



YARA Siilinjärvi, TULE-projekti

Alustava patojen vahingonvaara-arvio

Asiakas: Yara Suomi Oy

Projektinnumero: 101020774-001

Dokumenttinumero: 101020774-T01



Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101020774-001

Kannen kuva: © AFRY

Sisältää Maanmittauslaitoksen avoimia kartta-aineistoja.

Päivämäärä 6.5.2024

Yara Suomi Oy

TULE -projekti

Alustava patojen vahingonvaara-arvio



Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	Arvio patojen vahingonvaarasta	4
2.1	Rikastushiekka-altaan laajennusalueet	4
2.1.1	Eteläosan läjityksen vaikutukset	5
2.1.2	Laajennusvaihtoehto luode.....	7
2.1.3	Laajennusvaihtoehto itä.....	8
2.2	Saarisenjärven pato	10
2.3	Alustava esitys patoluokista	11
3	Tarkkailu ja instrumentointi.....	11

Liitteet

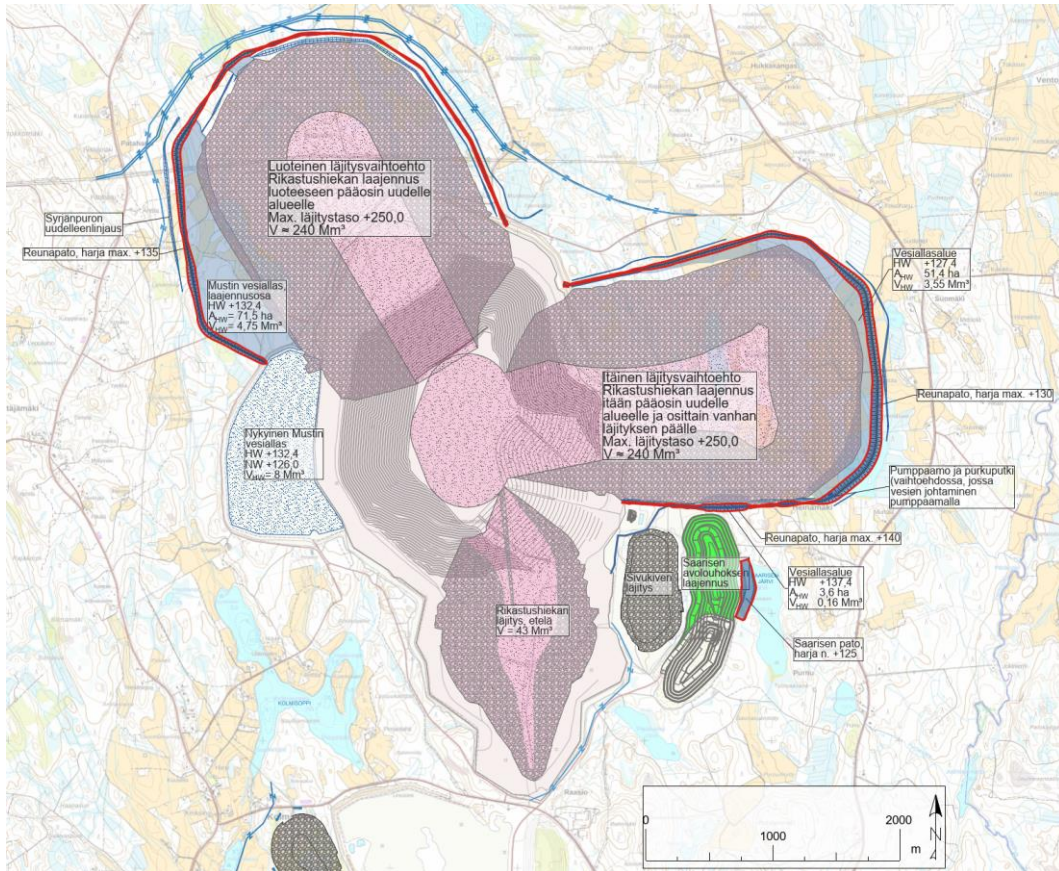
Liite nro	Kuvaus
Liite 1	Mustin rikastushiekka-altaan ja vesialtaan vahingonvaaraselvitys. AFRY Finland Oy 2020

1 Johdanto

Tässä dokumentissa kuvataan Yara Suomi Oy:n Siilinjärven kaivoksen TULE-projektiin liittyvien patojen alustava vahingonvaara-arvio ympäristövaikutusten arviointia (YVA) varten. TULE-projektiin liittyen rikastushiekka-aluetta on tarpeen laajentaa ja nykyistä Saarisen avolouhosta laajennetaan pohjoiseen Saarisenjärven vesialueelle, jolloin järven poikki rakennetaan pato louhoksen jatkeen avaamiseksi.

