittamisesta on käynnistetty. - Tarkemmat suunnitelmat ja toimet alaiden osalta hyväksytään viranomaisella hyissä ajoin ennen alueen täyttämistä.	0	1	0	
		Toinen vaihe	- Riski ei liity jätealueen korottamiseen. Korotusvaiheessa rikkirakastealtaat on poistettu käytöstä.	-	-	-	- Riski ei liity jätealueen korottamiseen. Korotusvaiheessa rikkirakastealtaat on poistettu käytöstä.	-	-	-	
		Kolmas vaihe	- Riski ei liity jätealueen laajentamiseen, sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tai vesienkäsitelyyn.	-	-	-	- Riski ei liity jätealueen laajentamiseen, sulkemisen jälkeiseen tilanteeseen tai vesienkäsitelyyn.	-	-	-	
		Neljäs vaihe		-	-	-		-	-	-	
		Sulkemisen jälkeen		-	-	-		-	-	-	
3. Rakenteet	Kadmiumjätebunkkereiden vauriot	Vesienkäsitelyyn päätyttyä		-	-	-		-	-	-	- Kadmiumjätebunkkereiden vaurioihin ei arvioida liittyvän sellaista epävarmuutta, jolla voisi olla vaikutusta arvioituun riskin todennäköisyyteen tai seurauksuukkaan.
		Nykytila	- Nykyisellä jätealueella varastoidaan kadmiumjätettä kadmiumbunkkereissa (kadmiumjätevarastoissa). - Kulloinkin käytössä oleva bunker suojataan väliaikaisella kannella siten, että kadmiumjäte ei pääse leviämään ympäristöön. - Täyttyneet bunkerit suljetaan välittömästi betonikannella. - Kadmiumjätteen varastointia jatketaan, kunnes viranomaisen hyväksymä käsittelymenetelmä on käytössä. Kadmium tullaan loppusijoittamaan niin, että kaatopaikka-asetuksen mukaiset liukoisuusvaatimukset saavutetaan. - Kadmiumjätevarastojen käytön lopettamisesta, varastoidun kadmiumjätteen käsittelystä ja/tai muualle toimittamisesta aikatauluohdotukseen laaditaan selvitys.	2	2	4	- Kadmiumjätteen varastoimisissa noudatetaan erityistä huolellisuutta. - Bunkkerialueita ja bunkkereita tarkkaillaan säännöllisesti ja alueen puhtaudesta huolehditaan. - Kadmiumjätebunkkereiden käytön lopettamisesta, varastoidun kadmiumjätteen käsittelystä ja/tai muualle toimittamisesta aikatauluohdotukseen laaditaan selvitys.	2	2	4	
		Ensimmäinen vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Toinen vaihe		1	2	2		1	2	2	
		Kolmas vaihe	- Kadmiumjätebunkkerit sijaitsevat jätealueen eteläreunalla, eikä riski liity jätealueen korottamiseen tai laajennusalueisiin.	-	-	-	- Riski ei liity laajennusalueisiin.	-	-	-	
		Neljäs vaihe		-	-	-		-	-	-	
		Sulkemisen jälkeen	- Mahdollisesti jätealueelle jäävät kadmiumjätebunkkerit huomioidaan sulkemisessa.	0	1	0	- Jätealueen sulkemisessa huomioidaan kadmiumjätebunkkerit tarvittavalla tavalla.	0	1	0	
		Vesienkäsitelyyn päätyttyä	- Jätealueella muodostuvia suotovesiä kerätään ja käsitellään niin pitkään kuin niiden laatu sitä edellyttää.	0	1	0	- Jätealueella muodostuvia suotovesiä kerätään ja käsitellään niin pitkään kuin niiden laatu sitä edellyttää.	0	1	0	

Teema	Tunnistettu riski / vaikutus	Skenaario	Riskin / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	T _{laadns}	S _{laadns}	R _{laadns}	Epävarmuus
4. Säläet prosessit	Kaatopaikkakaasujen muodostuminen	Nykytila	- Jätetäytön voi olla läjitetynä kokonaisuuteen nähden hyvin pieniä määrä organista aineista, kun kontaminoitunutta rakennusten purkujätettä (puu) sekä sakokaivoliitteiden mukana tullutta orgaanista aineista. Organisen aineksen määrä on olematon verrattuna jätealueelle sijoitettujen jätteiden kokonaisuudaraan, minkä vuoksi kaasunmuodostuksen arvioidaan olevan merkityksetöntä mm. toiminnan aikaisille täytöille ja rakenteille. - Täyttötoiminnan aikaisella mahdollisella erittäin vähäisellä kaasuntuotannolla ei ole vaikutusta jätetön kantavuuteen tai vakauteen.	1	1	1	- Ennen jätealueen sulkemista tehdään jätetön hajoamistilaa ja kaasunmuodostusta koskeva perustilaselvitys.	1	1	1	- Kaatopaikkakaasujen muodostumiseen ei arvioida liittyvän merkittävää epävarmuutta, koska jätealueelle sijoitetun organisen aineksen määrä on kokonaisuuteen nähden hyvin pieni.
		Ensimmäinen vaihe		1	1	1		1	1	1	
		Toinen vaihe		1	1	1		1	1	1	
		Kolmas vaihe	- Laajennusalueille sijoitetaan yhteisjätettä, joka on epäorgaanista jätettä, eikä muodosta kaatopaikkakaasua.	0	1	0		0	1	0	
		Neljäs vaihe		0	1	0		0	1	0	
		Sulkemisen jälkeen	- Huomioiden jätealueelle mahdollisesti sijoitetun organisen aineksen määrä, ei kaatopaikkakaasun muodostuminen ole riski pintarakenteiden kannalta.	0	1	0		0	1	0	
5. Olosuhteiden muutokset	Pakkaskauden keston lyheneminen	Vesienkäsitteilyn päätyttyä	- Riski ei kohdistu vesienkäsitteilyyn.	-	-		- Riski ei kohdistu vesienkäsitteilyyn.	-	-		- Ilmastomuutoksen skenaarioiden tarkasteluun liittyy epävarmuutta muutoksen intensiteetin ja sääolosuhteiden ajallisen vaihtelun osalta.
		Tausta	Ilmastomuutoksen seurauksena lämpötilan arvioidaan nousevan Suomessa noin 3-6 °C ennen vuosisadan loppua. Lämpötilan kasvun suuruus riippuu päästöjen rajoittamisesta, mutta kaikkien arvioiden mukaan lämpötila nousee Suomessa enemmän kuin maailpalla keskimäärin. Talvet lämpenevät enemmän kuin kesät ja ero on suurempi Pohjois-Suomessa, mihin Kokkolan seutukin karkeasti tarkasteltaessa luetan. Lämpötilan kohoaminen lyhentää jää- ja lumipeitteisen ajan kestoa. Lumipeitteen kesto lyhenisi 60 ja jääpeitteen 80 vuorokaudella sadan vuoden kuluessa.								
		Nykytila	- Muutokset tuulioiloissa ja myrskyissä sekä talvisin vähentävyä jääpeite vaikuttavat lyhytaikaisiin merenpinnan vaihteluihin. - Talvikaudella päivän keskilämpötilan ollessa pakkasen puolella, pinnaltaan avoimella jätealueella suotovesien muodostuminen on vähäistä. Lisäksi jätetön stabiliteetti on parempi, sisäiset prosessit hitaampia ja mm. haptettumisen eteneminen jätetötyssä hidasta. - Lämpötilan vaihtelut pakkasen ja suojakelin välillä lisäävät routimiseen liittyvien vaurioiden riskiä. - Edellä mainitut tekijät lisäävät rakenteiden tarkailun tarvetta, sekä lisäävät suotovesien käsitelymäärä pitkällä aikavälillä. Tässä huomioitava kuitenkin kuivaläilytyksen siirtyminen, joka puolestaan vähentää suotoveden määrää merkittävästi nykytilaan verrattuna. - Isompi osa sateista tulee vetenä, mikä lisää pintarakenteiden eroosiota. Tunnistetut riskit, joita on käsitelty riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen pölyäminen - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot - Käsiteltävien vesien määrän lisääntyminen - Pohjaolosuhteisiin, jätetön ja patojen stabiliteettiin ja rakennettavuuteen liittyvät riskit - Padon murtuminen ja vahingonvaara	2	2	4	- Pohjavesien ja jätealueella muodostuvien vesien tarkkailu (jatkuvatoininen ja muu tarkkailu) - Merialueen yhteistarkkailu - Patorakenteiden stabiliteetin suunnittelu olosuhteisiin, joissa suotovedenpinta on korkealla (pahin tilanne) - Väin ympäristöluvan mukaisten jätteen sijoittaminen jätealueelle - Vesien johtaminen hallitusti siten, että sadevedet eivät jää seisomaan alueelle. Tämä pienentää myös patoturvallisuusriskiä - Reunapenkeret peitetään, lisäksi seurantaa ja tarkkailua voidaan tarpeen vaatiessa edelleen tehostaa	2	2	4	
		Ensimmäinen vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Toinen vaihe		3	2	6		3	1	3	
		Kolmas vaihe	- Pohjaolosuhteisiin, jätetön ja patojen stabiliteettiin ja rakennettavuuteen liittyvät riskit - Padon murtuminen ja vahingonvaara	3	2	6		3	1	3	
		Neljäs vaihe		4	2	8		4	1	4	
		Sulkemisen jälkeen	- Jätealueiden sulkemisen jälkeen tiivis pintakerros estää vaikutusten ulottumisen varsinaiseen jätetäyttöön. - Routimisen ja eroosion haitalliset vaikutukset pintarakenteeseen ovat mahdollisia. - Sulkemisen jälkeen suotovesien määrä vähenee merkittävästi.	1	1	1	- Pystyristyseinän ulkopuolella oleva avo-oja korvataan salaajaputkella niillä reunaosilla, joissa ei laajennusaluetta ole. Pintarakenne ulotetaan jätealueen reunalla patoseinän ja em. salaajan ylitse. - Pintarakenteeseen on suunniteltu riittävä pintakerros, sekä kuivatuskerros, joka ehkäisevät läpäsennättömien kerrosten routimista ja eroosiota.	1	1	1	
		Vesienkäsitteilyn päätyttyä	- Pidempi sulanmaan kausi voi johtaa pidempikestoiseen vesienkäsitteilyn tarpeeseen, verrattuna tilanteeseen, jossa olosuhteet säilyvät nykyisellään. - Sulkemisen aikana tehtävillä pintarakenteilla vähennetään merkittävästi jätetäyttöön kulkeutuvan veden määrää.	1	1	1	- Pintarakenteen päältä ja ympäristöstä tuleville puhtaille vesille tehdään uusi mineraalitiivistetty oja, josta puhtaat pintavedet voidaan johtaa alueelta pois. Pintarakenteen sisäpuolella olevaan salaajaan kertyvät vedet ohjataan edelleen käsitteilyyn. - Suotovesiä kerätään ja käsitellään niin kauan, kun niiden laatu sitä vaatii.	1	1	1	
5. Olosuhteiden muutokset	Pitkäkestoinen kuivuusjakso	Tausta	Ilmastomuutos kuivattaa Suomen maaperää, koska lämpeneminen lisää haihtumista. Eniten maaperä kuivuu kevään. Erittäin kuivia kesä voi esiintyä tulevaisuudessa jopa 2-3 vuotena vuosikymmenessä.								- Ilmastomuutoksen skenaarioiden tarkasteluun liittyy epävarmuutta muutoksen intensiteetin ja sääolosuhteiden ajallisen vaihtelun osalta. - BKO:lla on kokemusta jätealueen käytöstä ja hoidosta pitkältä ajalta ja kuivuuteenkin liittyvää pölynhallintaa on kehitetty.
