
HAPPAMAT SULFAATTIMAAT

**LIMINGAN KUNTA
KOTIRANNAN KADUT**

TYÖNUMERO: 23701476

LIITE 2

30.11.2021

**SWECO INFRA & RAIL OY
OULU**

Sisältö

1	KOHTEEN ESITTELY JA TUTKIMUKSET	1
2	YLEISTÄ.....	1
2.1	Tunnistaminen	1
3	KAIVUUTÖIDEN SUORITTAMINEN JA MASSOJEN KÄSITTELY	2
4	KAIVANTOVESIEN TARKKAILU JA KÄSITTELY (URAKOITSIJAN TEHTÄVÄT).....	4
5	VESISTÖJEN SEURANTA (TILAAJAN TEHTÄVÄT)	7

1 KOHTEEN ESITTELY JA TUTKIMUKSET

Kotirannan alue sijaitsee Limingan keskustaajaman koillispuolella Temmesjoen välittömässä läheisyydessä rajautuen etelästä Kirkkokarin asuinalueeseen. Kotirannan alueelle tehtyjen pohjatutkimusten ja otettujen näytteiden perusteella alueella esiintyy potentiaalinen hapan sulfaattimaakerros. Maanäytteiden rikkipitoisuuksien mukaan maan happamoitumispotentiaali on kohtalainen ja NAG ja NAHG-pH -mittauksen mukaan maa tuottaa kohtalaisesti happoa. Myös inkubaatio-pH:n alustavan tulokset ovat osoittaneet, että syvemmältä otetut näytteet sisältävät sulfidia.

Pelkistyneessä tilassa oleva musta sulfidisavi alkaa arviolta 1,5 metrin syvyydeltä nykyisestä maanpinnasta. Happamia sulfaattimaita on arvioitu olevan Kotirannan urakka-alueella noin 2200 m³.

2 YLEISTÄ

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan luontaisesti esiintyviä rikkipitoisia sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen (ilman vaikutuksen) seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin.

Happamat sulfaattimaat aiheuttavat happamia vesistö päästöjä usein viiveellä. Jos hapan sulfaattimaa pääsee kuivumaan ja hapettumaan, silloin muodostuu maa-aineksessa rikkihappoa, joka voi lähteä liikkeelle kaivamisen jälkeen tapahtuvien runsaiden sateiden tai lumien sulamisvesien mukana. Tällöin se aiheuttaa ympäristössä happamuuden lisääntymistä ja happamat sulfaattimaat voivat aiheuttaa haitallisia ympäristövaikutuksia erityisesti vesistöissä, kuten tässä tapauksessa Temmesjoessa. Haittavaikutuksia voivat olla esimerkiksi kalojen ja pohjaeliöstön kuoleminen. Lisäksi happamilla vesillä on vaikutuksia oijen kasvillisuuteen sekä esimerkiksi syövyttävä vaikutus infrarakenteisiin kuten rumpuihin.

2.1 Tunnistaminen

Happamien sulfaattimaiden riskialueilla tulee kaivuutöiden yhteydessä seurata asiaa erityisen tarkasti. Happamia sulfaattimaita voi olla haastavaa tunnistaa maastossa, mutta **savi- ja silttimaiden tumma väri, raidallisuus, oranssit juovat ja paha haju ovat happamien sulfaattimaiden tunnuspiirteitä.** Myös **maa-aineksen värin muuttuminen kaivutöiden tai läjityksen yhteydessä** on merkki reaktioiden tapahtumisesta maa-aineksessa. **Urakoitsijan tulee seurata kaivumaita ja ilmoittaa mahdollisista happamista sulfaattimaahavainnoistaan työnjohdolle ja tilaajalle.** Happamat sulfaattimaat sekä kaivantovedet tulee käsitellä ohjeiden mukaisesti ja kaivumaat toimittaa tilaajan osoittamaan paikkaan.