Tässä alustavassa vahingonvaara-arviossa on käytetty Yaran kaivosalueella käytössä olevaa korkeusjärjestelmää, jonka korkeustasot vastaavat likimain korkeusjärjestelmää N2000 vähennettynä 90 mm ($+0,00_{Yara} = +0,09_{N2000}$). Määritetyt korkeustasot eli vesipinnat, patojen harjakorkeudet ja läjitystasot ovat alustavia ja tarkennetaan jatkosuunnittelun aikana.

Rikastushiekka-altaan laajennuksen vaihtoehdot ovat läjitys nykyisen Mustin rikastushiekan luoteis- (YVA vaihtoehdot 1 ja 3) tai itäpuolelle (YVA vaihtoehdot 2 ja 4). Nykyisen läjitysalueen on suunniteltu riittävän vuoteen 2038 saakka korkeimman tason ollessa +230. Molemmissa laajennusvaihtoehdoissa läjitys jatkuu nykyisen läjitysalueen laelta tasolle +250 eli taso on 20 metriä nykyistä ylempänä. TULE-projektiin liittyvät padot on esitetty kartalla kuvassa 1-1.



Kuva 1-1. TULE-projektiin rikastushiekan läjitykseen liittyvien patojen vaihtoehdot ja Saarisen pato kartalla korostettuna.

2 Arvio patojen vahingonvaarasta

AFRY Finland Oy on laatinut Mustin rikastushiekka-altaalle, sekä siihen kiinteästi liittyvälle altaalle (Mustin vesiallas) vahingonvaaraselvityksen 4.12.2020. Selvitys liitteineen on tämän raportin liitteenä 1. Selvityksessä on tarkasteltu vapaan veden tulva-aallon, sekä rikastushiekan leviämistä ja niistä aiheutuvaa vahingonvaaraa. Tämä alustava arvio patojen vahingonvaarasta pohjautuu rikastushiekka-alueen patojen osalta em. selvitykseen. Saarisenjärven pato on kokonaan uusi.

Vapaan veden tulva-aallon tai rikastushiekan leviämistä ei ole tarkasteltu laskelmilla. Pahimmat leviämissuunnat on arvioitu ja esitetty karttatarkasteluna. Viimeistään ennen toteutusta valitulle vaihtoehdolle laaditaan 2020 vahingonvaaraselvityksen tasoinen selvitys.

2.1 Rikastushiekka-altaan laajennusalueet

Rikastushiekka-aluetta on suunniteltu laajennettavan joko luoteeseen (YVA-vaihtoehdot 1 ja 3) tai itään (YVA-vaihtoehdot 2 ja 4). Molemmissa

vaihtoehtoissa läjitystä tehdään myös maisemoidulle Mustin rikastushiekka-altaan eteläosalle. Eteläosalle saavutettava läjitystilavuus on noin 43 Mm³ ja luoteen tai idän noin 240 Mm³.