		Nykytila	- Kuivuus altistaa jätteen pintaosat kuivumiselle, mikä lisää voimakkaasti pölyämisriskiä. - Pölyäminen edistää haitta-aineiden leviämistä jätealueen ulkopuolelle. - Kuivuminen altistaa jätteen haptettumiselle. Haptettuminen laskee jätteen pH-tasoa ja mobilisoi haitta-aineita. Tästä ei kuitenkaan normaalitylanteessa aiheudu riskiä jätealueen ulkopuolelle. - Kuivuminen laskee pohjavesipintoja, millä voi olla vaikutusta Patamäen pohjavesialueen vedenjakajan sijaintiin. Virtaussuunta voi paikallisesti kääntyä pohjavesialueen suuntaan, mikäli kuivuusjakso on pitkäkestoinen. Tällöin haitta-ainepitoisella pohjavedellä olisi kulkeutumisreitti pohjavesialueelle. Kulkeutumista Patamäen vedenotantomalle ei kuitenkaan tapahdu, sillä pohjavedenpinnan lasku ei mallinnusten perusteella vaikuta itä-länsisuuntaisen vedenjakajan sijaintiin. Tunnistetut riskit, joita on käsitelty riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen pölyäminen - Loppusijoitettavan jätteen laadun muutokset - Pohjavesiin kohdistuvat riskit	2	3	6	- Täytön tiivistämätön pinta-ala pyritään pitämään läjitettyäessä mahdollisimman pienenä, jotta polyn hajapäästöjen hallinta on mahdollisimman tehokasta. Jätealuetta rakennetaan ja laajennetaan vaiheittain. - Jätealueella käytettäviä pölyntorjuntamenetelmiä ovat mm. toimintojen rajoittaminen jätealueella kovalla tuulella, päällystettyjen teiden puhdistaminen harjaamalla tai pesemällä, pölynsidontakemikaalien levittäminen jätealueen päällystämättömille reiteille sekä pölynsidontakemikaalien levittäminen jätealueelle. - Pölyämistä seurataan käyttötarkkailun yhteydessä, laskeumatarkkailulla sekä mittauksilla. - Pohjavesipintoja jätealueella pidetään tasolla, joka ehkäisee suotovesien purkautumisen jätealueen ulkopuolelle myös tilanteessa, jossa ulkopuolinen pohjavesipinnantaso laskee.	2	2	4	
		Ensimmäinen vaihe		2	3	6		2	2	4	
		Toinen vaihe		3	3	9		3	1	3	
		Kolmas vaihe	- Pohjavesialueeseen kohdistuva riski kasvaa jätealueen laajentumisen myötä.	4	3	12		4	1	4	
		Neljäs vaihe	- Natura-alueeseen kohdistuva riski kasvaa jätealueen laajentumisen myötä.	4	3	12		4	1	4	
		Sulkemisen jälkeen	- Pitkäajaksella kuivuudella voi olla vaikutusta pintarakenteen eheyteen mikä merkittävä kuivuminen ulottuu kasverkkojen alapuolisiin kerroksiin. - Tiivisrakenteiden rikkoutuminen kuivuuden vuoksi vaatii kuitenkin äärimmäistä pitkäkestoista kuivuusjaksoa, jollaista ei ole nykyisissä ilmastoskenaarioissa ennustettu Kokkolan alueelle. - Meren läheisyys ehkäisee äärimmäisen kuivuuden haitallisia vaikutuksia.	0	1	0	- Huomioidaan mahdolliset olosuhteiden muutokset pinta- ja pohjarakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa. - Vesien keräilyä, tarkkailua ja käsitteilyä jatketaan niin pitkään kuin on tarpeen.	0	1	0	
		Vesienkäsitteilyn päätyttyä		0	1	0		0	1	0	
5. Olosuhteiden muutokset	Voimakas sade, sademäärien kasvu	Tausta	Ilmaston lämmetessä sademäärien arvioidaan Suomessa kasvavan ja rankkasateiden voimistuvan. Suhteellisesti muutos on suurempi talvella kuin kesällä, samoin pohjoisessa se on hieman voimakkaampi kuin etelässä. Vuosisadan loppu talvina sadetta eri olomuodoissaan tulee noin 5-30 prosenttia nykyistä enemmän, kun taas kesällä muutos on todennäköisesti melko pieni.								- Ilmastomuutoksen skenaarioiden tarkasteluun liittyy epävarmuutta muutoksen intensiteetin ja sääolosuhteiden ajallisen vaihtelun osalta. - Vesienhallinnan riskit on pyritty tunnistamaan ja varautumaan niihin ennakkolta. - Jätealueella on ollut toimintaa jo huomattavan pitkään ja siten myös vesienhallinnasta ja siihen liittyvistä riskeistä ja epävarmuuksista on käytännön kokemuksia.
		Nykytila	- Voimakas ja pitkäkestoinen sadetapahtuma nostaa vesipintaa jätealueen sisä- ja ulkopuolella. - Nykytilanteessa rankkasateiden aikaan pumppauksia joudutaan usein priorisoimaan jätealueen pintavesiin, jotta patoturvallisuus säilyy. Ensimmäisessä vaiheessa rikkinäisten alustavien pumppausalustavien käyttöä, jolloin alueille ei enää ole alustilavaltua suuren yhtäkkisen sademäärän viivytämiseen. - Nykyisen jätealueen pystyristyseinän sisäpuolisten suotovesien määrä kasvaa, jolloin ympäristöön voi purkautua suotovesiä ja kulkeutua mereen. Sademäärän kasvu nostaa pidemmällä aikavälillä myös pohjavesipintoja, jolloin virtaus pohjavesialueelta merialueita kohti korostuu. - Pohjavesitasot voivat hetkellisesti kääntyä väärinpäin, mikä voi johtaa haitta-ainepitoisen suotoveden purkautumiseen jätealueen ulkopuolelle, mikäli virtaussuunta on ulospäin yli 10 vuorokautta. Virtaus kohdistuu merialueelle. - Riskit ovat suurempia jätealueen pinta-alan laajentuessa, joskin jätteen kuivaläilytyksen pienentää suotovesien määrän kasvuun liittyviä riskejä. - Jätealueen ollessa avoimena (alueiden käytön aikana) osa sadannasta imeytyy jätteeneseen ja muodostuu suotovedeksi. Suotoveden määrä on kuitenkin vähäinen, kun kuivaläilytyksessä jätteen mukana ei tule alueelle vettä normaalitylanteessa. Pitkään jatkuvat rankkasateet ja/tai kokonaisademaäärän kasvu voivat muuttaa tilannetta. Tunnistetut riskit, joita on käsitelty riskinarvion muissa kohdissa: - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot - Suotovesimäärän lisääntyminen - Pohjavesiin kohdistuvat riskit	2	3	6	- Nykytilanteessa pumppauksia priorisoidaan jätealueen pintavesiin, jotta patoturvallisuus säilyy. - Pystyristyseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjavedenpinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatua seurataan säännöllisillä näytteenottoilla. Nykyisen jätealueen tarkkailun perusteella on voitu todeta eristysseinän ja siihen liittyvän pumppausjärjestelyn olevan toimiva keino pohjaveen kohdistuvien haittojen estämiseksi. - Yhteisjätteen kuivaläilytyksen siirtyminen lisää merkittävästi patoturvallisuutta myös tilanteessa, jossa sademäärät kasvavat / rankkasateiden esiintymisen lisääntyä. Koska jäte on kuivaa, eikä juoksetumista oleteta enää tapahtuvan, patomurtuma tapahtuu ns. liukupintasortumana ja määrävärin eli heikoin liukupinta on määritetty kullekin jätealueen reunapenkereelle erikseen. - Salaajien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. - Vesienkäsitteilyssä varaudutaan käsiteltävien vesien määrän kasvuun, joskin kokonaistilanteessa suotovesien määrän arvioidaan laskevan nykyisestä siirryttyä kuivaläilytykseen. - Lusi häiriötilanteiden allas on suunniteltu, jolla lisätään viivyrtykapsiteettia nykyisten alaiden poistussa käytöstä. - Pumppauskapasiteettia ja -linjoja voidaan tarvittaessa lisätä, mikäli olosuhteet niin vaativat. - Jätealueen tehokas kuivattaminen muotoilla, sekä vaiheittaisella sulkemisella. Koko jätealue ei tule olemaan auki samanaikaisesti. - Jätealueen vaikutuksia seurataan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. - Tarkkailu mahdollistaa jätealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi.	2	2	4	
		Ensimmäinen vaihe		2	3	6		2	2	4	
		Toinen vaihe		3	3	9		3	2	6	
		Kolmas vaihe		4	3	12		4	2	8	
		Neljäs vaihe		4	3	12		4	2	8	
		Sulkemisen jälkeen	- Väin pintarakenteen vaurio mahdollistaa suotovesien määrän lisääntymisen sulkemisen jälkeen. - Vesienkäsitteilyä jatketaan niin pitkään kuin on tarpeen.	2	2	4		2	2	4	
		Vesienkäsitteilyn päätyttyä		2	2	4	- Vesienkäsitteilyä jatketaan niin pitkään kuin sille tarkkailun perusteella on tarvetta.	2	2	4	
5. Olosuhteiden muutokset	Poikkeuksellisen pitkä hellejakso	Tausta	Kasvihuonekaasupäästöjen jatkuva maailmanlaajuisen kasvu voi nostaa Suomen keskilämpötiloja ennen vuosisadan loppua jopa noin kuudella asteella. Talvet lämpenevät Suomessa enemmän kuin kesät. Tulevaisuuden kesinä kuumat päivät yleistyvät ja kuumat jaksot pitenevät. Hellepäivien määrän arvioidaan kolmin- tai nelinkertaistuvan ennen vuosisadan loppua. Kuluvan vuosisadan lopulla hyvin kuumia päiviä, jolloin vuorokauden keskilämpötila ylittää 24 astetta, arvioidaan esiintyvän jo useammin kuin joka toinen vuosi.								- Ilmastomuutoksen skenaarioiden tarkasteluun liittyy epävarmuutta muutoksen intensiteetin ja sääolosuhteiden ajallisen vaihtelun osalta. - BKO:lla on kokemusta jätealueen käytöstä ja hoidosta pitkältä ajalta ja kuivuuteenkin liittyvää pölynhallintaa on kehitetty. - Pitkäaikaisen kuumuuden vaikutuksia on haasteellista arvioida, joskin jätealueen toimintahistorian aikana ei ole havaittu ilman lämpötilan vaikuttavan jätetön kuivumisen lisäksi muita vaikutuksia yhteisjätteen ominaisuuksiin ja/tai haitallisuuteen.