Epäilyttävistä maa-aineksista tulee tehdä laboratorioanalyysit (pH, kokonais-rikkipitoisuus ja NAG-pH), jotta varmistetaan massojen laatu. Näytteenoton suositellaan toteuttavan asiaan perehtynyt kokenut näytteenottaja.

Erityyppisistä happamista sulfaattimaista hapettomissa olosuhteissa löytyy tietoa ja kuvia esim. Liitteestä 1 sekä ”Opas happamien sulfaattimaiden kartoitukseen turve-tuotanto-aleilla, SYKE 2018”.

3 KAIVUUTÖIDEN SUORITTAMINEN JA MASSOJEN KÄSITTELY

Kaivutöiden happamia sulfaattimaita ei saa säilyttää ulkoilmassa pidempijaksoisesti, vaan ne tulee toimittaa ensisijaisesti tilaajan osoittamiin käsittely- ja läjityspaikkoihin, jotka sijaitsevat Kotirannassa tai vaihtoehtoisesti urakka-alueen ulkopuolella 10 kilometrin säteellä.

Mikäli happamia sulfaattimaita joudutaan varastoimaan työmaalla yli yhden työviikon ajan, tulee ne peittää. Peittokerroksen tulee olla vähintään 0,2 m paksuinen, heikosti vettä läpäisevää maa-ainesta, kuten savea, silttiä, hienoainesmoreenia tai turvetta. Peittämisellä vähennetään maa-aineksen hapettumista ja sitä, että mahdollinen sadevesi ei pääse huuhtomaan hapettunutta pintakerrosta. Happamat sulfaattimaat voidaan läjittää saman työviikon aikana takaisin vastaavaan kaivantoon, josta ne on poistettu.

Kaivannot, joista on poistettu happamia sulfaattimaita tai niiden ympäristöön on jäänyt happamia sulfaattimaita, tulee olla mahdollisimman pienalaisia ja allasmaisia eli vettä ei pääse purkautumaan esim. avoimia putkikaivantoja pitkin alueelta pois. Kaivannot tulisi pystyä täyttämään alle viikon kuluessa niiden auki kaivuusta. Mikäli kaivantoja joudutaan pitämään avoinna pidempi aikaisesti ilman, että niissä työskennellään, voidaan antaa pohjaveden nousta omalle tasolleen kaivannossa estäen ympäröivien maakerrosten hapettuminen.

Rakentamisessa syntyvä leikattava maa-aines kuljetetaan mieluiten suoraan läjityspaikalle ilman välivarastointia. Massojen läjityksessä kaivumaat neutraloidaan happaman valunnan muodostumisen ehkäisemiseksi. Loppusijoitusalueen pohjalle levitetään suojakalkikerros 10 kg/m² ennen läjityksen aloittamista. Tarvittava kalkitusmäärä riippuu siitä, millä tavalla happamat sulfaattimaat peitetään loppusijoituskohteella.

Jos peitekerroksena on pelkkä kasvukerros, tällöin käytetään kalkitusmääränä 70 kg kalkkia/tonni maata. Jos taas peitekerros vähintään 0,5metrin paksuinen moreeni- tai savi-kerros, jonka päälle tulee kasvukerros, tällöin kalkitusmäärä 30 kg kalkkia/tonni maata

Massoja voidaan peittää tarvittaessa vaiheittain, jos läjitettävä massamäärä on suuri ja läjittäminen on pitkäkestoista. Loppusijoitusalueen peittäminen tulisi toteuttaa kuitenkin

vähintään 2 kuukauden kuluessa läjittämisestä. Kalkitusmäärät voi muuntaa yksikköön kg kalkkia/m³ maa-ainesta kertomalla määrät maaperän irtotiheydellä (t/m³).

