

## SUHANGON KAIVOSHANKKEEN LAAJENNUKSEN YVA

14.10.2013

**HYDROMETALLURGISEN PROSESSIN RIKASTUSHIEKAN (HTSF)  
SIJOITUSVAIHTOEHDOT JA POHJARAKENNE**

**ALUSTAVA TEKNINEN TARKASTELU**

<b>1</b>	<b>YLEISTÄ</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>HYDROMETALLISEN PROSESSIN SAKKA</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>HYDROMETALLISEN SAKAN SIJOITUSALUEEN VAIHTOEHDOT</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>POHJAN JA PADON RAKENNE</b>	<b>5</b>

## 1 YLEISTÄ

Hydrometallurgisen prosessin rikastushiekan sijoitusalue (HTSF) on perusvaihtoehtos- sa sijoitettu rikastushiekka-alueen itäreunalle lähelle rikastamon välissä kulkevaa Ruonajokea. YVA -hankkeen esittelyjen yhteydessä esitetulle sijainnille on haluttu vaihto- ehtoja, koska vuoto- tai patosortumatilanteessa jäteainekset päätyvät suoraan Ruonajo- keen ja sitä myöten nopeasti Simojokeen. Vaihtoehtoisena ratkaisuna on esitetty HTSF - alueen sijoittamista vaahdotuksen rikastushiekka-alueen sisälle, jolloin se olisi kaksin- kertaisten patorakenteiden takana.

Tilaisuuksissa on oltu huolestuneita myös HTSF:n patorakenteen kestävydestä Talvi- vaarassa tapahtuneiden vuotojen takia. Pääasiallinen syy tähän on ollut se että patora- kenteessa on käytetty sivukiveä, vaikka padon rakenne on teknisesti moitteeton ja poik- keaa oleellisesti Talvivaaran vastaavasta ratkaisusta.

Tässä raportissa on tarkastelu lyhyesti vaihtoehtoisia ratkaisuja hydrometallisen rikas- tushiekan sijoittamiselle sekä tarkasteltu altaan pohjarakenteeseen liittyviä suunnittelu- perusteita sekä käyttöturvallisuustekijöitä.

## 2 HYDROMETALLISEN PROSESSIN SAKKA

Platsol-prosessista syntyy jäännössakkaa arviolta noin 17 Mt, josta hydrometallurgista jäännössakkaa on noin 83 % ja kipsiä noin 17 %. Hydrometallurginen jäännössakka muodostuu viidestä eri jakeesta, jotka kootaan yhteen varastoaltaaseen (55 ha). Hydro- metallurgisen jäännössakan jakeet ovat:

1. Autoklaavin rikastushiekka (pääosin hematiittia ja reagoimatonta piidioksidia);
2. Liuoksen neutraloinnin kipsisakka (kipsiä,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ );
3. Raffinaatin neutraloinnin kipsisakka (sisältää rautaa, alumiinia ja kipsiä);
4. Magnesiumsakka;
5. Kuparin uuttoprosessin sakka

Hydrometallurgisen jäännössakan geoteknisiä ja geokemiallisia ominaisuuksia on tutkit- tu vuoden 2011 lopussa SGS Mineral Services:n laboratoriossa Kanadassa sekä Knight & Piésold Pty Ltd:n Australiassa sijaitsevassa laboratoriossa.

Hydrometallurgiselle jäännössakalle on määritetty mm. partikkelikokojakauma, kiinto- ainejakeen tiheys, nestejakeen pH ja vedenläpäisevyys ( $2,2 \times 10^{-5} \dots 2 \times 10^{-7}$  m/s).