		Nykytila	- Lämpötilan nousu voi johtaa jätteen kuivumiseen, mikä lisää pölyämällä leviävien haitta-aineiden määrää. - Riski on suurempi jätealueen pinta-alan laajentuessa. - Pölyäminen edistää haitta-aineiden leviämistä jätealueen ulkopuolelle. - Kuivuminen altistaa jätteen haptettumiselle. Haptettuminen laskee jätteen pH-tasoa ja mobilisoi haitta-aineita. Tästä ei kuitenkaan normaalitylanteessa aiheudu riskiä jätealueen ulkopuolelle. - Jätetön korkeampien lämpötilojen syvyysulottuvuus kasvaa. Tällä voi olla vaikutusta jätetön pH-tasoon ja haitta-aineiden biosaatavuuteen. Lämpötilan nousulla ei kuitenkaan ole vaikutusta jätetön stabiliteettiin, sillä täytössä ei ole nykytilanteessaakaan havaittu jäässä olevia kerroksia matalista lämpötiloista huolimatta. - Kuivuminen laskee pohjavesipintoja, millä voi olla vaikutusta Patamäen pohjavesialueen vedenjakajan sijaintiin. Virtaussuunta voi paikallisesti kääntyä pohjavesialueen suuntaan, mikäli kuivuusjakso on pitkäkestoinen. Tällöin haitta-ainepitoisella pohjavedellä olisi kulkeutumisreitti pohjavesialueelle. Kulkeutumista Patamäen vedenotantomalle ei kuitenkaan tapahdu, sillä pohjavedenpinnan lasku ei mallinnusten perusteella vaikuta itä-länsisuuntaisen vedenjakajan sijaintiin. Tunnistetut riskit, joita on käsitelty riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen pölyäminen - Loppusijoitettavan ja loppusijoitetun jätteen laadun muutokset - Suodinkulvan yhteisjätteen pitkäaikaikäyttäytymisen	3	2	6	- Täytön tiivistämätön pinta-ala pyritään pitämään läjitettyäessä mahdollisimman pienenä, jotta polyn hajapäästöjen hallinta on mahdollisimman tehokasta. Jätealuetta rakennetaan ja laajennetaan vaiheittain. - Jätealueella käytettäviä pölyntorjuntamenetelmiä ovat mm. toimintojen rajoittaminen jätealueella kovalla tuulella, päällystettyjen teiden puhdistaminen harjaamalla tai pesemällä, pölynsidontakemikaalien levittäminen jätealueen päällystämättömille reiteille sekä pölynsidontakemikaalien levittäminen jätealueen päällystämättömille reiteille - Pölyämistä seurataan käyttötarkkailun yhteydessä, laskeumatarkkailulla sekä mittauksilla. - Pohjavesipintoja jätealueella pidetään tasolla, joka ehkäisee suotovesien purkautumisen jätealueen ulkopuolelle myös tilanteessa, jossa ulkopuolinen pohjavesipinnantaso laskee. - Jätetön huokosvedenpainetta ja lämpötilaa seurataan jätetäyttöön asennetuin pietsometrein. Tarvittaessa mittausten määrää voidaan lisätä.	3	1	3	
		Ensimmäinen vaihe		3	2	6		3	1	3	
		Toinen vaihe		3	2	6		3	1	3	
		Kolmas vaihe		3	2	6		3	1	3	
		Neljäs vaihe		3	2	6		3	1	3	
		Sulkemisen jälkeen	- Jätealueen pintarakenne suojaa jätetäyttöä lämmön nousulta tehokkaasti, eikä lämpötilan nousuun liittyvää riskiä jätetön sisäisten prosessien osalta voida pitää merkittävänä.	3	2	6	- Huomioidaan mahdolliset olosuhteiden muutokset pinta- ja pohjarakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa. - Vesien keräilyä, tarkkailua ja käsitteilyä jatketaan niin pitkään kuin on tarpeen.	3	1	3	
		Vesienkäsitteilyn päätyttyä		3	2	6		3	1	3	

Tunnistettu riski / vaikutus		Skenaario	Riskin / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	Tilanne	Sijainto	Rajasto	Epävarmuus			
5. Olosuhteiden muutokset	Merenpinnan muutokset	Tausta	Ilmastomuutoksen seurauksena valtameren merenpinta on alkanut nousta lämpimämmän ilmaston sulattaessa jäätiköitä ja lämmittäessä meriä. Pohjanlahdella maan kohoaminen on kuitenkin edelleen selvää. Ilmastomuutos saattaa vaikuttaa alueella enemmän vedenkorkeuden vaihteluihin. Muutokset tuulioissa ja myrskyissä sekä talvisin vähentävä jääpeite vaikuttavat lyhytaikaisiin vaihteluihin. Ilmastomuutos saattaa vaikuttaa alueella ennenmin vedenkorkeuden vaihteluihin, kuin absoluuttiseen merenpinnan nousuun/laskuun. Kokkolan edustalle on kehitetty paikallinen skenaario ilmastomuutoksen aiheuttamalle merenpinnan nousulle. Maksimiskenaarion eli korkeimman arvion mukaan merenpinnan keskitaso vuonna 2100 olisi Kokkolassa -0,42 m (NN), jolloin muutosta nykytilanteeseen ei käytännössä juuri havaita. Mahdollisesti kasvavat myrskytuivat huomioiden paikallisia vaikutuksia voi ilmetä. Myös tuoreemman skenaarion mukaan merenpinnan taso tulisi olemaan yllimillään vuonna 2100 Pietarsaaren kohdalla -0,39 m (NN). Lyhytaikaiset vaihtelut huomioiden Pietarsaaren kohdalla on vuonna 2100 arvioitu vedenkorkeustaso +1,00 m (NN), joka tarkoittaisi noin 1,5 m pinnannousua, ylittyvän riskillä 1/100 eli esiintymistodennäköisyydellä kerran sadassa vuodessa.								- Ilmastomuutoksen skenaarioiden tarkasteluun liittyy epävarmuutta muutoksen intensiteetin ja sääolosuhteiden ajallisen vaihtelun osalta. - Vesienhallinnan riskit on pyritty tunnistamaan ja varautumaan niihin ennakkolta. - Jätealueella on ollut toimintaa jo huomattavan pitkään ja siten myös vesienhallinnasta ja siihen liittyvistä riskeistä ja epävarmuuksista on käytännön kokemuksia. - Merenpinnan nopeista vaihteluista on jo kokemusta.			