Periaatteet happamien sulfaattimaiden läjittämisestä kasalle peitettyinä on esitetty kuvassa 3. Massojen neutralointi voidaan toteuttaa usealla eri tavalla riippuen siitä, kuinka pehmeää ja kosteaa se on, esimerkiksi:

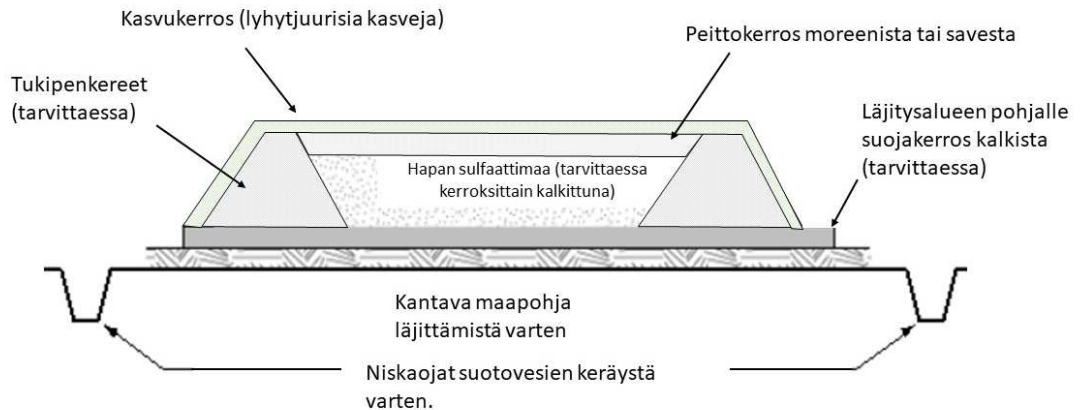
- A) Läjittämällä ja kalkitseamalla maa-aines kerroksittain, jos läjitettävä massa ei ole liian märkää. Tässä tapauksessa läjitysalueen pohjalle (esimerkiksi luiskat tai täytöt) levitetään suojakerrokseksi 10 kg kalkkia/m². Tämän jälkeen maa-aines levitetään enintään 0,5m kerroksina ja kerroksen väliin ja pintaan levitetään tarvittava kalkkimäärä:

$$\text{Kalkkimäärä (kg kalkkia/m}^2\text{)} = \text{kerrospaksuus (m)} \times \text{kokonaiskalkkimäärä (kg kalkkia / m}^3\text{)}$$

Esimerkiksi, tarvittava kalkkimäärä on 45 kg kalkkia / m³. Puolen metrin kerrospaksuudella kerrosten väliin ja pintaan lisättävä kalkkimäärä on 0,5m x 45 kg kalkkia / m³ = 22,5 kg kalkkia / m²

- B) Jos kaivettava hapan sulfaattimaa on hyvin vetistä ja pehmeää voidaan massat läjittää erilliseen reunapenkereellä reunustettuun altaaseen. Tässä tapauksessa kalkitusaine lisätään jokaiseen kuormaan lastaamisen yhteydessä. Esimerkiksi, jos tarvittava kalkitusmäärä on 45 kg kalkkia/m³ maa-ainesta, 10 m³ kuormaan lisätään n. 450 kg kalkkia.
- C) Sekoittamalla kalkitusaine poiskaivettuun ja läjitettyyn maa-ainekseen soveltuvan asemasekoittimen avulla. Jos käsiteltävä massamäärä on pieni, voidaan käyttää myös esimerkiksi seulamurskainkautia. Tällöin kasalle tai aumalle läjitetyn maa-aineksen päälle levitetään tarvittava määrä kalkkia (arvioidaan kuutiomäärä auman koosta), jonka jälkeen se käsitellään läpikotaisin seulakauhalla, jolloin kalkki levittyy maa-ainekseen tasaisesti.

Happamien sulfaattimaiden neutralointiin on suositeltavaa käyttää pääosin kalsiittipohjaisia kalkkituotteita, joka soveltuu tähän tarkoitukseen (esim. tuotteistettu kalkkimateriaali tai kaupallinen kalkkituote). Tyypillisesti neutralointiin käytetään hienojakoista tai rakeistettua kalsiittia (CaCO₃), joka liukenee hitaasti. Kalkitustuotteen neutraloiva kyky tulee olla vähintään 30 Ca-%. Hitaan liukoisuuden vuoksi sen neutralointivaikutus on yleensä pitkä. Neutraloinnissa käytettävän aineen raekoko tulisi olla pääosin alle 0,5 mm, jotta reagoivaa pinta-alaa on mahdollisimman paljon ja neutralointi on mahdollisimman tehokasta.