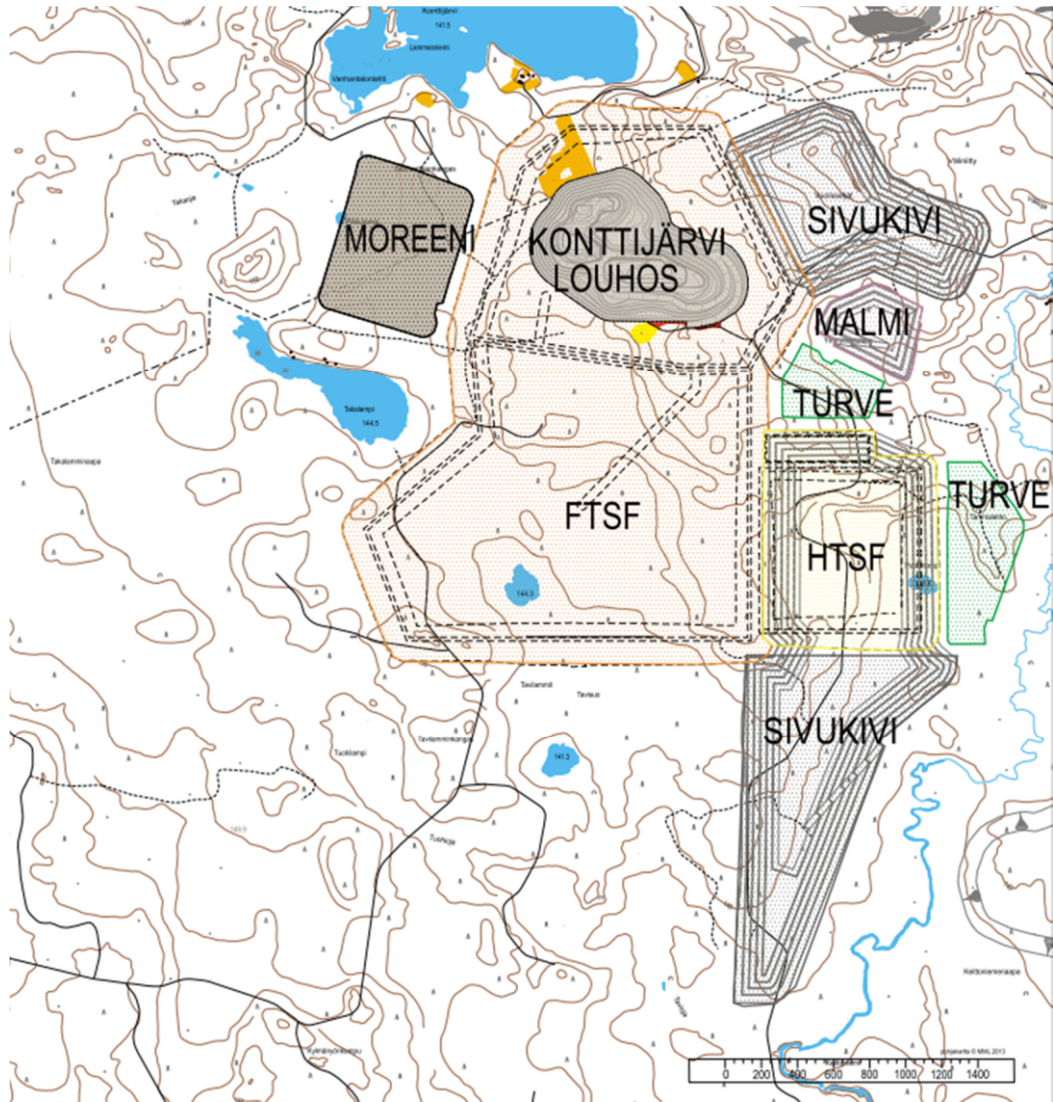
ABA-testin ja alkuainepitoisuuksien analyysin tuloksia on verrattu kaivannaisjäteese- tuksen 379/2008 ja sen muutoksen 717/2009 liitteessä 1 mainittuihin raja-arvoihin sekä valtioneuvoston asetuksessa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioin- nista (214/2007) annettuihin kynnysarvoihin.

Liukoisuustestin tuloksia ei voida suoraan verrata Suomessa yleisesti käytettyihin liukoisuuden raja-arvoihin, jotka on määritelty valtioneuvoston asetuksessa (202/2006) kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Suuntaa antavan vertailun perusteella testatun näytteen kuparipitoisuus ylittää pysyvän jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle määritellyn raja-arvon I. Nikkelipitoisuus ylittää selvästi myös tavanomaisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle määritellyn raja-arvon II, mutta alittaa ongelmajätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen raja-arvon III.

Hydrometallurginen jäännösakka varastoidaan erilliseen tiiviiseen hydrometallurgisen jäännöskan altaaseen.