		Nykytila	- Merenpinnan vaihtelut vaikuttavat ainoastaan jätealueen merenpuoleisen sivun vesipintoihin. - Merenpinnan nopeasti laskiessa, voivat jätealueen pohjavesipinnat kääntyä merenpuoleisella laidalla väärin päin, jolloin haitta-ainepitoinen pohjavesi purkautuisi jätealueelta mereen. Pohjavesimallinnuksen mukaan pohjavesipinnat voivat olla kuitenkin väärinpäin noin 10 päivää ennen kuin haitta-aineet päätyvät jätealueen ukopuolelle. - Merenpinnan nopea nousu puolestaan lisää pumppaustarvetta jätealueelle suuntautuvan lisääntyvän pohjavesivirtauksen myötä. - Tällaisia vaihteluita on tapahtunut jo nykytilassa, ja haasteena on ollut pumppausten pysymisen merenpinnan muutoksen perässä. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot - Pohjavesiin kohdistuvat riskit	4	2	8	- Nykytilanteessa pumppauksia priorisoidaan jätealueen pintavesiin, jotta patoturvallisuus säilyy. - Pystyristyseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatua seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. Nykyisen jätealueen tarkkailun perusteella on voitu todeta erityiseinän ja siihen liittyvän pumppausjärjestelyn olevan toimiva keino pohjaveen kohdistuvien häiriöiden estämiseksi. - Yhteisjätteen kuivalajitykseen siirtyminen lisää merkittävästi patoturvallisuutta myös tilanteessa, jossa merenpinnan vaihtelu lisää virtausta jätealueelle. - Salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtausuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. - Pumppauskapasiteettia ja -linjastoja voidaan tarvittaessa lisätä, mikäli olosuhteet niin vaativat. - Jätealueen vaikutuksia seurataan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. - Tarkkailu mahdollistaa jätealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi. - Mikäli Kokkolan Sataman suunniteltu laajennus toteutuu, lisää se stabiliteettia jätealueen merenpuoleisella reunustalla.	4	1	4				
		Ensimmäinen vaihe		4	2	8		4	1	4				
		Toinen vaihe	- Jätealueen korottamisella ja laajentamisella ei ole vaikutusta merenpinnanvaihteluiden aiheuttamaan riskiin. - Erityisesti laajennusten toteutuessa, mikäli Kokkolan sataman laajennus toteutuisi, on merenpinnan stabiliteettitilanne jätealueen länsilaidalla nykytilaa parempi täyttöjen myötä.	4	2	8		4	1	4				
		Kolmas vaihe		3	2	6		3	1	3				
		Neljäs vaihe		3	2	6		3	1	3				
		Sulkemisen jälkeen	- Tämän hetkisinällä jätemäärillä arvioituna jätealue tulee olemaan vuodesta 2080 lähtien suljettu sekä peitetty, jolloin merenpinnan nousu ei missään tilanteessa aiheuta jätemateriaalin huuhtoutumista mereen.	0	-			0	-					
		Vesienkäsitellyn päätyttyä		0	-			0	-					
		5. Olosuhteiden muutokset	Myrskytuulva	Tausta	Kokkolan edustalle on kehitetty paikallinen skenaario ilmastomuutoksen aiheuttamalle merenpinnan nousulle. Mahdollisesti kasvavat myrskytuivat huomioiden paikallisia vaikutuksia voi ilmetä. Laajennusosan jätealueen reuna sijaitsee lähimmillään noin 100 m päässä merenrannasta. Tulvaveden päätyminen jätealueelle saakka on epätodennäköistä. YVA-selostuksen mukaan vuoteen 2100 laaditun skenaarion mukaan voimakas myrskytuulva voisi ulottua laajennusalueen reunaan.									- Ilmastomuutoksen skenaarioiden tarkasteluun liittyy epävarmuutta muutoksen intensiteetin ja sääolosuhteiden ajallisen vaihtelun osalta. - Myrskytuulviin liittyvät riskit on pyritty tunnistamaan ja varautumaan niihin ennakkolta. - Merenpinnan nopeista vaihteluista on jo kokemusta.
				Nykytila	- Vuoteen 2100 laaditun maksimiskenaarion mukaan nykyiselle jätealueelle tai sen itäiselle laajennukselle ei aiheudu myrskytuulvan liittyvää riskiä. - Äkillisiä merenpinnan muutoksia enintään jo nykytilanteessa ja niiden esiintyvyyden arvioidaan kasvavan tulevaisuudessa. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Merenpinnan muutokset	0	-			0		-		
Ensimmäinen vaihe				0	-			0	-					
Toinen vaihe				0	-			0	-					
Kolmas vaihe				0	-			0	-					
Neljäs vaihe	- Laajennusalueella jätealueen reuna sijaitsee lähimmillään noin 100 m päässä merenrannasta. - Tulvatilanteet ovat melko lyhytaikaisia. - Tulvatilanne voi aiheuttaa paikallisia vaurioita pengerrakenteen ulko-osin ja mahdollisesti huuhtoa rakenteen ulko-osien materiaalia pois. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Merenpinnan muutokset			2	3	6	- Suunnittelujen reunapenkereiden avulla ehkäistään myrskytuulvan yltäminen jätetäyttöön saakka. - Mahdolliset myrskyvauriot voidaan korjata heti sääolosuhteiden salliessa, jolloin pitkäaikaisia vaikutuksia ei pääse syntymään.	2	2	4				
Sulkemisen jälkeen	- Jätealue tulee olemaan vuodesta 2080 lähtien suljettu sekä peitetty, jolloin myrskytuulva ei missään tilanteessa aiheuta jätemateriaalin huuhtoutumista mereen.			1	2	2		1	1	1				
Vesienkäsitellyn päätyttyä	- Tulva voi vaikuttaa sulkemisrakenteen pintaosiin lyhytaikaisesti.	1	2	2		1	1	1						
5. Olosuhteiden muutokset	Seisminen tapahtuma	Tausta	Seismologian instituutti seuraa Suomen ja lähialueiden seismistä aktiivisuutta seismisen havaintoasemaverkoston avulla. Suomessa tapahtuvien maanjäristysten magnitudi on tyypillisesti alle 1, harvemmin 1-2 ja ei juuri koskaan yli 2. Tällaisella seismisellä tapahtumalla ei ole jätealueen rakenteisiin kohdistuvaa rikkoutumisriskiä.								- Arviointiin ei liity sellaista epävarmuutta, joka vaikuttaisi arvionnin lopputuloksiin.			
		Nykytila	- Vahinkoa aiheuttavan seismisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys on jätealueella ja sen ympäristössä käytännössä olematon, minkä vuoksi sen ei katsota aiheuttavan riskiä missään toiminnan vaiheessa.	0	-			0	1	0				
		Ensimmäinen vaihe		0	-			0	1	0				
		Toinen vaihe		0	-			0	1	0				
		Kolmas vaihe		0	-			0	1	0				
		Neljäs vaihe		0	-			0	1	0				
		Sulkemisen jälkeen		0	-			0	1	0				
		Vesienkäsitellyn päätyttyä		0	-			0	1	0				
5. Olosuhteiden muutokset	Sataman laajennus	Tausta	Kokkolan Sataman laajentamishanke sijaitsee Kokkola Industrial Parkin (KIP) teollisuusalueen välittömässä läheisyydessä ja sen tarkoitus on tukea kehittyvän vientitalouden kasvua, parantaa logistisia mahdollisuuksia sekä tukea KIP:n alueen liiketoimintaa. Hankekesä tarkoituksena on laajentaa Sataman laiturialuetta penkereen ja täyttöjen merelle päin, tehdä uusia laitureita suurille aluksille, lisätä tuotteiden käsittely- ja varastointialueita sekä lisätä raiteita, kuljetusreittejä ja laajentaa hulevesijärjestelmää. Hankkeen vaihtoehdossa VE2 laajentuminen koski myös BKO:n jätealueen merenpuolista aluetta. Kokkolan Sataman laajentamishankkeesta on laadittu YVA-ohjelma, eikä hankkeesta ole YVA-ohjelmassa esitettyä tarkempia tietoja saatavilla. Tässä vaiheessa ei ole tiedossa esimerkiksi se, mille tasolle pohjajärvienpinta laajennusalueella asettaisi tai millä tasolla sitä pidettäisiin. Sataman laajennukseen liittyvien riskien arviointi kuuluu ko. hankkeeseen.								- Epävarmuutta liittyy Sataman laajennuksen aikatauluun, sen toteutukseen ja laajennuksissa käytettävien täyttöainesten laatuun.			