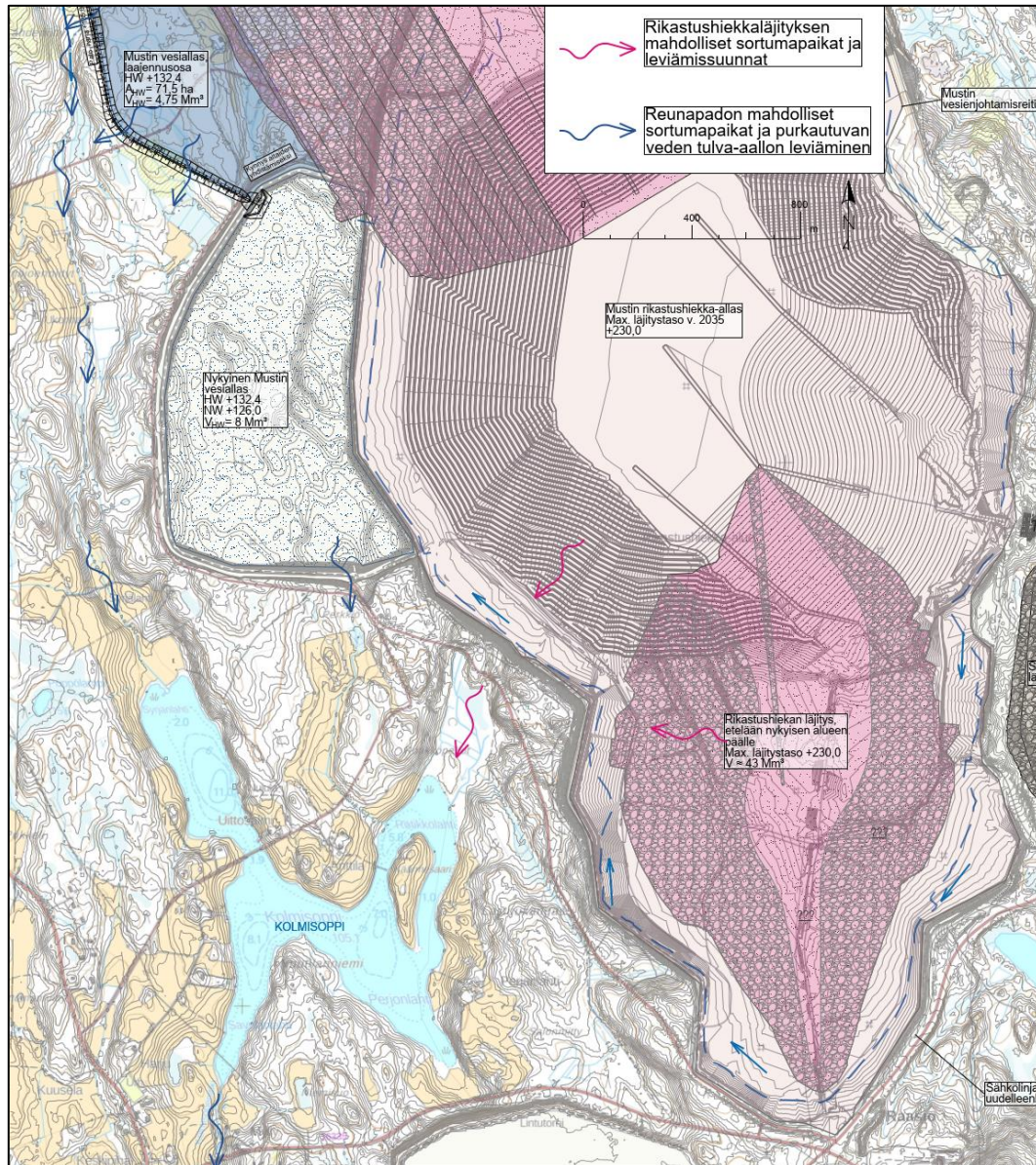
Tavoitetila molemmissa vaihtoehtoissa on vesien johtaminen itäpuolelta länteen Mustin vesiallasta kohti. Luoteisessa läjitysvaihtoehdossa vesien johtaminen tapahtuu painovoimaisesti laajennusalueen pohjoisosassa vettä pidättävän reunapadon ja rikastushiekkaa pidättävien tukipenkereiden välissä. Itäisessä läjitysvaihtoehdossa vesien johtaminen Mustin vesialtaaseen perustuu pump-paukseen, mutta pääosan matkasta vedet johdetaan painovoimaisesti nykyisen reunapadon ja eteläosan läjityksen välissä.

Rikastushiekan laajennusvaihtoehtoista patoturvallisuuden kannalta vaarallisempi on lähtökohtaisesti itäinen läjitys, jossa vesistöpadolla on maksimissaan noin 16,5 m painekorkeus, kun luoteisläjityksessä vesistöpadolla on maksimissaan noin 10 m painekorkeus.

