

Huruslahden pohjasedimentin haitta-aineiden  
kulkeutumisen vähentäminen

# Ympäristövaikutusten arviointiselostus

## Hankkeen tausta ja tavoitteet

Varkauden Huruslahteen on pitkän teollisen historian aikana joutunut monenlaisia haitta-aineita mm. puunjalostus- ja konepajateollisuudesta. Lisäksi asutuksen ja sairaalan jätevedet on aikoinaan johdettu käsittelemättöminä Huruslahteen. Haitta-aineista merkittävimmät ovat orgaaniset tinayhdisteet, joiden pitoisuudet lahden pohjasedimentissä ovat korkeita verrattuna niin Suomesta kuin ulkomailta tavattuihin pitoisuuksiin. Huruslahden pohjasedimentissä on todettu lisäksi kohonneita raskasmetallien, erityisesti elohopean, öljyhiilivetyjen, PAH-yhdisteiden sekä dioksiinien ja furaanien pitoisuuksia. Haitta-aineet ovat kulkeutuneet jossain määrin myös alapuoliselle Haukivedelle sedimenttiaineeseen sitoutuneena.

Huruslahden pilaantuneen pohjasedimentin kulkeutumisen vähentämistä ja vaikutusten minimointia on aloitettu suunnittelemaan. Vaihtoehtoja kulkeutumisen vähentämiseen on useita ja ne arvioidaan tässä ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain mukaisessa arviointiprosessissa (YVA). Pilaantuneiden sedimenttien kulkeutumisen vähentäminen muodostaa YVA-hankkeen.

YVA-lain tarkoittamana hankkeesta vastaavana toimii Varkauden kaupunki. Muita hankkeessa mukana olevia tahoja ovat Pohjois-Savon ELY-keskus, Etelä-Savon ELY-keskus, Rantasalmen ja Joroisten kunnat sekä Stora Enso Oyj. Yhteysviranomaisena hankkeessa toimii Pohjois-Karjalan ELY-keskus.

## Vaihtoehdot kulkeutumisen vähentämiseksi

Arvioidut vaihtoehdot kulkeutumisen vähentämiseksi muodostettiin siten, että niiden kautta saatiin riittävä ja luotettava kuva syntyvistä vaikutuksista, kun:

- 1) ei tehdä nykytilanteeseen nähden muutoksia
- 2) kun toimenpiteet keskitetään pahimmin pilaantuneisiin kohteisiin Huruslahdessa
- 3) kun tehdään kaikki teknisesti toteuttavissa oleva.

Kohdassa 1) tarkoitetaan YVA-lain mukaista nollavaihtoehtoa (VE 0), jossa pilaantuneita sedimenttejä ei kunnosteta eikä toteuteta mitään korjaavia toimenpiteitä, vaan tilanne jatkuu nykyisellään. Nollavaihtoehtossa pilaantuneiden sedimenttien aiheuttamaa kuormitusta alapuoliseen vesistöön ja ympäristö- sekä terveysvaikutuksia on tarkasteltu nykytilassa sekä pitkällä aikavälillä. Nollavaihtoehtoon rinnalla on tarkasteltu VE 0+ -vaihtoehtoa, joka tarkoittaa monitoroitua luontaista puhdistumista.

Vaihtoehtona VE 1 tarkastellaan pilaantuneiden sedimenttien peittämistä. Peittämisellä tarkoitetaan puhtaiden maiden (hiekkä, sora) ja/tai muun sopivan eristämateriaalin, esimerkiksi suodatinkankaan tai reaktiivisen peittomateriaalin tuomista pilaantuneiden sedimenttien päälle. Vaihtoehtoon sisältyy kaksi alavaihtoehtoa: VE 1A - pilaantuneimpien alueiden peittäminen sekä VE 2B - koko Huruslahden sedimenttien peittäminen.