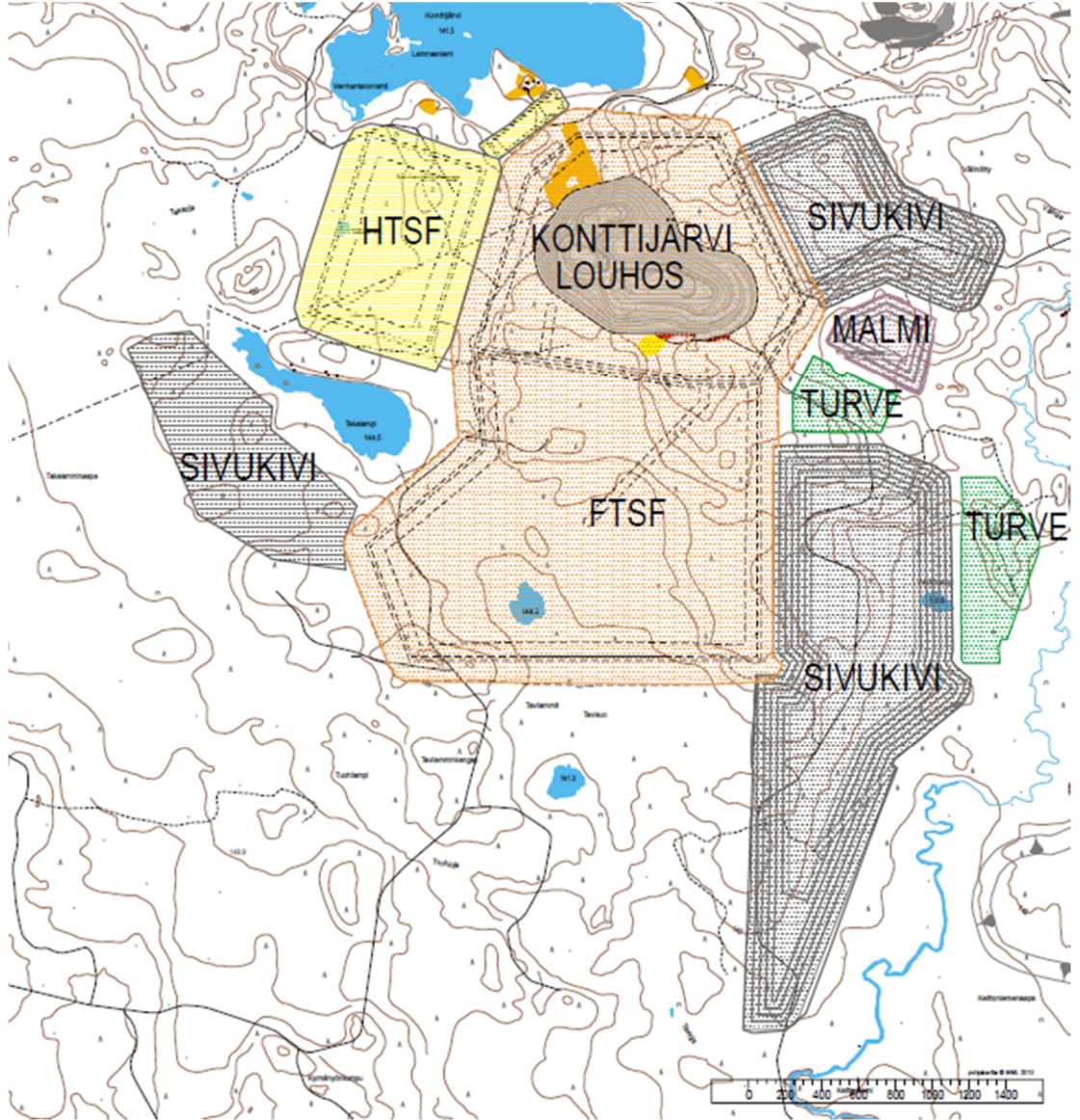
**3 HYDROMETALLISEN SAKAN SIOJITUSALUEEN VAIHTOEHDOT**

Hydrometallurgisen prosessin jäännösakka-allas on perusvaihtoehdossa (kuva 1) sijoitettu vaahdotuksen rikastushiekka-alueen itäreunalle Ruonajoen uoman tuntumaan. Sijoituspaikka on patomurtuman kannalta huono, koska altaassa oleva vesi ja liete pääsevät purkautumaan suoraan Ruonajoen uomaan ja edelleen nopeasti Simojokeen.