2.1.1 Eteläosan läjityksen vaikutukset

Molemmissa laajennusvaihtoehtoissa (luode ja itä) läjitys aloitetaan nykyisen Mustin alueen eteläosaan, jonne saavutettava läjitystilavuus on noin 43 Mm³. Eteläosan läjitysalue on esitetty kuvassa 2-1. Mahdollinen murtumapaikka on länsiosasta läjitystä, jossa läjitys on korkeimmillaan ja leviäminen tapahtuisi Kolmisopen suuntaan. Tilanne on hyvin samankaltainen, kuin 2020 vahingonvaaraselvityksessä (liite 1) esitetty sortuminen etelään vuoden 2035 loppuun suunnitellussa läjityksessä. Vahingonvaaraselvityksessä rikastushiekan purkautuvan määrän on arvioitu olevan 8 Mm³ ja leviämisen on arvioitu pysähtyvän Kolmisoppeen.

Eteläosan läjityksellä ei ole vaikutusta Mustin vesialtaaseen, jonka vaarallisin murtumapaikka on altaan eteläosasta (Kuva 2-1). Myöskään itään suuntautuvalla läjityksen laajennusvaihtoehdolla ei ole vaikutusta Mustin vesialtaaseen, koska allas säilyy täysin nykytilaisena.



Kuva 2-1. Eteläosan rikastushiekkaläjityksen ja Mustin vesialtaan mahdolliset patomurtumapaikat ja leviämisreitit.

Luoteeseen suuntautuvalla läjitysvaihtoehdolla on vaikutusta Mustin vesialtaan patoturvallisuuteen, ks. tarkemmin kappale 2.1.2.

Molemmissa laajennusvaihtoehdoissa, sekä nykyisen alueen eteläosan korotuksessa rikastushiekan leviämisestä on huomattavia pitkäaikaisia vaikutuksia lähialueen ympäristöön, sekä vähintään väliaikaisia vaikutuksia vesistöalueille. Leviäminen ei välttämättä ulotu asuinrakennuksiin tai muihin rakennuksiin, missä ihmisiä voi oleskella pysyvästi.

Reunapadon murtumatapauksessa aiheutuu pahimmissa tapauksissa (sijainnista riippuen) huomattava tulva-aalto padon alapuolelle. Tulva-aallon

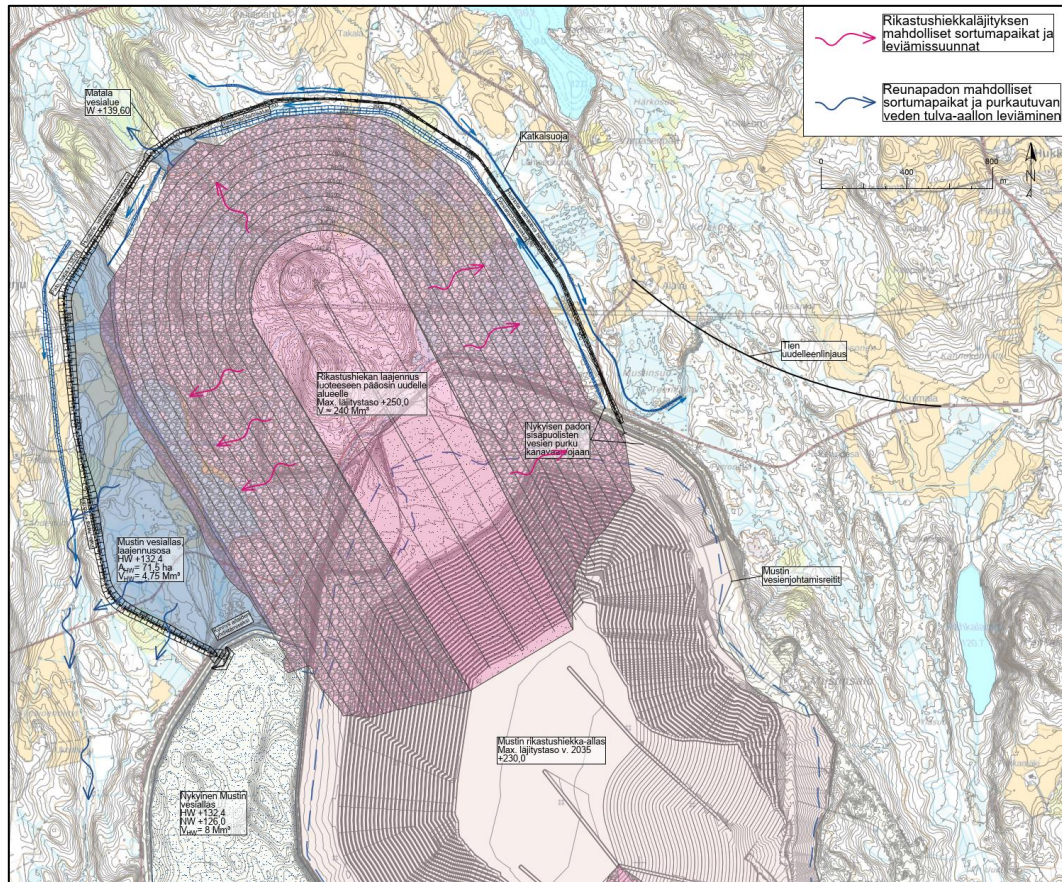
leviäminen aiheuttaa huomattavaa vahingonvaaraa ja uhkaa ihmishengelle, rakennuksille ja vesistölle.