		Nykytila	- Sataman laajennuksen alustavan aikataulun mukaisesti laajennuksen rakentamisaika ajoittuisi samaan aikaan nykyisen jätealueen hyödyntämisen ja korotuksen kanssa. - Meren puolelta voi virrata haitta-ainepitoisia vesiä jätealueelle johtuen sataman ruoppaustoimista ja täytöistä mm. pilaantuneilla maa-aineksilla. - Riippuen täytötsuunnitelmasta vapaan meren pinnan siirtyminen kauemmaksi jätealueesta tasaa vesipintojen vaihtelua meren puolella, mikä on vesipintojen säilyttämisen kannalta positiivinen muutos. - Suotovirtaamat meren puolelta keskimäärin vähenevät, sillä täytöissä tullaan suunnitellun mukaan käyttämään hienojakoisia materiaaleja, joiden vedenjohtavuusominaisuudet ovat heikot. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Pohjavesiin kohdistuvat riskit - Merenpinnan muutokset - Myrskytuulva	0	-			0	-					
		Ensimmäinen vaihe		0	-			0	-					
		Toinen vaihe		0	-			0	-					
		Kolmas vaihe	- Suunnitelmien mukaisesti laajennusten rakennustöiden aikaassa Sataman laajennus olisi valmis.	0	-			0	-					
		Neljäs vaihe	- Laajennuksilla ja Sataman täytöillä ei ole toisiinsa liittyviä riskejä.	0	-			0	-					
		Sulkemisen jälkeen	- Sataman laajennuksella ei ole jätealueen sulkemisen jälkeen vaikutuksia jätealueeseen.	0	-			0	-					
		Vesienkäsitellyn päätyttyä		0	-			0	-					

Teema	Tunnistettu riski / vaikutus	Skenaario	Riski / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	T _{laurens}	S _{laurens}	R _{laurens}	Epävarmuus
6. Pohjavesi	Pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset	Tausta	<i>Suurin osa pohjavedessä olevasta kuormituksesta on vanhaa maaperässä olevaa kuormitusta (1960-1970 – luvulta pohjaveeteen). Maaperässä olevasta kuormituksesta helpoliukoisin osa on todennäköisesti jo luennut pohjaveeten, mutta maaperässä sitoutuneena olevia haitta-ainetta voi liueta olosuhteiden muuttuessa. Tämä näkyy mm. pohjavesinäytteiden tuloksissa, kevätkalvuntojen aikaan on havaittavissa korkeampia pitoisuuksia. Jos tehdasalueen läheisyydessä maankäyttö sekä pohjaveden pinnankorkeus ja virtaussuunta muuttuvat, saattavat maaperässä olevat haitta-aineet liueta ja kulkeutua pohjaveeteen.</i> <i>Jätealueen ympärille rakennettu pystyestysseinä ja sen yhteydessä oleva salaojajärjestelmä ohjaa pohjavesivirtausta paikallisesti siten, että virtaus jätealueelta ja sen vierustalta suuntautuu kohti salaojia eli kohti jätealuetta. Koska jätealue sijaitsee meren rannalla seuraa pohjavedenpinnan vaihtelu jossain määrin meriveden korkeuden vaihteluita riippuen vesipinnan aseman ajallisesta kestästä sekä maaperän vedenläpäisevyydestä ranta-alueella. Yhivalumakausina pohjavesipinta voi olla paikoitellen aivan maanpinnan tuntumassa.</i>								- Numeerista virtausmallintamista yleisesti koskevat keskeisimmät epävarmuustekijät liittyvät mallinnettavan alueen maa- ja kallioerän ominaisuuksiin, pohjaveden pinnan tasoon ja pohjaveden muodostusmäärään. - Mahdollisista pohjaveden pinnan tason muutoksista huolimatta, GTK:n virtausmallinnuksien perusteella sieppausalueen pohjoisrajalta pohjaveden virtaus suuntautuisi kuitenkin edelleen mereen ja Bolidenin nykyisen kaatopaikan kuivatussalaojiin. Edellä esitetyn johdosta Patamäen vedennottamon vedenottomäärien muutoksilla ei ole vaikutusta Boliden Kokkola Oy:n nykyisen kaatopaikan, eikä suunnitellun kaatopaikan laajennusosan vedenhallintaan. - Pohjaveden muodostusmäärään sisältyy epävarmuutta, sillä pohjaveden muodostusmäärän mittaaminen on lähestulkoon mahdotonta ja perustuu poikkeuksetta aina arvioon. Tässä työssä pohjaveden muodostusmäärä arvioitiin ilmatieteenlaitoksen Kokkolan Santahaan havaintoaseman sadantatietojen, Copernicus maapalvelun maapeitteen läpäisemättömyysaineiston ja arvioidun haidhunnan määrän perusteella. - Ottaen huomioon virtausmallin hyvä kalibrointitulos, eri simulaatioskenaarioiden luonne, sekä edellä esitetyt epävarmuustekijät, virtausmallin tarkkuutta kyseessä olevien simulaatioskenaarioiden osalta voidaan pitää hyvänä.
		Nykytila	- Normaaliolienteessa nykytilassa pohjavesiin kohdistuu epäsuoria vaikutuksia polyäminen kautta. Polyäminen ilman polyñhallintaa lisääntyy yhteisjätteen kuvaläijityksen myötä. - Jätealueen suotovesien keräilyn ja pumpausten toimissa suunnitellusti, ei pohjavesiin nykytilassa kohdistu suoraa kuormitusta. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen polyäminen - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot	3	1	3	- Pystyestysseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatus seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. Nykyisen jätealueen tarkkailun perusteella on voitu todeta eristysseinän ja siihen liittyvän pumppausjärjestelyn olevan toimiva keino pohjaveeten kohdistuvien haittojen estämiseksi. - Tarvittaessa salaojia voidaan syventää siten, että pohjaveden virtaus jätealueelta ulospäin estetään. - Salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. - Kaikki rakenteet sijoitetaan maanpinnan yläpuolelle, jolloin pohjavesipinnan muutokset eivät pääse suoraan vaikuttamaan varsinaiseen jätetäyttöön. - Jätealueen pohjavesivaikutuksia seurataan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. - Tarkkailu mahdollistaa jätealueen teknisten ratkaisujen oikea aikaisten huolto- ja korjaustöiden toteutuksen vaikutusten minimoimiseksi. - Polyñhallintaa on käsitelty erikseen.	2	1	2	
		Ensimmäinen vaihe	- Allastilavuuden pienentäminen voi johtaa polyämisvaikutusten lisääntymiseen, mikäli polyñhallintaa ei tehtäisi. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen polyäminen	3	2	6		2	2	4	
		Toinen vaihe	- Jätealueen korotuksesta ei aiheudu toimintavaiheessa sellaisia vaikutuksia pohjavesiin, jotka poikkeaisivat nykytilasta tai ensimmäisestä vaiheesta.	3	2	6		2	2	4	
		Kolmas vaihe	- Polyämiseen liittyvät riskit ovat vastaavia kuin nykytilassa. - Laajennusalueen toiminnan aikaiset vaikutukset pohjavesiin ovat vähäisiä, koska laajennusalueelle rakennetaan kaatopaikka-asetuksen mukaiset tiiviit pohjarakenteet. - Pohjaveden muodostumista ei laajennusalueella enää tapahtuisi, minkä seurauksena pohjaveden pinnan taso jätealueen ympäristössä laskisi hieman (noin 0,1 metriä) ja jätealueen laajennusosan itäreunalla sijaitseva vedenjakaja siirtyisi hieman itään päin. - Laajennusalue sijoittuu muuttuneeseen pohjaveden virtauskenttään siten, että itäiseltä laajennusosalta pohjavesi virtaisi yhä laajemmalta alueelta nykyisen jätealueen sisäpuolelle ja salaojiin. Pohjaveden virtaama nykyisen jätealueen salaojin vähentyisi hieman, noin tasolle 680 m³/d. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen polyäminen - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot	4	1	4		4	1	4	
		Neljäs vaihe	- Polyämiseen liittyvät riskit ovat vastaavia kuin nykytilassa. - Laajennusalueen toiminnan aikaiset vaikutukset pohjavesiin ovat vähäisiä, koska laajennusosana rakennetaan kaatopaikka-asetuksen mukaiset tiiviit pohjarakenteet. - Pohjaveden muodostumista ei jätealueen laajennusalueella enää tapahtuisi, minkä seurauksena pohjaveden pinnan taso jätealueen ympäristössä laskisi hieman (noin 0,1 metriä) - Laajennusalue sijoittuu muuttuneeseen pohjaveden virtauskenttään siten, että pohjoiselta laajennusosalta pohjavesi virtaisi yhä laajemmalta alueelta nykyisen jätealueen sisäpuolelle ja salaojiin. Pohjaveden virtaama nykyisen jätealueen salaojin vähentyisi hieman, noin tasolle 680 m³/d. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Jätealueen polyäminen - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot	4	1	4		4	1	4	
		Sulkemisen jälkeen	- Jätealueen sulkemisen jälkeen jätealueesta ei aiheudu lähtökohtaisesti vaikutuksia pohjavesiin salaojien sekä pohja- ja pintarakenteiden säilyessä toimintakuntoisina. Tunnistetut riskit, joita on tarkasteltu riskinarvion muissa kohdissa: - Vesienhallinnan häiriöt ja vauriot	1	1	1	- Aiemmin mainittujen lisäksi suotovesien käsittelyä jatketaan niin pitkään kuin se on tarpeen, jolloin riskiä pohjavesille muuttuvassa vedenottotilanteessa ei muodostu.	1	1	1	
		Vesienkäsitteilyn päätyttyä	- Vesienkäsitteilyä jatketaan niin pitkään kuin on tarpeen, minkä vuoksi pohjavesiin ei kohdistu vaikutuksia vesienkäsitteilyn päätyttyä.	0	-			0	-		
6. Pohjavesi	Luontaisen pohjavesipinnan lasku	Tausta	<i>Suurin osa pohjavedessä olevasta kuormituksesta on vanhaa maaperässä olevaa kuormitusta (1960-1970 – luvulta pohjaveeteen). Maaperässä olevasta kuormituksesta helpoliukoisin osa on todennäköisesti jo luennut pohjaveeten, mutta maaperässä sitoutuneena olevia haitta-ainetta voi liueta olosuhteiden muuttuessa. Tämä näkyy mm. pohjavesinäytteiden tuloksissa, kevätkalvuntojen aikaan on havaittavissa korkeampia pitoisuuksia. Jos tehdasalueen läheisyydessä maankäyttö sekä pohjaveden pinnankorkeus ja virtaussuunta muuttuvat, saattavat maaperässä olevat haitta-aineet liueta ja kulkeutua pohjaveeteen.</i>								- Numeerista virtausmallintamista yleisesti koskevat keskeisimmät epävarmuustekijät liittyvät mallinnettavan alueen maa- ja kallioerän ominaisuuksiin, pohjaveden pinnan tasoon ja pohjaveden muodostusmäärään. - Mahdollisista pohjaveden pinnan tason muutoksista huolimatta, GTK:n virtausmallinnuksien perusteella sieppausalueen pohjoisrajalta pohjaveden virtaus suuntautuisi kuitenkin edelleen mereen ja Bolidenin nykyisen kaatopaikan kuivatussalaojiin. Edellä esitetyn johdosta Patamäen vedennottamon vedenottomäärien muutoksilla ei ole vaikutusta Boliden Kokkola Oy:n nykyisen kaatopaikan, eikä suunnitellun kaatopaikan laajennusosan vedenhallintaan. - Pohjaveden muodostusmäärään sisältyy epävarmuutta, sillä pohjaveden muodostusmäärän mittaaminen on lähestulkoon mahdotonta ja perustuu poikkeuksetta aina arvioon. Tässä työssä pohjaveden muodostusmäärä arvioitiin ilmatieteenlaitoksen Kokkolan Santahaan havaintoaseman sadantatietojen, Copernicus maapalvelun maapeitteen läpäisemättömyysaineiston ja arvioidun haidhunnan määrän perusteella. - Ottaen huomioon virtausmallin hyvä kalibrointitulos, eri simulaatioskenaarioiden luonne, sekä edellä esitetyt epävarmuustekijät, virtausmallin tarkkuutta kyseessä olevien simulaatioskenaarioiden osalta voidaan pitää hyvänä.