Kuva 1. Tyypin kuva happamien sulfaattimaiden läjittämisestä.

4 KAIVANTOVESIEN TARKKAILU JA KÄSITTELY (URAKOITSIJAN TEHTÄVÄT)

Mikäli massanvaihtojen yhteydessä on tarve pumpata kaivannoista kuivatusvesiä pois, tulee kaivantovesien happamuutta seurata ja tarvittaessa neutraloida niitä oheisen ohjeituksen mukaisesti ennen purkua Temmesjokeen. Kaivantovesien pH tulee olla välillä 6...9 ennen purkamista Temmesjokeen.

Kaivuutöiden ulottuessa happamiin sulfaattimaakerrokseen, tulee kaivantojen kuivatusvesien laatua tarkkailla kerran päivässä mittaamalla kaivantovesien pH esimerkiksi kenttämittarilla. Mikäli kaivantovesien pH on välillä 6...9, voidaan ne laskea Temmesjokeen. Mikäli pH on alle 6, tulee kaivantovedet neutraloida siten, että pH nousee tasolle 6...9.

Kaivantovesien happamuuden säätö on suositeltavaa suunnitella etukäteen. Hapan valunta voi muodostua hyvin nopeasti, mikäli sadevedet pääsevät huuhtelevaan hapettunutta maa-ainesta.

Neutralointilaitteistona voidaan käyttää urakoitsijan oma tekemää tai valmiiksi valmistettua neutralointikaivoa.

Nordkalk Oy on kehittänyt yhteistyössä Parkanon muovituotteen kanssa erityisen neutralointikaivon, jossa käytetään Filtra G -kalkkituotetta. Neutralointimateriaalina suositellaan käyttämään Filtra G -tuotetta, joka on granulointua sammutettua kalkkia ja siten voimakas emäs. Kaivon toimintaperiaate on seuraavanlainen:

- kaivon johdetaan pumpaamalla vettä kaivon alareunasta
- kaivannosta johdetaan vain osa vesistä (arvio n. 20 %)
- kaivossa on Filtra G -rakeita

- virtauksen voimasta vesi ja rakeet alkavat liikkua kaivossa
- kaivon yläreunassa on poistoputki, josta vettä poistuu
- vesi johdetaan tasausaltaaseen, johon johdetaan suoraan myös muu osa pois pumpattavasta vedestä
- veden seistystä tasausaltaassa se johdetaan vesistöön
- Filtra G kuluu neutraloinnissa, joten sitä tulee lisätä vähin erin päivittäin siten, että rakeet liikkuvat veden virtauksen mukana eivätkä keräänny reunoille tai pohjaan. Vaihtoehtoisesti lisääminen voidaan toteuttaa automaattisella annostelulaitteistolla.

Filtra G on sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia $\text{Ca}(\text{OH})_2$, joka on voimakas emäs ja sen käyttöturvallisuustiedote tulee sisäistää ennen käyttöönottoa. Filtra G nostaa käsiteltävän veden pH:n välittömästi yli kymmenen tai jopa kahteentoista. Tällainen vesi on vastaanottaville luonnonvesille liian emäksistä, joten siksi vesi tasataan neutralointikaivon ohi tasausaltaaseen pumpattavan veden kanssa ja pH mitataan tasausaltaan purkusuulta vielä ennen vesistöön purkamista.