2.1.2 Laajennusvaihtoehto luode

Luoteeseen suuntautuvassa rikastushiekan läjitysvaihtoehdossa Mustin laajennusalueelle tulee vesivarastokapasiteettia 4,75 Mm³. Laajennusalueen padon harjakorkeus on nykyistä vesialtaan patoa vastaava +135,0 ja pohjoisempana maasto on nykyistä vesiallasaluetta (ja varsinkin sen eteläreunaa) korkeammalla. 2020 vahingonvaaraselvityksessä käsitelty nykyisen Mustin vesialtaan eteläreuna säilyy edelleen vaarallisimpana alueena patosortumatilanteessa (Kuva 2-1). Laajennusalueen vesivaraston ja vesialtaan väliin jää nykyistä vesialtaan patoa, johon leikataan ylivuotokynnys. Nykyisen altaan eteläosan patomurtumatilanteessa ja ylivuotokynnyksen mahdollisessa murtumisessa vesipinnan laskun seurauksena voi muodostua sarjamurtumatilanne, jossa pohjoisosan vesivarastolla on vaikutusta liitteen 1 vahingonvaaraselvitykseen verrattuna, purkautuvan vesimassan ollessa suurempi. Tällä ei kuitenkaan arvioida olevan suurta merkitystä vahingonvaaraselvityksen tulva-aaltolaskelmiin, koska pohjoisosan purkautuminen tapahtuisi jonkin verran nykyisen vesialtaan murtumisen jälkeen eli tulva-aallolla on aikaa tasoittua.

Pelkän pohjoisosan patomurtumatilanteessa tulva-aallolla lienee vaikutuksia Kolmisoppeen saakka. Tilanne on samankaltainen, kuin vahingonvaaraselvityksessä esitetty purkautuminen Mustin rikastushiekka-altaan sisäpuolelta mutta tulva-aaltoa tasoittava Syrjänlampi jää rakennettavan padon sisäpuolelle ja tulva-aalto ehtii todennäköisesti levitä Kolmisoppeen. Rikastushiekan purkautuminen vesialtasiin lisää reunapadon murtumariskiä merkittävästi altaan vesipinnan nousun vuoksi.

Luoteinen laajennusvaihtoehto ja mahdolliset patomurtumapaikat, sekä leviämisreitit on esitetty kuvassa 2-2. Läjityksen itäpuolella vedet on tarkoitus johtaa länteen ojituksin, joten sinne ei muodostu vesialuetta ja padon linjaus toimii huoltotienä.



Kuva 2-2. Luoteisen rikastushiekkaläjäityksen laajennusvaihtoehdon mahdolliset patomurtumapaikat ja leviämisreitit, sekä reunapadon mahdolliset murtumapaikat ja purkautuvan veden tulva-aallon leviämissuunnat.