		Nykytila	- Maaperässä sitoutuneena olevia metalleja voi liueta olosuhteiden muuttuessa hapettaviksi pohjavesipinnan laskiessa. Muutokset jätealueen ympäristössä olisivat mallinnusten perusteella kuitenkin niin vähäisiä, etteivät ne erottuisi pohjaveden tason luontaisesta vaihtelusta nykytilanteeseen verrattuna. Näin ollen maaperän metallien merkittävä mobilisotuminen ei ole todennäköistä. - Muutokset pohjavesipinnassa voivat aiheuttaa myös vedenjakaja-alueiden siirtymistä, joskin virtausmallinnuksen perusteella vedenjakaja pysyy lähes ennallaan vaikka vedenotto olisi 12 000 m³/vrk, joten vedenotolla ei ole vaikutusta nykyiseen jätealueeseen tai sen laajennusalueisiin. Tämän perusteella voidaan arvioida, että pohjaveden pinnan luontainen lasku muusta kuin vedenotosta johtuen ei aiheuttaisi vedenjakajan merkittävää siirtymistä. - Pohjavesipinnan merkittävä lasku pohjavesialueella voi paikallisesti kääntää pohjaveden virtausta jätealueen pohjavesialueen suuntaan, etenkin itäisen laajennuksen toteututtua. Laajennusalueiden pohjarakenteet kuitenkin tässäkin tilanteessa estävät haitta-ainepitoisten suotovesien pääsyä pohjaveeteen.	2	2	4	- Pystyestysseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatus seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. - Tarvittaessa salaojia voidaan syventää siten, että pohjaveden virtaus jätealueelta ulospäin estetään. - Salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. - Kaikki rakenteet sijoitetaan maanpinnan yläpuolelle, jolloin pohjavesipinnan muutokset eivät pääse suoraan vaikuttamaan varsinaiseen jätetäyttöön.	2	1	2	
		Ensimmäinen vaihe		2	2	4		2	1	2	
		Toinen vaihe		2	2	4		2	1	2	
		Kolmas vaihe		2	2	4		2	1	2	
		Neljäs vaihe		2	2	4		2	1	2	
		Sulkemisen jälkeen	- Sulkemisen jälkeen jätealue, sulkemis- ja pohjarakenteiden toimissa suunnitellusti, ei aiheuta riskiä pohjaveden pinnan laskiessa. - Poikkeustilanteessakin riskiä ei olisi, sillä vedenottomäärä ei vaikuta pohjaveden jakajan sijaintiin siinä määrin, että pohjavesi virtaisi jätealueen ympäristöstä Patamäen vedenottamolle.	2	1	2	- Aiemmin mainittujen lisäksi suotovesien käsittelyä jatketaan niin pitkään kuin se on tarpeen, jolloin riskiä pohjavesille muuttuvassa vedenottotilanteessa ei muodostu.	2	1	2	
		Vesienkäsitteilyn päätyttyä		2	1	2		2	1	2	
6. Pohjavesi	Patamäen pohjaveden oton kasvaminen	Tausta	<i>Kokkolan Patamäen vedenottamon sieppausaluetta on mallinnettu viidellä eri vedenottoskenaariolla: noin 6 350 m³ /vrk ja lisäksi 12 000 m³ /vrk, 8 000 m³ /vrk, 4 500 m³ /vrk vedenottomäärillä. Skenaarioissa 8 000 m³ /vrk ja 12 000 m³ /vrk imeytettävä vesimäärä optimoitiin siten, että simuloidut pohjavedenpinnan korkeudet pysyisivät vedenottamoiden siviiliasoilla. Mallissa on huomioitu Boliden Kokkola Oy:n jätealueen pystyestis, alueella sijaitsevat allasalueet, ojat ja vedenottamot.</i> <i>Patamäen vedenottamon vaikutusalue ulottuu pohjoissuunnassa noin 2,5 - 3 kilometrin etäisyydelle. Kaikilla vedenottoskenaariolla pohjaveden pinnankorkeuden muutokset verrattuna nykytilaan olivat suurimmat Patamäen vedenottamolla. Jos vedenottoa lisättäisiin 8 000 m³ /vrk ja 12 000 m³ /vrk, niin mallin mukaan pohjaveden pinnankorkeudet voivat keskimäärin alentua huomattavasti nykyisestäään, jopa 5 - 6 metriä Patamäen vedenottamon alueella.</i> <i>GTK:n virtausmalli raporttiin perustuen voidaan todeta, ettei missään mallinnatussa skenaariossa sieppausalue ulotu Boliden Kokkola Oy:n suunnitellun vaarallisen jätteen jätealueen laajennusosan alueelle.</i>								- Numeerista virtausmallintamista yleisesti koskevat keskeisimmät epävarmuustekijät liittyvät mallinnettavan alueen maa- ja kallioerän ominaisuuksiin, pohjaveden pinnan tasoon ja pohjaveden muodostusmäärään. - Mahdollisista pohjaveden pinnan tason muutoksista huolimatta, GTK:n virtausmallinnuksien perusteella sieppausalueen pohjoisrajalta pohjaveden virtaus suuntautuisi kuitenkin edelleen mereen ja Bolidenin nykyisen kaatopaikan kuivatussalaojiin. Edellä esitetyn johdosta Patamäen vedennottamon vedenottomäärien muutoksilla ei ole vaikutusta Boliden Kokkola Oy:n nykyisen kaatopaikan, eikä suunnitellun kaatopaikan laajennusosan vedenhallintaan. - Pohjaveden muodostusmäärään sisältyy epävarmuutta, sillä pohjaveden muodostusmäärän mittaaminen on lähestulkoon mahdotonta ja perustuu poikkeuksetta aina arvioon. Tässä työssä pohjaveden muodostusmäärä arvioitiin ilmatieteenlaitoksen Kokkolan Santahaan havaintoaseman sadantatietojen, Copernicus maapalvelun maapeitteen läpäisemättömyysaineiston ja arvioidun haidhunnan määrän perusteella. - Ottaen huomioon virtausmallin hyvä kalibrointitulos, eri simulaatioskenaarioiden luonne, sekä edellä esitetyt epävarmuustekijät, virtausmallin tarkkuutta kyseessä olevien simulaatioskenaarioiden osalta voidaan pitää hyvänä.
