

misesta, melua, katupölyä ja mahdollisia liikenneonnettomuuksia tai vaaratilanteita. Koska lietteen mahdollinen hyötykäyttö mahdollisimman lähellä jälkilammikkoa vähentää liikennettä ja sen haittoja, voidaan sen arvioida olevan myös sosiaalisesti kestävä ratkaisu. Mahdollinen hyötykäyttö alueella edistää myös taloudellista kestävyyttä, kiertotaloutta ja jätelakia, jätehierarkian etusijajärjestystä, koska lietettä hyötykäyttämällä voidaan välttyä lietteen kuljetuksilta ja erilliseltä kaatopaikkasijoitukselta. Tärkeätä on myös se, että tulevissa maarakentamisissa säästyy luonnon neitseellistä materiaalia.

Näin ollen, tässä kunnostuksensuunnittelussa, liete on suunniteltu hyötykäytettäväksi jälkilammikon pohjoispuolella sijaitsevan kentän (jatkossa hyötykäyttökenttä) rakennekerroksena maarakentamisen yhteydessä tarkoituksen mukaisin maarakentamiskerroksin. Liete imuruopataan kuivattavaksi ja polymeerein esikäsiteltäväksi geotuubeihin, joissa siitä poistuu vesi ja liete kuivuu. Koska geotuubien seinämiin kerääntyvä kuiva-aine muodostaa kiintoainetta ja kiintoaineessa esiintyviä haitta-aineita pidättävän kerroksen, ns. biomembraanin, geotuubeista ei sen täyttymisen päästyä alkuun suotaudu merkittävästi kiintoaine- tai haitta-ainepitoista vettä. Geotuubimateriaalia ja suotoveden haitta-ainepitoisuuksia on ennalta testattu (kappale 4.2.2.3) ja todettu suotoveden haitta-ainepitoisuudet alhaisiksi. Kohteen pohjoinen sijainti on edullinen geotuubikuivatukselle ja -käsittelylle, sillä lietteen jäätymsulamisen prosessi tehostaa kuivatusta. Kuivunut ja esikäsitelty liete, yhdessä geotuubin kanssa, muodostavat lujan ja stabiloidun geoteksiilikapselin sekä kantavan rakenteen, jota voidaan käyttää osana rakennetta maarakentamisessa. Tämä mahdollistaa hyötykäytön kohteessa ja neitseellisten luonnonvarojen säästämistä maarakentamisen yhteydessä (maarakentamiseen liittyvät rajoitteet esitetty tulevissa kappaleissa).

Hyötykäyttökentälle on todellinen tarve, sillä alueella toimiva teollisuus ja raakapuuterminaali tarvitsevat kenttätilaa toiminnolleen. Hyötykäyttökenttä vastaa myös alueen mahdollisiin tuleviin tarpeisiin. Tällä hetkellä hyötykäyttökenttä on muuta ympäristöään noin 5 m matalammalla tasolla, muodostaen jyrkähköt luiskat pohjoisessa ja idässä. Tästä johtuen kentän käytettävyyden on nykytilanteessa huono. Hyötykäyttökentän maanpintaa on tarkoitus korottaa, jotta se saadaan käyttöön. Hyötykäyttökentän korotus ja käytettävyyden parantaminen olisi toteutettu muutoinkin ilman jälkilammikon kunnostushanketta, mutta aikataulu käytettävyyden parantamiselle olisi ollut paljon pitempi (tarkemmat perustelut hyötykäyttökentälle ja jatkokäytölle kappaleessa 14.3). Kuivatun lietteen hyödyntäminen hyötykäyttökentän rakenteissa katsotaan ympäristön ja yhteiskunnan kannalta kokonaisvaltaiseksi ja kestäväksi ratkaisuksi, sillä hyötykäyttämällä lietettä vältetään neitseellisen materiaalin käytöltä ja kuljetuksilta kohteeseen.

→ Kohteen kokonaisvaltaiseksi kunnostamiseksi ehdotetaan jälkilammikon lietteen poistoa imuruoppaamalla ja lietteen kuivattamista geotuubikäsitteilyllä sekä kuivatun lietteen käsittelyä kapseloimalla hyötykäyttäen geotuubikapselit alueella asian mukaisin rakenneratkaisuin.