Vaihtoehtona VE 2 tarkastellaan pilaantuneiden sedimenttien poistamista ruoppaamalla. Vaihtoehtoon sisältyy kaksi alavaihtoehtoa: VE 2A - pilaantuneimpien alueiden sedimenttien kunnostus ruoppaamalla ja sedimenttien käsittely ranta-alueella ja Riikinnevan jätteenkäsittelykeskuksessa sekä VE 2B - koko Huruslahden kunnostamista ruoppaamalla ja sedimenttien käsittelyä ranta-alueella ja Riikinnevan jätteenkäsittelykeskuksessa.

Muuna teknisenä vaihtoehtona VE 3 tarkasteltiin virtausolosuhteiden muuttamista patorakenteella voimakkaan suulla Huruslahdessa. Virtausolosuhteiden muuttaminen otettiin mukaan tarkasteluun, koska sillä voidaan mahdollisesti pienentää Huruslahden haitta-aineiden kulkeutumista ilman suoraan pilaantuneisiin sedimentteihin kohdistuvia toimenpiteitä.

## Ympäristön nykytila

Huruslahti lähiympäristöineen sijaitsee aivan Varkauden kaupungin keskustassa. Lahden pinta-ala on noin 160 hehtaaria. Huruslahden ranta-alueilla sekä niiden läheisyydessä sijaitsee mm. vanha toiminnassa oleva teollisuusalue, asutusta ja puistoalueita. Huruslahteen virtaa vettä sen valuma-alueelta sekä tehtaan voimalaitoksen voimakanavan kautta. Voimalaitos ohjaa ja säännöstelee voimakanavan kautta Huruslahteen tulevia vesiä. Huruslahti purkaa vetensä Haukivedelle Pirtinvirran kautta etelään. Huruslahden ja Haukiveden pohjoisosan veden laatu on kehittynyt parempaan suuntaan ajoista, jolloin teollisuuden ja yhdyskunnan päästöt olivat suurimmillaan.

Tehtyjen tutkimusten perusteella Huruslahden alueella on arvioitu olevan organotinoilla pilaantuneita sedimenttejä noin 800 000 kuutiometriä. Keskimääräisen pitoisuuden perusteella laskettuna pilaantuneet sedimentit sisältävät noin kaksi tonnia organotinayhdisteitä. Pilaantuneen sedimenttikerroksen keskimääräiseksi paksuudeksi on tutkimusten perusteella arvioitu 30 senttimetriä.

Vuonna 2010 tehdyn riskinarvioinnin tulosten perusteella Huruslahden tai sen alapuolisten vesistöalueiden orgaanisista tinayhdisteistä ei nykytilanteessa aiheudu riskiä ihmisten terveydelle. Riskinarvion mukaan kalojen elohopea voi muodostaa terveysriskin herkimmille kohderyhmille (pienet lapset, raskaana olevat naiset), mutta riski on yhtäläinen useimmilla Suomen sisävesillä. Kun kalojen syönnistä annettuja suosituksia noudatetaan (Eviran ja Varkauden Huruslahden suositukset), elohopeasta ei aiheudu merkityksellistä terveysriskiä.

Riskinarvion perusteella sedimentin organotinoista aiheutuu nykyisin ekologinen riski herkimmille pohjaeläimilajeille ainakin Huruslahden alueella. Arvioon sisältyy kuitenkin huomattavaa epävarmuutta sedimentin huonon yleisilman takia. Huruslahden alapuolisilla vesialueilla pohjaeläimiin kohdistuvien haittojen todennäköisyys on alhaisempien pitoisuuksien takia selvästi pienempi kuin Huruslahdessa. Kaloille, linnuille tai nisäkkäille (esimerkiksi saukko ja norppa) sedimenttien haitta-aineista ei aiheudu merkityksellistä riskiä nykytilanteessa.