		Nykytila	- Pohjavedenoton pitkäaikainen kasvattaminen tasolle > 8 000 m³/vrk johtaa pohjavesipintojen alentumiseen pohjavesialueella. Huomioitava on, että tällaisen vedenoton ylläpitäminen on mahdollista vain tilanteissa, jossa pohjaveden imeytystä tehostetaan merkittävästi. Tällöin pohjaveden virtausta Patamäen pohjavesialueen ulkopuolelta, sen pohjoisimmista osista, ei edelleenkään ole Patamäen vedenottamolle. - Maaperässä sitoutuneena olevia metalleja voi liueta olosuhteiden muuttuessa hapettaviksi pohjavesipinnan laskiessa. Muutokset jätealueen ympäristössä olisivat mallinnusten perusteella kuitenkin niin vähäisiä, etteivät ne erottuisi pohjaveden tason luontaisesta vaihtelusta nykytilanteeseen verrattuna. Näin ollen maaperän metallien merkittävä mobilisotuminen ei ole todennäköistä. - Muutokset pohjavesipinnassa voivat aiheuttaa myös vedenjakaja-alueiden siirtymistä, joskin virtausmallinnuksen perusteella vedenjakaja pysyy lähes ennallaan vaikka vedenotto olisi 12 000 m³/vrk, joten vedenotolla ei ole vaikutusta nykyiseen jätealueeseen tai sen laajennusalueisiin. - Skenaariosta riippumatta muutos pohjavesipinnan tasossa on 0-1 m. Todennäköisesti pohjaveden pinnan tason muutokset Bolidenin suunnitellun vaarallisen jätteen jätealueen laajennusosan alueella ovat eri vedenottoskenaariossa lähempänä nollaa tai korkeintaan muutamia kymmeniä senttimetrejä, koska jätealueen laajennusosa sijoittuu varsin etäälle Patamäen vedenottamosta.	2	2	4	- Pystyestysseinän rakentamisen jälkeen alueelle on asennettu automaattinen pohjaveden pinnan tarkkailujärjestelmä ja lisäksi pohjaveden laatus seurataan säännöllisillä näytteenotoilla. - Tarvittaessa salaojia voidaan syventää siten, että pohjaveden virtaus jätealueelta ulospäin estetään. - Salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. - Kaikki rakenteet sijoitetaan maanpinnan yläpuolelle, jolloin pohjavesipinnan muutokset eivät pääse suoraan vaikuttamaan varsinaiseen jätetäyttöön.	2	2	4	
		Ensimmäinen vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Toinen vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Kolmas vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Neljäs vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Sulkemisen jälkeen	- Sulkemisen jälkeen jätealue, sulkemis- ja pohjarakenteiden toimissa suunnitellusti, ei aiheuta riskiä pohjaveden oton kasvassa. - Poikkeustilanteessakaan riskiä ei olisi, sillä vedenottomäärä ei vaikuta pohjaveden jakajan sijaintiin siinä määrin, että pohjavesi virtaisi jätealueen ympäristöstä Patamäen vedenottamolle.	1	2	2	- Aiemmin mainittujen lisäksi suotovesien käsittelyä jatketaan niin pitkään kuin se on tarpeen, jolloin riskiä pohjavesille muuttuvassa vedenottotilanteessa ei muodostu.	1	2	2	
		Vesienkäsitteilyn päätyttyä		1	2	2		1	2	2	

Teema	Tunnistettu riski / vaikutus	Skenaario	Riskin / vaikutuksen kuvaus	T	S	R	Nykyinen ja suunniteltu riskinhallinta ja seuranta	T _{saaristo}	S _{saaristo}	R _{saaristo}	Epävarmuus
6. Pohjavesi	Patamäen pohjaveden oton vähentäminen	Nykytila	- Jos jätealueen läheisyydessä maankäyttö sekä pohjaveden pinnankorkeus ja virtaussuunta muuttuvat, saattavat maaperässä olevat haitta-aineet lueta ja kulkeutua pohjaveen. - Vedenoton merkittävä vähentyminen nostaa pohjavesipintoja Patamäen pohjavesialueella pitkällä aikavälillä. Tällä voi olla vaikutusta pohjaveden paikalliseen virtauskuvaan siten, että pohjaveden virtaus pohjavesialueen ulkopuolelle korostuu. - Kohoava pohjavesipinta vaikuttaa jätealueella tehtäviin pumpppauksiin lisäämällä jätealueelle virtaavan pohjaveden määrää ja siten lisäämällä pumpppauksiin vaadittavaa kapasiteettia. - GTK:n virtausmalliraportin perusteella, vähennettäessä vedenottoa Patamäen vedenotamolta tasolle 4 500 m ³ /vrk, pohjaveden pinnan taso suunnitellun itäisen laajennusosan alueella nousisi 0 - 0.5 metriä. Todennäköisesti pohjaveden pinnan tason muutokset Bolidenin suunnitellun vaarallisen jätteen kaatopaikan laajennusosan alueella ovat eri vedenotto skenaarioissa lähempänä nollassa tai korkeintaan muutamia kymmeniä senttimetrejä, koska jätealueen laajennusosa sijoittuu varsin etäälle Patamäen vedenotantomasta.	2	2	4	- Tarvittaessa salaojia voidaan syventää siten, että pohjaveden virtaus jätealueelta ulospäin estetään. - Salaojien toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa siten, että virtaussuunta pystytään pitämään ns. oikein päin. - kaikki rakenteet sijoitetaan maapinnan yläpuolelle, jolloin pohjavesipinnan muutokset eivät pääse suoraan vaikuttamaan varsinaiseen jätetäyttöön sinäkään tilanteessa, että pohjavesipinta merkittävästi nousisi jätealueen ympäristössä.	2	2	4	- Numeerista virtausmallintamista yleisesti koskevat keskeisimmät epävarmuustekijät liittyvät mallinnettavan alueen maa- ja kallioerän ominaisuuksiin, pohjaveden pinnan tasoon ja pohjaveden muodostusmäärään. - Mahdollisista pohjaveden pinnan tason muutoksista huolimatta, GTK:n virtausmallinnuksien perusteella sieppausalueen pohjoisrajalta pohjaveden virtaus suuntautuisi kuitenkin edelleen mereen ja Bolidenin nykyisen kaatopaikan kuivatussalaojiin. Edellä esitetyn johdosta Patamäen vedennottamon vedenottomäärien muutoksilla ei ole vaikutusta Boliden Kokkola Oy:n nykyisen kaatopaikan, eikä suunnitellun kaatopaikan laajennusosan vedenhallintaan. - Pohjaveden muodostusmäärään sisältyy epävarmuutta, sillä pohjaveden muodostusmäärän mittaaminen on lähestulkoon mahdotonta ja perustuu poikkeuksesta aina arvioon. Tässä työssä pohjaveden muodostusmäärä arvioitiin Ilmatieteenlaitoksen Kokkolan Santahaan havaintoaseman sadantatietojen, Copernicus maapalvelun maapeitteen läpäisemättömyysaineiston ja arvioidun haidhunnan määrän perusteella. - Ottaen huomioon virtausmallin hyvä kalibrointitulos, eri simulaatioskenaarioiden luonne, sekä edellä esitetyt epävarmuustekijät, virtausmallin tarkkuutta kyseessä olevien simulaatioskenaarioiden osalta voidaan pitää hyvänä.
		Ensimmäinen vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Toinen vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Kolmas vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Neljäs vaihe		2	2	4		2	2	4	
		Sulkemisen jälkeen	- Sulkemisen jälkeen jätealue, sulkemis- ja pohjarakenteiden toimissa suunnitellusti, ei aiheuta riskiä pohjaveden oton vähentyessä. - Poikkeustilanteessakin riskiä ei olisi, sillä vedenottomäärä ei vaikuta pohjaveden jakajan sijaintiin siinä määrin, että pohjavesi virtaisi jätealueen ympäristöstä Patamäen vedenotamolle.	2	2	4	- Aiemmin mainittujen lisäksi suotovesien käsittelyä jatketaan niin pitkään kuin se on tarpeen, jolloin riskiä pohjavesille muuttuvassa vedenototilanteessa ei muodostu.	2	2	4	
6. Pohjavesi	Itäisen laajennusalueen pohjarakenteen vaurio	Vesienkäsittelyn päätyttyä		2	2	4		2	2	4	
		Tausta	- Virtausmallisimulaatioiden (simulaatiot 1 – 3) perusteella, tutkituista jätealueen laajennusalueen rakennevaihtoehdoista suositeltavin vaihtoehto on simulaation 1 mukainen vestitiivis pohjarakenne, ilman pystyeristysseinä (simulaatio 2), tai ilman pystyeristysseinä ja uusia salaojia (simulaatio 3). - Virtausmallinnuksella on selvitetty kahta eri poikkeustilannetta sulkemisen jälkeen (simulaatiot 4 ja 5) sekä suojapumpppauksen toimivuutta poikkeustilanteen hallinnassa (simulaatio 6). - Simulaatio 4: Pahimmassa mahdollisessa skenaariossa nykyisen jätealueen ja sen laajennusalueiden pohja- ja pintarakenteet ovat erittäin vuotavia, eivätkä salaojat toimi. Nykyisen jätealueen koillisosasta ja jätealueen laajennusalueelta pohjaveden virtaus suuntautuu pohjois-koilliseen ja purkautuu mereen. - Simulaatio 5: Nykyisen jätealueen pinta- ja pohjarakenteet ovat erittäin vuotavia, mutta salaojat ovat toiminnassa. Mallinnuksen mukaan jätealueen itäpuolella sijaitseva vedenjakaja pysyy paikallaan. Jätealueen laajennusalueen pohjoisosasta ja koillisosasta pohjaveden virtaus suuntautuu pohjoiseen ja pohjavedet purkautuvat meren. Muilta osin jätealueen pohjavedet virtaavat nykyisen jätealueen salaojiin. - Simulaatio 6: Nykyisen jätealueen pohja- ja pintarakenteet ovat vuotavia, mutta nykyisen jätealueen salaojat ovat toiminnassa. Mallinnuksessa jätealueen pohjoisreunalle on asetettu kolme suojapumpppauskaivoa, jotka katkaisevat jätealueen laajennusalueen pohjoisosasta ja koillisosasta suuntautuvan virtauksen. Mallinnuksen mukaan jätealueen itäpuolella sijaitseva nykyinen vedenjakaja pysyy paikallaan tai siirtyy hieman itään jätealueen kohdalla. Jätealueen laajennusalueen pohjoisalta ja koillisosasta pohjaveden virtaus suuntautuu aluksi pohjoiseen ja kääntyy lopulta kohti suojapumpppauskaivoja. Muilta osin jätealueen pohjavesi virtaa nykyisen jätealueen salaojiin.	-	-		- Riski ei liity nykyiseen jätealueeseen.	-	-		- Numeerista virtausmallintamista yleisesti koskevat keskeisimmät epävarmuustekijät liittyvät mallinnettavan alueen maa- ja kallioerän ominaisuuksiin, pohjaveden pinnan tasoon ja pohjaveden muodostusmäärään. - Mahdollisista pohjaveden pinnan tason muutoksista huolimatta, GTK:n virtausmallinnuksien perusteella sieppausalueen pohjoisrajalta pohjaveden virtaus suuntautuisi kuitenkin edelleen mereen ja Bolidenin nykyisen kaatopaikan kuivatussalaojiin. Edellä esitetyn johdosta Patamäen vedennottamon vedenottomäärien muutoksilla ei ole vaikutusta Boliden Kokkola Oy:n nykyisen kaatopaikan, eikä suunnitellun kaatopaikan laajennusosan vedenhallintaan. - Pohjaveden muodostusmäärään sisältyy epävarmuutta, sillä pohjaveden muodostusmäärän mittaaminen on lähestulkoon mahdotonta ja perustuu poikkeuksesta aina arvioon. Tässä työssä pohjaveden muodostusmäärä arvioitiin Ilmatieteenlaitoksen Kokkolan Santahaan havaintoaseman sadantatietojen, Copernicus maapalvelun maapeitteen läpäisemättömyysaineiston ja arvioidun haidhunnan määrän perusteella. - Ottaen huomioon virtausmallin hyvä kalibrointitulos, eri simulaatioskenaarioiden luonne, sekä edellä esitetyt epävarmuustekijät, virtausmallin tarkkuutta kyseessä olevien simulaatioskenaarioiden osalta voidaan pitää hyvänä.