## 7 Kunnostuksen toteutuksen yksityiskohtainen suunnitelma

### 7.1 Kunnostusmenetelmä

Kohteen kunnostusmenetelmäksi ehdotetaan lietteen imuruoppausta ja kuivatusta sekä samalla käsittelyä geotuubimenetelmällä. Kunnostusmenetelmä täyttää Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätöksen Dnro PSAVI/5/04.08/2010 (14.4.2010) kohdan 14 määräyksen ja on tehtyjen esiselvitysten perusteella kohteeseen kokonaisuudeltaan yhteiskunnallisesti sekä ympäristöllisesti kestävin kunnostusmenetelmä. Lisäksi menetelmän etuna on mm. lietteen käsittely ja hyötykäyttö jälkilammikon läheisyydessä, millä voidaan vähentää kunnostuksesta ympäristöön ja ympäröivään yhteiskuntaan kohdistuvaa kokonaiskuormitusta. Hyötykäyttökentällä on todellinen tarve alueella.

## 7.2 Esivalmistelut

Kohteessa tehtäviä esivalmisteluja ovat nykyisen kentän (tuleva hyötykäyttökenttä), jolle liete kapseloidaan, tasaus ja ojitus. Ojituksella varmistetaan kuivatuksessa muodostuvien suotovesien ohjautuminen takaisin jälkilammikkoon. Kentän tasaus ja ojitus sekä suotovesien poisto tehdään painovoimaisesti (kaltevuus on 1 %), joka on riittävä, jotta suotoveden poistuminen ja imeytyminen tapahtuvat suunnitellusti. Piirustus geotuubien sijoittamisesta ja ojituksen toteuttamisesta on esitetty liitteenä (piirustus 3). Lisäksi kentän ympärille tehdään reunapenger, joka estää vesien valumisen alueen ulkopuolelle ja tukee rakennetta. Esivalmisteluita suoritettaessa huolehditaan myös siitä, että jälkilammikon patopenkereille on esteetön pääsy ja työnaikainen liikennöinti hyötykäyttökentällä on mahdollista (piirustus 3 ja 4).

## 7.3 Työjärjestelyt

Ruoppauksen hoitaa kokenut ja vastaavia referenssejä omaava urakoitsija, jonka kanssa sovitaan työjärjestelyistä urakan alussa.

## 7.4 Rakenteet, laitteistot ja materiaalit

Jälkilammikon liete poistetaan imuruoppaamalla. Imuruoppauskalusto siirretään rekoilla kohteeseen (noin 10 rekkaa) ja kootaan paikan päällä. Ruoppauskaluston kapasiteetti on urakoitsijan optimaaliseksi kokemasta kalustovalinnasta riippuen maksimissaan 12 000 in situ m<sup>3</sup>/h. Imuruoppaaja pumppaa ruopattua lietettä putkea pitkin hyötykäyttökentälle ja geotuubeihin. Imuruoppauksen yhteydessä ruopattuun lietteeseen sekoitetaan vedenerotuspolymeeriä, joka on valittu kesällä 2017 tehtyjen esikokeiden ja aiempien käyttökokemusten perusteella kohteen lietteelle soveltuvaksi. Tämän jälkeen ruoppausmassat johdetaan geotuubeihin, joissa ne konsolidoidaan.

Geotuubimateriaaliksi on esikokeiden perusteella valittu hollantilaisen TenCate Oy:n tuottama geotekstiili GT500D. Yhden täytetyn geotuubin leveys on 12,70 m. Tuubin korkeus on työn aikana max. 2,7 m ja se laskeutuu kuivuttuaan arviolta tasolle 0,9 m. Tuubien pituudet ovat 20...60 m ja niitä tarvitaan jälkilammikon lietteelle yhteensä 8500 jm. Geotuubit sijoitetaan hyötykäyttökentälle kahteen kerrokseen, jolloin ne nostavat kuivuttuaan kentän maanpinnan tasoa noin 1,8 m nykyisestä tasosta (piirustukset 3 ja 4). Geotuubien sijoittaminen useampaan kuin kahteen kerrokseen on työtekniisesti haastavaa ja korkea tuubirakennelma on epävakaampi kuin matala, mistä johtuen tuubit on suunniteltu tässä kohteessa sijoitettaviksi kahteen kerrokseen. Lisäksi kuivuneet geotuubikapselit ovat suunnitellulla kerrospaksuudella optimaalisesti mitoitettu vastaamaan ympäröivän maaston pinnantasoa, mikä edesauttaa kentän jatkokäyttöä.