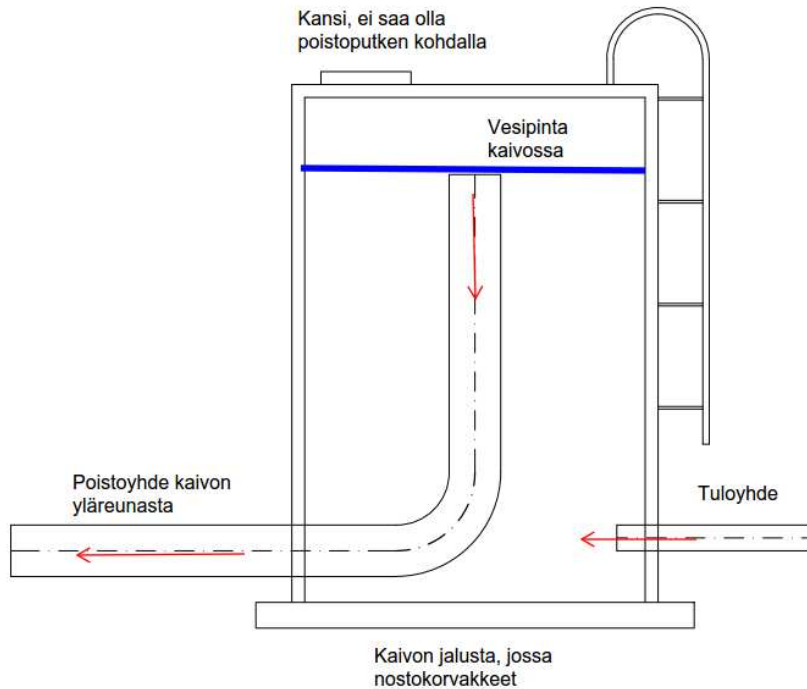
Neutralointimateriaalia kuluu veden virtauksen ja kemiallisten prosessien myötä, joten sitä on lisättävä tarpeen mukaan. Annostelu olisi hyvä olla niin tiheää, jotta kaivosta lähtevän veden pH pysyy riittävällä tasolla (yli 10). Annostelu ei saa olla kuitenkaan ylimitoitettua ja sen on tapahduttava niin pienissä annoksissa, että kaivon virtaus pystyy pitämään materiaalin liikkeessä ja se todella kuluu neutralointiin eikä lähde virtauksen mukana tasausaltaaseen. Jos rakeita on liikaa, ne voivat sakkaantua kaivon pohjalle. Rakeita on hyvä lisätä pieninä määrinä (esim. kourallinen/lapiollinen) joka aamu tai tarpeen mukaan.

Metallisakkaa voi syntyä paljonkin, jonka takia sakalle on hyvä olla laskeutumistilaa välittömästi neutralointirakenteen jälkeen laskeutusaltaassa. Metallisakkaa muodostuu myös neutralointirakenteessa neutralointimateriaalin pinnalle. Sakka tukkii rakenteita ja pinnoittaa neutralointimateriaalia aiheuttaen padottumista sekä estäen neutralointimateriaalin kontaktin käsiteltävän veden kanssa heikentäen neutraloinnin tehoa. Järjestelmä vaatii siis toimivuuden seurantaa ja tarpeen mukaan sakan poistoa ja kalkkimateriaalin vaihtoa. Sakka voidaan tarvittaessa ruopata laskeutusaltaasta neutraloinnin aikana. Sakka poistetaan altaasta neutraloinnin loputtua. Sakasta tehdään analyysit kokonaismetallien ja liukoisten metallien osalta ja sakan kemiallisten ominaisuuksien perusteella sakka sijoitetaan joko tavanomaisen jätteen kaatopaikalle, pysyvän jätteen kaatopaikalle, ongelmajätteen kaatopaikalle tai termiseen käsittelyyn.

Laskeutusaltaan koko tulee olla vähintään 50 m^3 . Jotta sakka saadaan laskeutettua, tulee veden virtausnopeuden laskea riittävän alhaiseksi (yleensä alle 1 cm/s). Tämä saadaan toteutettua pitkän mallisella altaalla, jonka syvyys on n. $0,5 \text{ m}$. Altaan pituuden olisi hyvä olla 25 m ja leveys 4 m . Laskeutusallasta on mahdollista suurentaa työn aikana tarpeen mukaan tai ottaa käyttöön useampi allas ja useampi neutralointikaivo.