**Kuva 1, Hydrometallurgisen sakan sijoitusalue Ruonajoen tuntumassa, aluejärjestelyt (perusvaihtoehto)**

Vaihtoehtoisina sijoituspaikkoina on tarkasteltu altaan sijoittamista vaahdotuksen rikastushiekka-alueen sisälle, jossa se olisi kaksinkertaisten patojen sisällä tai ko. alueen länsipuolelle (kuva 2), josta nesteet ja lietteet purkautuisivat patosortumatilanteessa Konttijärveen. Konttijärven suuntaa pidetään patosortumatilanteessa ympäristöllisesti hyväksyttävämpänä kuin Ylijoen suuntaa, koska se on mm. puhdistettujen prosessivesien purkuuunta.



**Kuva 2, Hydrometallurgisen sakan sijoitus rikastushiekka-alueen länsipuolelle, aluejärjestelyt**

### **Sijoitus vaahdotuksen rikastushiekka-alueen sisälle**

Altaan sijoittaminen vaahdotuksen rikastushiekka-alueen sisälle on hylätty teknisesti ja taloudellisesti huonona ratkaisuna, koska altaan patojen korottaminen vaiheittain alavirtamenetelmällä ei ole tässä vaihtoehdossa käytännössä mahdollista. Toiminnallisista syistä padot jouduttaisiin tekemään vähintään yhtä korkeiksi kuin ympäröivän vaahdotuksen rikastushiekka-altaan padot ja altaan patorakenteet jouduttaisiin suunnittelemaan myös ulkopuolista vedenpainetta kestäväksi. Korkeiden ja tilavuuksiltaan suurten sisäkäisten patojen takia vaahdotuksen rikastushiekka-alueella jouduttaisiin myös merkittä-



västi laajentamaan. Nämä seikat nostaisivat altaan toteuttamis- ja käyttökustannuksia merkittävästi ja tiivistevuotojen riski tulisi kasvamaan monimutkaisen rakenteen ja hankalan toteutettavuuden takia.

### **Sijointu vaahdotuksen rikastushiekka-alueen länsipuolelle**

Altaan sijoittaminen vaahdotuksen rikastushiekka-alueen länsipuolelle ei muuta aluejärjestelyjä merkittävästi. Perusvaihtoehdossa rikastushiekka-alueen luoteispuolelle sijoitettu moreenin läjitysalue sijoitetaan tässä vaihtoehdossa koillispuolelle sivukiven läjitysalueen paikalle ja sivukivi HTSF alueen paikalle. Vaihtoehtoisesti moreenia voidaan sijoittaa Takalammen länsipuolelle ohjaamaan lieteveden ja sakan virtausta Konttijärven suuntaan altaan patomurtumatilanteessa.

Allas rajautuu itäreunaltaan Konttijärven louhosalueelle sijoittuvan vaahdotuksen rikastushiekka-altaan penkereeseen. Jälkiselkeytyksellä/ dekantointiallas sijoitetaan pääaltaan pohjoispuolelle Konttijärven ranta-alueen tuntumaan. Lietteen pumppausputket kierrätetään rikastushiekka-alueen pohjoispuolelta patokorotuksille varatun vyöhykkeen ulkopuolelta. Moreenit läjitetään vaahdotuksen rikastushiekka-alueen koillispuolelle ja sivukivet kaakkoiskulman alueelle. Altaan kokoa ja tilavuutta kasvatetaan portaittain toiminnan edetessä toimintavuosien 1-14 aikana. Pengerkorotukset ovat enimmillään noin 6 m.

Tässä vaihtoehdossa huonona puolena on sakan ja palautusveden pumppauslinjojen pituuden kasvaminen merkittävästi perusvaihtoehtoon verrattuna, mutta nostokorkeus ei juuri muutu.