## 7.5 Menetelmän kuvaus

Jälkilammikko imuruopataan kauttaaltaan, poislukien luonto- ja lintuarvoa varten ruoppaamattomaksi jätettävä rantasuoja-alue (30 metriä). Ruopattava liete johdetaan lammikon pohjoispuolelle sijoitettaviin geotuubeihin. Ruoppauksen yhteydessä lietteeseen lisätään vedenerotuspolymeeriä. Geotuubeja täytetään lietteellä vuorotellen siten, että veden annetaan poistua ennen tuubin uudelleen täyttöä. Täyttö aloitetaan lammikosta katsoen kauimmaisista tuubeista ja se etenee lounaan suuntaan kohti rantaa. Tuubien täyttöä ja täyttöjärjestystä valvotaan jatkuvasti. Geotuubeja ei ylitäytetä, jotta ne eivät hajoaisi. Lisäksi, mikäli johonkin tuubiin ruopataan hitaammin kuivuvaa lietettä, on lietteen kuivumiseen varattava tarpeeksi aikaa ja tuona aikana täytettävä muita tuubeja. Kun kaikki liete on saatu ruopattua, liete jätetään kuivumaan hyötykäyttökentälle. Poistuva suotovesi ohjautuu edelleen ojusta myöten jälkilammikkoon. Lietteen kuivuminen tehostuu sen jäätyessä ja sulaessa, joten kui-

vumisprosessia jatketaan vähintään yhden talven yli kunnostamisen päättymisen jälkeen. Geotuubit peitetään vähintään 0,5 m paksuisella betonimurske- ja moreenikerroksella. Lisäksi hyötykäyttökentän liikennöitäville alueille, teille, asennetaan 0,25 m murskekerros kanta-  
vuuden parantamiseksi raskasta liikennettä ajatellen (piirustus 1-4).

## 7.6 Työn ohjaus ja laadunvalvonta

Urakoitsija ja suunnittelijataho ovat yhteydessä toisiinsa ja työn edistymistä seurataan säännöllisesti.

Ruoppaustyön kattavuutta valvotaan kohteessa urakoitsijan toimesta: ruoppauslaitteistossa on GPS, johon syötetään suunnitelmatieto. Laitteisto merkitsee kartalle ruoppaajan läpikäymän alueen. Järjestelmä huomioi myös tavoitesyvyyyden täyttymisen, joten syvyysuun-  
taista virhettä ei pääse syntymään. Geotuubien täyttymistä seurataan silmämääräisesti.

## 7.7 Lietteen käsittely

Liete imuruopataan jälkilammikon pohjasta ja johdetaan vedenerotuspolymeeriliuoksen kanssa jälkilammikon pohjoispuolelle sijoitettaviin geotuubeihin. Lietteen vesi suodattuu geotuubimateriaalin läpi ja liete kuivuu. Lopuksi kuivunut liete ja geotekstiilikapselit peitetään moreeni- ja betonimurskekerroksella. Näin kuivuneesta ja käsitellystä lietteestä tulee tarpeellinen rakenneosia hyötykäyttökentässä.

## 7.8 Veden käsittely

Imuruoppaus ja ruoppauskalusto tarvitsevat vettä toimiakseen kunnolla, joten jälkilammikon vedenpintaa ei lasketa ennen kunnostustöiden alkamista. Ruoppaaja imee pohjasta lietteen ja samalla moninkertaisen määrän vettä lietemäärään nähden. Imuruoppaus aiheuttaa vähäisessä määrin pohjamateriaalin tilapäistä suspendoitumista vesimassaan. Lietettä leviää ohuena kerroksena myös jo ruopatuille alueille. Jälkilammikko on kuitenkin suljettu ympäristö ja systeemi, josta vesi ei pääse virtaamaan suoraan luonnontilaiseen vesistöön. Ruoppaustyön aikana jälkilammikon olemassa oleva purkukanava pidetään suljettuna, eikä vettä johdeta lammikosta Kemijärveen. Purkukanava avataan vasta kunnostuksen jälkeisenä kesänä, kun liete on ruoppaustyön jälkeen laskeutunut takaisin pohjaan. Mikäli työn aikana on kuitenkin tarvetta johtaa vettä Kemijärveen, poistetaan vedestä ennen lopullista johtamista kiintoaine esimerkiksi suojasiltiverhon avulla.

Myös geotuubikäsitteystä peräisin oleva suotovesi saattaa erityisesti käsittelyn alkuvaiheessa sisältää kiintoainetta. Tämä määrä on kuitenkin merkityksetön. Lisäksi geotuubeista poistuva suotovesi ohjataan ojituksilla takaisin kunnostettavalle alueelle jälkilammikkoon.

Jälkilammikkoon palaavan veden lisäksi suotovedestä arviolta 1 % imeytyy maaperään. Suotoveden haitta-aineista mahdollisesti aiheutuvien riskien tarkastelu on esitetty kappaleessa 10.

## 7.9 Jätteiden käsittely

Kunnostuksessa ei muodostu merkittäviä määriä jätettä.