Altaan luiskat tulee olla riittävän loivat, jotta ne eivät ne sorru altaaseen. Laskeutusaltaan pohjaan on hyvä tehdä vähemmän vettä läpäisevä kerros esimerkiksi moreenista tai savenesta. Kerroksen paksuus 300 mm hyvin tiivistettynä.

Alustavasti mikäli varaudutaan esim. 20 % osuuden käsittelyyn (oletuksena on, että kaivannoista pumpataan n. 20 l/s), arvioimme kaivon tarvittavaksi kooksi noin 1-2 m³. Esi-



merkiksi säiliön halkaisijalla 0,4 m säiliön korkeudeksi tulisi noin 1 metriä. Koska säiliö jää maanpäälliseksi ratkaisuksi, emme suosittele tätä korkeampaa säiliötä käytettävyyden heikkenemisen vuoksi. Säiliötä hankittaessa tulee huomioida mm. seuraavat asiat:

- Tarvittava säiliön jalusta (teräs tai muovi), säiliön ankkurointi tukevasti jalustaan.
- Säiliö / jalusta tulee varustaa tarvittavilla nostokorvakkeilla tms., jotta säiliö on tarpeen mukaan siirrettävissä.
- Tuloyhteen (esim. DN 63) sijoitus tangentiaalisesti säiliön alaosaan
- Ylivuotoputki (esim. DN100) lähtökorkeus esim. 300 mm säiliön yläreunasta alaspäin. Sijoitus säiliön keskelle.
- Säiliöön kansi, jossa luukku (ei keskeisesti, jotta ylivuotoputkeen ei tipu kalkkia) kalkin lisäämistä varten. Yksi luukku riittää, koska tangentiaalinen virtaama tasoittaa kalkin säiliöön.
- Tikkaat ja tarvittaessa kaiteet säiliön päälle.
- Säiliön rakenteellinen kestävyys mitoitettava sen mukaan, että säiliö voi olla täynnä vettä.

Mikäli neutralointikaivo osoittautuu riittämättömäksi suuren vesimäärän vuoksi, tulee kaivoja olla useampi tai vaihtoehtoisesti käyttää suurempaa neutralointisäiliötä.

Massojen kuljetus sijoitukseen	Maanlajitys Kotirannassa, kuljetusmatka max 10 km	2200	m ³
Massojen kalkitus	Massat läjitetään tilaajan osoittamaan paikkaan, kalsiittipohjainen kalkkituote	95	tonnia

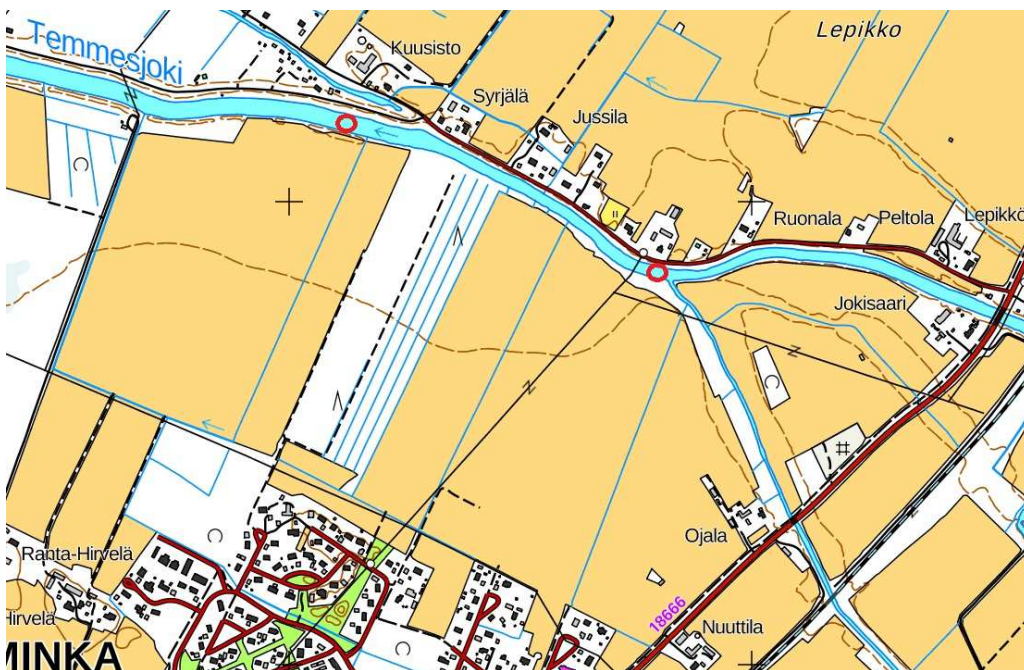
Maanläjitysalueen peittokerros	Massat läjitetään tilaajan osoittamaan paikkaan		
Kaivantovesien neutralointi	Sisältää pH-mittauksen työmaalla, neutralointikaivon, kalkkirakeet, lasutusaltaan ja mahdollisen sakan käsittelyn	1	kpl