		Nykytila	- Riski ei liity nykyiseen jätealueeseen.	-	-		- Riski ei liity nykyiseen jätealueeseen.	-	-		
		Ensimmäinen vaihe		-	-			-	-		
		Toinen vaihe		-	-			-	-		
		Kolmas vaihe	- Virtausyhteys laajennusalueen itäosasta Patamäen pohjavesialueelle vettä johtavien irtomaakerroksien välityksellä on olemassa. Virtausyhteyttä Patamäen vedenotamolle ei kuitenkaan ole suuremmallakaan vedenottomäärillä. - Pohjaveden virtausmallisimulaation perusteella, mikäli jätealueen laajennusosalla pohjarakenteet ovat vettä läpäisemättömiä, tällöin vedenjakaja siirtyy hieman itään päin nykyisestä. - Laajennusosan pohjarakenteiden vuotaessa siten, että suotovedet ja niiden mahdollisesti sisältävät haitta-aineet päätyisivät laajennusosan alapuoliseen pohjavesikerrokseen, haitta-aineet kulkeutuisivat pohjaveden virtaussuunnan mukaisesti pääosin nykyisen jätealueen kuivatussalaojiin, josta ne pumpataan käsittelyyn. - Jätealueen laajennusosan alueelta haitta-aineet eivät kulkeutuisi Patamäen pohjavesialueelle ja pohjavesialueen näkökulmasta tarkasteltuna jätealueen laajennusosan rakennetarkaisua (tiivis pohjarakenne) voidaan pitää riittävänä. - On erittäin epätodennäköistä, että vestitiivis pohjarakenne vuotaisi kautaltaan koko jätealueen alueella, joten vuotovesivirtaama olisi joka tapauksessa hyvin pieni. Laajennusosalle ei sijoiteta lietemaista jätettä, vaan suodinkuivaa jätettä, joka tiivistetään alueelle. Jättemateriaali on hyvin tiivistä (heikko vedenjohtavuus), eikä pohja- tai pintarakenteita ole suunniteltu suotaviksi. Näin ollen vuototilanteessakin haitta-aineiden kulku pohjaveen olisi todennäköisesti hyvin hidasta ja vähäistä. Alueen sadevedet johdetaan vesienkäsittelyyn.	2	3	6	- Jätealueen laajennusosan pohjarakenteista tehdään vestitiivti kaatopaikka-asetuksen mukaisesti. Vestitiivin pohjarakenteen päälle rakennetaan salaojat. - Jätetäytön lävitse mahdollisesti suotautuvat vedet päätyvät salaojiin, josta ne johdetaan hallitusti käsittelyyn. - Mahdollisten pohjavesivaikutusten estämiseksi ja ehkäisemiseksi käytettävää keinoja ovat jätealueen pohjarakenteen vestitiiviyden varmistaminen, rakentamisen aikainen laadunvalvonta, ja tiiviin pohjarakenteen päälle kertyvien suotovesien johtaminen hallitusti käsittelyyn, sekä pohjaveden pinnan tason pitäminen nykyisen jätealueen alueella ympäristön pohjaveden pinnan tasoa alempana. - Lisäksi pohjavesivaikutusten estämisen ehkäisykeinona on jätealueen sulkemisen jälkeen rakennettavan kaatopaikka-asetuksen mukaisen vettä läpäisemättömän pintarakenteen tiiveyden varmistaminen. - Mikäli edellä kuvatun kaltainen poikkeustilanne kaikesta huolimatta syntyi, tällöin mahdollisia korjaavia toimenpiteitä olisivat vestitiivin pintarakenteen parantaminen tai / ja pohjaveden pinnan tason alentaminen esim. tätä tarkoitusta varten tarvittaessa rakennettavien kaivojen avulla	1	3	3	
		Neljäs vaihe	- Riski ei liity pohjoiseen laajennusalueeseen.	-	-			-	-		
		Sulkemisen jälkeen	- Pohjaveden virtausmallisimulaation perusteella (Virtausmalliraportti, simulaatio 4, kartta 8), jätealueen sulkemisen jälkeen pohjavesivaikutuksien ulottuminen Patamäen pohjavesialueelle on mahdollista ainastaan poikkeustilanteessa. Tällainen poikkeustilanne syntyi, mikäli nykyisen jätealueen ja jätealueen laajennusosan vestitiivti pintarakenteet vuotaisivat merkittävästi, jolloin sadevedet päätyisivät jätetäytön kanssa kontaktiin ja imeytyminen jätetäyttöön olisi mahdollista. Tämä edellyttäisi pintarakenteiden rikkoutumista erittäin laajalta alueelta. Tässäkään tilanteessa vaikutus ei ulottuisi Patamäen vedenotamolle.	1	3	3		1	3	3	
		Vesienkäsittelyn päätyttyä	- Vesienkäsittelyä jatketaan kunnes sille ei enää ole tarvetta. Vuototilanteessa vesienkäsittelyä voidaan joutua jatkamaan pidempään kuin tilanteessa, jossa pohjarakenteet toimivat suunnitellusti.	0	1	0	- Vesienkäsittelyä jatketaan niin pitkään kuin sille tarkkailun perusteella on tarvetta.	0	1	0	
6. Pohjavesi	Pohjoisen laajennusalueen pohjarakenteen vaurio	Nykytila	- Riski ei liity nykyiseen jätealueeseen.	-	-		- Riski ei liity nykyiseen jätealueeseen.	-	-		- Numeerista virtausmallintamista yleisesti koskevat keskeisimmät epävarmuustekijät liittyvät mallinnettavan alueen maa- ja kallioerän ominaisuuksiin, pohjaveden pinnan tasoon ja pohjaveden muodostusmäärään. - Mahdollisista pohjaveden pinnan tason muutoksista huolimatta, GTK:n virtausmallinnuksien perusteella sieppausalueen pohjoisrajalta pohjaveden virtaus suuntautuisi kuitenkin edelleen mereen ja Bolidenin nykyisen kaatopaikan kuivatussalaojiin. Edellä esitetyn johdosta Patamäen vedennottamon vedenottomäärien muutoksilla ei ole vaikutusta Boliden Kokkola Oy:n nykyisen kaatopaikan, eikä suunnitellun kaatopaikan laajennusosan vedenhallintaan. - Pohjaveden muodostusmäärään sisältyy epävarmuutta, sillä pohjaveden muodostusmäärän mittaaminen on lähestulkoon mahdotonta ja perustuu poikkeuksesta aina arvioon. Tässä työssä pohjaveden muodostusmäärä arvioitiin Ilmatieteenlaitoksen Kokkolan Santahaan havaintoaseman sadantatietojen, Copernicus maapalvelun maapeitteen läpäisemättömyysaineiston ja arvioidun haidhunnan määrän perusteella. - Ottaen huomioon virtausmallin hyvä kalibrointitulos, eri simulaatioskenaarioiden luonne, sekä edellä esitetyt epävarmuustekijät, virtausmallin tarkkuutta kyseessä olevien simulaatioskenaarioiden osalta voidaan pitää hyvänä.
		Ensimmäinen vaihe		-	-			-	-		
		Toinen vaihe		-	-			-	-		
		Kolmas vaihe		-	-			-	-		
		Neljäs vaihe	- Riski ei liity itäiseen laajennusalueeseen. - Pohjaveden virtausmallisimulaation perusteella, mikäli jätealueen laajennusosalla pohjarakenteet ovat vettä läpäisemättömiä, tällöin vedenjakaja siirtyy hieman itään päin nykyisestä. - Mikäli vuotokohta sijoittuisi jätealueen laajennusosan pohjoisosaan, tai koillisosulmaan, tällöin pohjaveen päätyvät haitta-aineet kulkeutuisivat pohjaveden virtauksen mukana mereen. - Jätealueen laajennusosan alueelta haitta-aineet eivät kulkeutuisi Patamäen pohjavesialueelle ja pohjavesialueen näkökulmasta tarkasteltuna jätealueen laajennusosan rakennetarkaisua (tiivis pohjarakenne) voidaan pitää riittävänä. - Missään mallinnusskenaariossa haitta-ainepitoisen suotoveden kontaminoima pohjavesi ei virtaa pohjavesialueen suuntaan.	1	2	2	- Jätealueen laajennusosan pohjarakenteista tehdään vestitiivti. Vestitiivin pohjarakenteen päälle rakennetaan salaojat. - Jätetäytön lävitse mahdollisesti suotautuvat vedet päätyvät salaojiin, josta ne johdetaan hallitusti käsittelyyn. - Mahdollisten pohjavesivaikutusten estämiseksi ja ehkäisemiseksi käytettävää keinoja ovat jätealueen pohjarakenteen vestitiiviyden varmistaminen ja tiiviin pohjarakenteen päälle kertyvien suotovesien johtaminen hallitusti käsittelyyn, sekä pohjaveden pinnan tason pitäminen nykyisen jätealueen alueella ympäristön pohjaveden pinnan tasoa alempana. - Lisäksi pohjavesivaikutusten estämisen ehkäisykeinona on jätealueen sulkemisen jälkeen rakennettavan vettä läpäisemättömän pintarakenteen tiiveyden varmistaminen. - Mikäli edellä kuvatun kaltainen poikkeustilanne kaikesta huolimatta syntyi, tällöin mahdollisia korjaavia toimenpiteitä olisivat vestitiivin pintarakenteen parantaminen tai / ja pohjaveden pinnan tason alentaminen esim. tätä tarkoitusta varten tarvittaessa rakennettavien kaivojen avulla	1	1	1	
		Sulkemisen jälkeen		1	2	2		1	1	1	
6. Pohjavesi	Vesienkäsittelyn päätyttyä		- Vesienkäsittelyä jatketaan kunnes sille ei enää ole tarvetta. Vuototilanteessa vesienkäsittelyä voidaan joutua jatkamaan pidempään kuin tilanteessa, jossa pohjarakenteet toimivat suunnitellusti.	0	1	0	- Vesienkäsittelyä jatketaan niin pitkään kuin sille tarkkailun perusteella on tarvetta.	0	1	0	