## 7.10 Kuljetukset

Kunnostus ei vaadi massojen maakuljetuksia, koska liete ruopataan suoraan hyötykäyttökentälle geotuubeihin kuivumaan. Lietteen kuivuttua geotuubit peitetään moreenilla ja betonimurskeella (betonimurskeen hyötykäyttö, kts. kappale 8). Pintarakenteessa tarvittava moreeni tuodaan hyötykäyttökentälle kentän luoteispuolella sijaitsevalta Stora Enso Oyj:n teol-

lisuuskaatopaikan alueelta, jossa moreenia on varastoituna. Kuljetusmatkat pysyvät näin ollen lyhyinä. Pintarakenteessa hyödynnettävä betonimurske on jo kenttäalueella. Geotuubien ja muun kaluston tuominen alueelle lisää raskasta liikennettä tilapäisesti.

### **7.11 Varastointi**

Liete ruopataan suoraan geotuubeihin, joissa se hyötykäytetään kentän rakennekerroksena. Näin ollen lietettä ei ole tarpeen välivarastoida kohteessa.

### **7.12 Viimeistely**

Hyötykäyttökenttä viimeistellään asentamalla geotuubien päälle betonimurske- ja moreenikerros. Ruoppaustyö ei vaadi erillisiä viimeistelyjä. Jälkilammikossa ei ole tarpeen tehdä viimeistelyjä kunnostuksen loputtua.

### **7.13 Kunnostuksen päättymisen**

Ruoppaustyö ehdotetaan tehtäväksi vuoden 2018 kesäkauden aikana. Kokonaisuudessaan kunnostus katsotaan päättyneeksi, kun jälkilammikko on ruopattu ja hyötykäyttökentälle geotuubeihin ruopattu ja kuivunut liete on peitetty moreeni- ja betonimurskekerroksella. Ruoppausta ei tarvitse erikseen varmentaa, koska ruoppauslaitteistossa on nykyaikainen mittalaitteisto (GPS), joka merkitsee kartalle ruoppaajan läpikäymän alueen ja laitteisto huomioi myös tavoitesyvyyden täyttymisen, joten syvyyssuuntaista virhettä ei pääse syntymään. Näin voidaan varmistaa, että ruoppaus on toteutettu suunnitellulla tavalla.

Hyötykäyttökentän arvioidaan olevan käytössä vuonna 2020.

## **8 Lietteen ja betonimurskeen hyödyntäminen kohteessa**

### **8.1 Hyödyntämisen perusteet**

Hyötykäyttökentän luoteispuolella sijaitsevalla teollisuusjätteenkaatopaikka-alueella on varastoituna puhdasta moreenia, jota käytetään hyötykäyttökentän pintarakenteissa. Tämä moreeninotto suunnitellaan erikseen ja se liittyy alueen kokonaissuunnitteluun (teollisuuskaatopaikan vesienkäsittely, moreeninotto, puhdistamon käytöstä poisto). Kokonaissuunnittelu hyväksytetään Lapin ELY -keskuksella. Hyötykäyttökentän reunoilla on välivarastoituna betonimursketta, joka on peräisin alueelta puretuista rakennuksista ja jota on jo hyötykäytetty alueella muissa maarakennuskohteissa. Betonimurske käytetään myös kentän rakenteena kuivuneen lietteen päälle asennettavana kerroksena, kuitenkin niin, että betonimurskeen päälle tulee aina moreenikerros. Jälkilammikon kuivuneen ja käsitellyn lietteen ja betonimurskeen hyötykäyttö kohteessa edustaa kestäviä toimintatapoja, sillä hyödyntämällä olemassa olevia materiaaleja voidaan välttyä neitseellisten materiaalien käytöltä. Lisäksi vältetään suurten materiaalmäärien pidemmiltä kuljetuksilta. Vaikka suuri osa kentän rakennekerroksina käytettävistä materiaaleista saadaan alueelta, voidaan kohteeseen tuoda tarvittaessa täyttömateriaalia myös muualta. Rakennekerroksiin ehdotetaan käytettäväksi kuivuneen ja käsitellyn lietteen ja puhtaan betonin lisäksi myös muita rakentamisessa tyypillisesti käytettäviä materiaaleja. Tarvittaessa materiaalin käyttöön haetaan asianmukainen lupa.

Alueella olevan betonimurskeen maarakennuskelpoisuutta on testattu ja tutkimustulosten perusteella todettu, että näytteen edustama betoni soveltuu hyötykäytettäväksi maarakentamisessa asetuksen 591/2006 (täydennetty 403/2009) mukaisesti sekä peitettyssä että päällystetyssä rakenteessa (Stora Enso Oyj: Betonimurske, Kemijärven tehdasalueen purkutyöt, kuorimon pohjoispuoli. Maarakennuskäyttö, lausunto. Ahma ympäristö Oy, 23.12.2015./ Stora Enso Oyj: Betonimurske, Kemijärven tehdasalueen purkutyöt, vanha kuorimo. Maara-