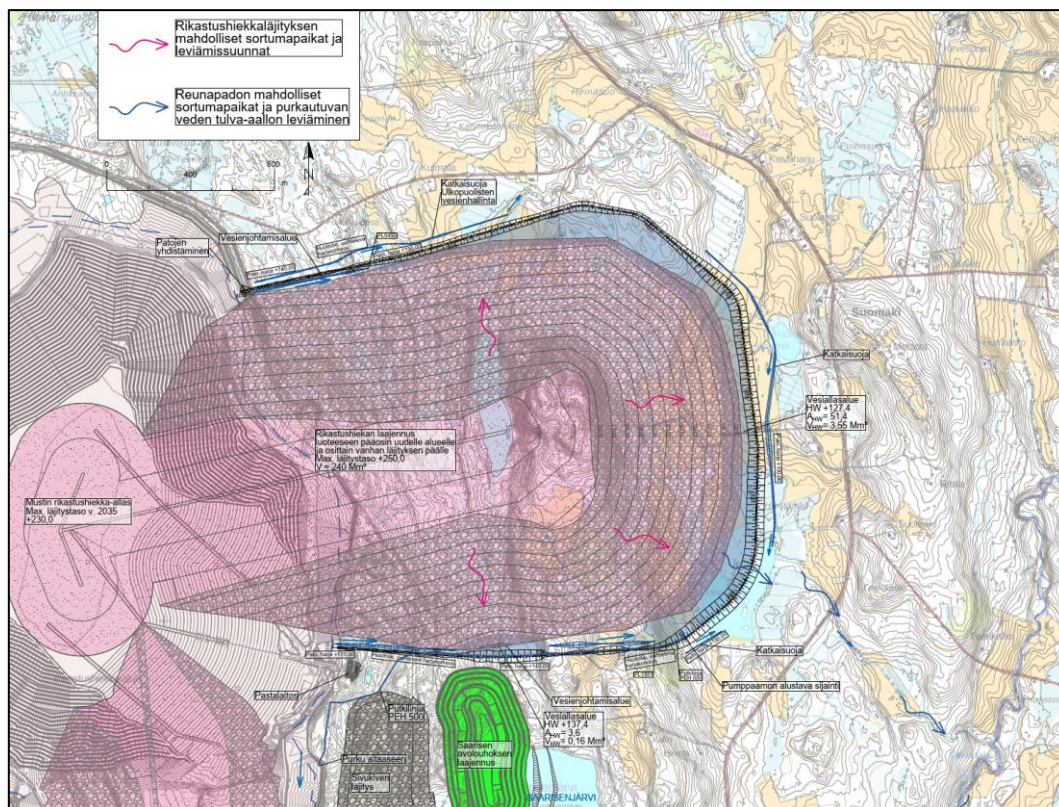
Vesialuetta muodostuu reunapadon ja läjityksen väliin länsiosan lisäksi pohjoiseen. Pohjoisosan allas on matala ja patomurtumatilanne epätodennäköinen. Pohjoisosan patomurtumatilanteessa vesi leviäisi pohjoispuolelle alavammalle maastonkohdalle, joka viettää loivasti pohjoiseen, jossa sijaitsee tie numero 576 n. 730 metrin päässä padosta. Tielle saakka veden ei arvioida leviävän, koska tilavuus maastossa tien ja padon välissä on jo suurempi, kuin suurin mahdollinen purkautuva tilavuus (noin 0,095 Mm³).

Rikastushiekan tukipenkereiden murtuminen aiheuttaa todennäköisesti reunapadon murtuman ja näiden murtumatilanteessa rikastushiekkaa leviää todennäköisesti itäpuoliselle Alavantielle ainakin eteläosasta. Todennäköisin leviämissuunta on kaakkoon Mustinsuota kohti mutta mahdollisesti myös koilliseen järveä (Iso-Varpanen) kohti riippuen murtumakohdasta.

2.1.3 Laajennusvaihtoehto itä

Rikastushiekan itäisessä laajennusvaihtoehdossa rakennetaan reunapato ja läjityksen edetessä tukipenkereitä siten, että muodostuvan vesialueen

Kuvassa 2-3 on esitetty arvioidut mahdolliset murtumapaikat ja leviämisreitit.



Maanpinta viettää yleisesti pohjoisesta etelään. Mikäli murtumapaikka sijaitsisi pohjoisessa, leviäisi tulva-aalto laajahkolle alueelle reunapadon pohjoispuolelle ja koillisosasta Pahkapuron uomaa pitkin laajennusalueen itäosan kautta etelään.

Tukipenkereiden ja edelleen niiden murtumisen aiheuttamassa reunapadon laaja-alaisessa sortumatilanteessa leviäisi rikastushiekka todennäköisesti veden tavoin teiden alueelle. Mikäli rikastushiekan leviäminen tapahtuisi etelään, leviäisi läjitys Saarisen avolouhoksen laajennukseen ja Saarisenjärveen.