5 VESISTÖJEN SEURANTA (TILAAJAN TEHTÄVÄT)

Kotirannan urakka-alueen sisäisiä ojavesiä seurataan koko rakennusurakan ajan sekä sen jälkeen säännöllisesti. Oja- ja allasvesien työmaa-aikainen seuranta sekä jälkiseuranta ovat tilaajan vastuulla.

Vastaanottavista vesistöistä otetaan näytteet 3 kertaa vuodessa noin 4 kuukauden välein (toukokuussa, heinä-elokuussa ja lokakuussa). Lisäksi on hyvä varautua ottamaan näyte myös kesäaikaan rankkasadetilanteen tai muun pidempikestoisen sadejakson aikana. Mikäli maatyöt aloitetaan talviaikaan (talvi 2022), tulee näytteenotto aloittaa ennen töiden aloitusta talvella kairaa apuna käyttäen. Näytteenotto päättyy vuoden 2024 syksyllä.

Rakennustyömaan läheisyydessä olevasta Temmesjoesta vesinäytteet tulee ottaa työkohteen yläpuolelta ja alapuolelta. Vesinäytteet otetaan 0,5-1,0 m syvyydestä virtaavasta vedestä. Näytteenottopisteet on esitetty kuvassa 5.



Kuva 3: Temmesjoen näytteenottopaikat.

Happamien sulfaattimaiden pintavalunta- ja suotovesiä tulee tarkkailla kolme kertaa vuodessa edellä mainitulla tavalla Temmesjoesta läheltä maanlajityspaikkaa. Mikäli maita kuljetetaan muualle käsiteltäväksi ja läjitettäväksi, tulee niiden lähivesistöjä tarkkailla ja ottaa näytteet vastaavalla tavalla kuin Temmesjoesta, eli läjitysalueen ylä- ja alajuoksulta kolme kertaa vuodessa.

Näytestä ja sen lähiympäristöstä tulee ottaa valokuvat näyteenottohetkillä. Näytteet toimitetaan viileässä ja pimeässä säilyttäen mahdollisimman nopeasti laboratorioon analysoitavaksi. Näytekupit tulee varata alla esitettyjen analyysien mukaisesti.

Vesinäytteestä tehdään seuraavat analyysit:

- sähkönjohtavuus (mS/m)
- pH
- kiintoainepitoisuus (mg/l)
- alkaliniteetti (nmol/l)
- COD mn (mg/l)
- sulfaattipitoisuus (mg/l)
- kokonaisrikkipitoisuus (mg/l)

Vesinäytteiden tulokset lähetetään vuosiraportteina jokaisen vuoden joulukuun loppuun mennessä seuraaville tahoille: Limingan kunta (yhdyskuntatekniikka), Limingan kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (Y-vastuualue). Mahdolliset muun maanlajitysalueen vesistö tarkkailutulokset lähetetään lisäksi kahden (2) viikon kuluttua niiden valmistumisesta edellä mainituille tahoille.

Oulu, 30. marraskuuta 2021

Sweco Infra & Rail Oy