## **4 POHJAN JA PADON RAKENNE**

Hydrometallurgisen jäännössakan altaan pohja- ja patorakenteet tullaan toteuttamaan mahdollisimman tiiviinä rakenteena. Sakan laatu edellyttää tiivisterakennetta, joka käsittää synteettisen tiivisteän sekä ns. mineraalisen tiivisteän suoja- ja aluskerroksineen.

Tiivisterakenteen alapuolinen altaan pohja tulee olemaan joko luonnontilaista kantavaa kitkamaata tai kitkamaatäyttöä, jolla korvataan altaan pohjan alueelta poistettuja turvekerroksia tai pehmeitä maakerroksia. Pohjan taso pyritään valitsemaan mahdollisuuksien mukaan sellaiseksi, että pohjavesi ei aiheuta vaikeuksia rakentamisen aikana tai tiivisteän ylös nousuriskiä altaan käyttöönottoaiheessa.

Altaan pohjan yleispiirteinen rakenne on pinnalta lukien seuraava:

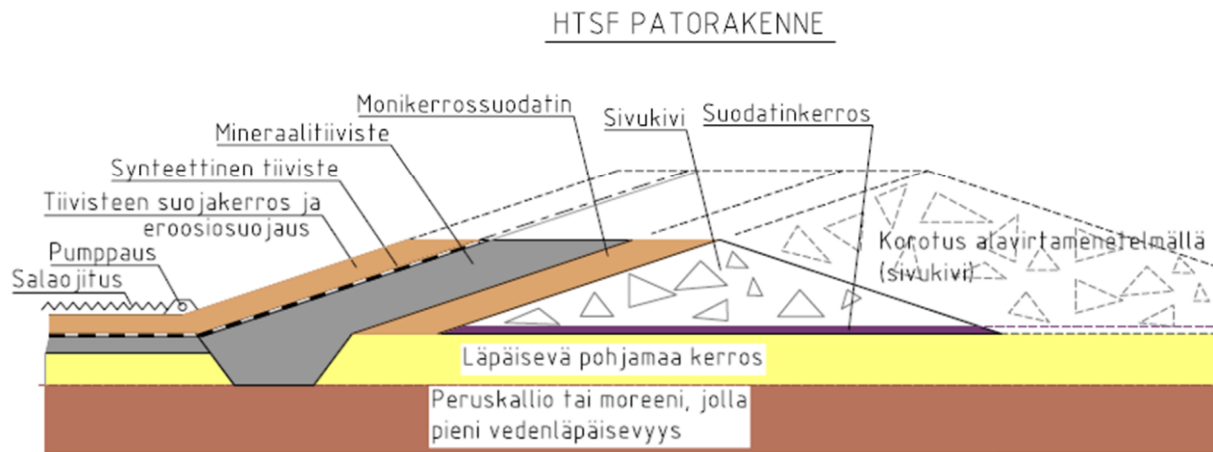
- Pohjan salaojituskerros vesipaineen poistamiseksi sekä painumien nopeuttamiseksi käytön päättymisen jälkeen
- Synteettisen tiivisteän suojakerros
- Synteettinen tiiviste (muovikalvo, bitumikerros yms.)
- Mineraalinen tiivisterakennus
- Pohjamaata tai kitkamaatäyttö

Pohjalla ei tarvita erillistä mineraalista tiivisterakennusta, mikäli pohja on luonnostaan riittävän pienen vedenläpäisevyyden omaavaa moreenia. Moreenista tehtävän mineraalisen tiivisteän vedenläpäisevyyttä voidaan tarvittaessa pienentää käyttämällä osana rakennetta bentoniittimattoa tai maa- bentoniittiseosta.

Altaan pohjan tiivistysrakenteen tulee antaa ympäristönsuojellisesti riittävä suojataso ja sen lopullinen valinta sekä toteutuksen yksityiskohdat tapahtuvat altaan toteutussuunnitteluvaiheessa.