Reunapadon lähistöllä 0,5 km sisällä sijaitsee useita kiinteistöjä, joiden alueella maanpinta on HW-tason alapuolella. Tulva-aalto ei kuitenkaan välttämättä leviäisi kiinteistöjen alueelle, koska useimmat sijaitsevat mäkien reunoilla, jolloin purkautuva tilavuus leviäisi laajemmalle alueelle.

2.2 Saarisenjärven pato

Saarisenjärven padon mahdollisessa murtumatilanteessa leviäminen on mahdollista ainoastaan Saarisen avolouhoksen laajennuksen suuntaan. Veteen rakennettaessa padon runko koostuu massiivisesta kaksiosaisesta louhetukipenkereestä, joiden väliin rakennetaan tiivistyssydän moreenista. Padon rakentamistavasta johtuen (leveät louhetukipenkereet) on hyvin epätodennäköistä, että pato murtuisi pohjalle saakka.

Vesialtaan patomurtumassa murtuma-aukon muodostumiseen kuluvaa aikaa, murtuma-aukon leveyttä ja murtuma-aukosta purkautuvaa huippuvirtaamaa on arvioitu Froehlichin (1995) kaavoilla.

murtuma-aukon muodostumiseen kuluva aika $Tf = 0,00254 \times V^{0,53} \times H^{-0,9}$

murtuma-aukon keskimääräinen leveys $Bf = 0,183 \times K \times V^{0,32} \times H^{0,19} \text{ m}$

ja huippuvirtaama $Qp = 0,607 \times V^{0,295} \times H^{1,24}$

V altaan tilavuus

H sortuma-aukon korkeus

K kerroin (ylivirtaukselle 1,4 ja sisäiselle eroosiolle 1)

Murtuma-aukon muodostumiseen kuluva aika

$$Tf = 0,00254 \times 672000^{0,53} \times 19^{-0,9} = 0.22 \text{ h}$$

Murtuma-aukon keskimääräinen leveys

$$Bf = 0,183 \times 1 \times 672000^{0,32} \times 19^{0,19} = 23.5 \text{ m}$$

ja huippuvirtaama murtuma-aukosta

$$Qp = 0,607 \times 672000^{0,295} \times 19^{1,24} = 1224 \text{ m}^3/\text{s}$$

Murtuma-aukko muodostuu siis laskelman mukaan n. 13 minuutissa ja huippuvirtaama aukosta on suuri.

2.3 Alustava esitys patoluokista

Rikastushiekka-altaan laajennuksen reunapato esitetään luokiteltavaksi 1-luokkaan vaihtoehdosta riippumatta ja Saarisenjärven pato esitetään luokiteltavaksi 1-luokkaan. Laajennukset eivät aiheuta muutoksia jäljelle jääville nykyisille padoille eli ne tulisi edelleen luokitella luokkaan 1.

Molemmissa rikastushiekka-altaan laajennusvaihtoehtoissa topografia vaihtelee padon matkalla muodostaen erillisiä altaita padon rakentamisen jälkeen. Näillä osuuksilla padottava vesimäärä on verrattain pieni ja patokorkeus matala. Eri pato-osuuksia voi siis luokitella eri luokkiin tarkemman vahingonvaararvion ja lopulta selvityksen perusteella.

1-luokkaan luokitellaan pato, joka onnettomuuden sattuessa aiheuttaa vaaran ihmishengelle ja terveydelle tai huomattavan vaaran ympäristölle tai omaisuudelle.

3 Tarkkailu ja instrumentointi

Padoille sekä rikastushiekan tukipenkereille tullaan laatimaan erillinen tarkkailuohjelma myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Tarkkailuohjelma muodostuu jatkuvasta tarkkailusta sekä vuosi- ja määräaikaistarkastuksista. Patojen osalta tarkkailu käsittää mm. painumien ja siirtymien sekä huokospaineiden seurantaa. Koska kaivosalue on hyvin laaja, tarkkailun automatisointi helpottaa ja nopeuttaa seurantaa.

Läjityksen etenemän mukaan tehdään toimivuuden ja vakavuuden varmistamiseksi kairauksilla ja laboratoriotestauksilla. Testausten avulla selvitetään mm. rikastushiekan kerrostuneisuutta, tiiveyttä suhteessa kriittiseen tilaan sekä altaassa vallitsevia huokosvedenpaineolosuhteita.

Patojen tarkkailun lisäksi rikastushiekka-altaalla tullaan suorittamaan muuta ympäristötarkkailua.