Padon periaatteellinen rakenne on esitetty kuvassa 1 ja sen keskeisimmät osat ovat altaan puoleisen luiskan pinnasta lukien seuraavat:

- Luiskan eroosiosuojaus ja synteettisen tiivisteiden suojakerros
- Synteettinen tiiviste (muovikalvo, bitumikermi yms.)
- Synteettisen tiivisteiden suojakerros
- Mineraalinen tiivistekerros
- Mineraalisen tiivisteiden ja louhetukipenkereen välinen mineraalinen suodatinrakenne, joka muodostuu useammasta raekooltaan erilaisesta kerroksesta
- Louhetukipenger
- Louhetukipenkereen alapuolinen suodatinrakenne



**Kuva 3, HTSF altaan padon ja pohjarakenne, periaatekuva**

Synteettinen tiivisterakenne voidaan toteuttaa esimerkiksi muovikalvolla (paksuus tavallisesti 1.5 -2 mm) tai esim. bitumikalvolla, jollaista on käytetty joissakin Suomen kaivoskohteissa. Synteettinen tiivistekalvo on ehjänä täysin läpäisemätön ja lisäksi sen alapuolella käytetään mineraalista tiivistekerrosta vähentämään merkittävästi mahdollisten pienten reikien kautta tapahtuvaa vuotoa. Patoluiskan synteettinen tiivistekerros liitetään pohjan vastaavaan tiivistekerrokseen siten että rakenne on altaassa kauttaaltaan yhtenäinen.

Synteettisen tiivisteiden päälle tuleva suojakerros ja luiskan eroosiosuojaus voidaan jättää pois, mikäli läjitysjärjestelyt suunnitellaan siten, että tiiviste ei voi vaurioitua jään tai mekaanisen rasituksen yms. vaikutuksesta.

Mineraalinen tiivistekerros tehdään pienen vedenläpäisevyyden omaavasta luonnonmateriaalista (esim. hienoaainesmoreeni) tai maa bentoniittiseoksesta. Vaihtoehtoisesti mineraalisen tiivisterakenteen vedenläpäisevyyden pienentämiseen voidaan käyttää bentoniittimattoa.

Mineraalisen tiivistekerroksen alapuolinen padon tukipenger rakennetaan sivukivistä ja tukipengertä korotetaan ns. alavirtamenetelmällä.

Louhepenkereen ja mineraalisen tiivisterakenteen väliin rakennetaan suodatinkerros, joka estää mineraalisen tiivistekerroksen huuhtoutumisen louheeseen (sisäinen eroosio) ja siitä aiheutuvan hallitsemattoman patovuodon, mikäli synteettinen tiiviste vuotaa tai rikkoontuu. Suodatinrakenne muodostuu useammasta rakeisuudeltaan erilaisesta kerroksesta, joiden tilalla voidaan joiltain osin käyttää sopivaa suodatinkangasta. Huolellisesti suunniteltu ja rakennettu suodatin on keskeisin elementti sisäisestä eroosiosta johtuvan patosortuman tai hallitsemattoman patovuodon eliminoimisessa.

Padon alle mahdollisesti jätettävät jäävät lajittuneet ja hyvin vettä johtavat maakerrokset katkaistaan ulottamalla mineraalinen tiivisterakenne kallioon tai kalliota peittävään huonosti vettä läpäisevään tiiviiseen moreeniin. Tällä ns. katkaisuseinällä pienennetään padon alitse hyvin vettä johtavaa maakerrosta pitkin ulos suotaantuvaa vesimäärää patopohjan tiivisteiden vuotaessa.

Allaspadot suunnitellaan lopullisesti vasta lupahakemusvaiheessa voimassa olevien patoturvallisuusohjeiden mukaisesti yleisiä suunnitteluperiaatteita noudattaen. Peruslähtökohtana suunnittelussa pitää olla kokonaisratkaisun toimiminen ympäristön kannalta turvallisesti myös synteettisen tiivisteiden vaurioitumistilanteessa tai tilanteessa, jossa synteettistä tiivistettä ei olisi lainkaan.

Toimivuuden kannalta tärkeän synteettisen tiivisteiden ehyenä pysyminen asennuksen jälkeen ennen käyttöönottoa on tarkistettava käytännössä hyväksi koetulla vuodonilmaisuja paikantamismenetelmällä. Teknisiä järjestelyjä toiminnan aikana syntyvien vuotojen selvittämiseksi ja paikantamiseksi harkitaan jatkosuunnittelun aikana erikseen.

Oulussa 14.10.2013

Pöyry Finland Oy



Jari Lassila

dipl.ins.