## Arviointimenetelmät ja vaikutusten tarkastelualue

Hankevaihtoehtojen ympäristövaikutusten arviointi tehtiin pääasiassa olemassa oleviin tutkimuksiin ja selvityksiin perustuen. Kalojen haitta-ainepitoisuuksista olemassa olevaa tietoa tarkennettiin Huruslahden ja Haukiveden alueilla tehdyillä koekalastuksilla sekä kalojen haitta-ainemäärityk-

sillä. Olemassa olevia tutkimustietoja täydennettiin lisäksi laajalla asukaskyselyllä, joka toteutettiin helmi-maaliskuussa 2013. Kysely suunnattiin satunnaisotannalla hanke- ja vaikutusalueen vakituksille asukkaille sekä rantojen vapaa-ajan asukkaille. Ihmisten elinolosuhteisiin kohdistuvia vaikutuksia selvitettiin lisäksi pääasiassa vesistöjen käyttäjästä koostuvassa työpajatilaisuudessa, joka järjestettiin maaliskuussa 2013.

YVA-menettelyssä arvioitiin eri toimenpiteiden vaikutuksia ja niillä aiheutettavaa muutosta, joka voi olla toivotu tai epätoivotu. Muutoksen merkittävyyttä ja siitä saatavaa hyötyä/haittaa verrattiin kunnostusmenetelmän kustannuksiin. Vaikutukset tarkasteltiin Huruslahden ja Haukiveden alueella sekä niiden ympäristössä.

## Vaikutukset vesistöihin

Nollavaihtoehtossa eli nykytilanteen jatkuessa organotinoiden hajoaminen Haukiveden sedimenteissä ylittää Huruslahdesta tulevan lisäyksen, joten Haukiveden sedimenttien organotinamäärät eivät kasva nykytilanteeseen nähden tulevaisuudessa. Huruslahdella sedimentin haitta-ainepitoisuuksien lasku alhaiselle tasolle kestää pitkään. Mikäli Huruslahdella toteutetaan kunnostustoimenpiteitä, aiheutuu niistä sedimentin kulkeutumisen lisääntymistä Haukivedelle töiden aikana. Kulkeutuva sedimentti aiheuttaa veden samentumista ja lisäksi Haukivedelle kulkeutuu myös sedimenttiin sitoutuneena olevia haitta-aineita. Huruslahden virtausolosuhteiden muuttamisella on todennäköisesti vaikutus yleiseen veden vaihtuvuuteen Huruslahdella, mikä puolestaan voi aiheuttaa yleistä vedenlaadun heikkenemistä. Virtausolosuhteiden muuttamiseen liittyy veden laadun kehittymisen arvioinnin kannalta vaihtoehtoista eniten epävarmuustekijöitä.

Kunnostustoista aiheutuvista päästöistä voi pahimmillaan aiheutua haittaa herkimmille vesieliöille koko vaikutusten tarkastelualueella. Pilaantuneimpien alueiden kunnostuksen jälkeen haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ovat suurella osalla Huruslahden sedimenttiä edelleen hyvin paljon haitattomaksi arvioituja pitoisuuksia suurempia, mutta haitat pohjaeliöstölle ovat kuitenkin epätodennäköisiä. Toisaalta peittäminen tai ruoppaaminen hävittävät pohjaeliöstön kohdealueelta ja pohjaeliöstön palautuminen kestää vuosia. Koko Huruslahden peittämisessä ja ruoppauksessa hävitetään käytännössä koko lahden pohjaeläimistö ja kasvit, mutta toisaalta kunnostuksen jälkeen olosuhteet eliöstön uudelleen kehittymiselle ovat suotuisat. Virtausolosuhteiden muuttamisvaihtoehtossa Huruslahden veden laatu voi heikentyä veden vaihtuvuuden vähentyessä, millä voi olla vaikutuksia myös lahden vesieliöihin.

## Vaikutukset luonnonsuojeluun ja luonnon monimuotoisuuteen

Hankkeella ei missään vaihtoehdossa ole Linnansaaren Natura-alueen suojeluperusteina mainittuihin luontotyypeihin kohdistuvia vaikutuksia. Haukivesi on äärimmäisen uhanalaisen saimaannorpan tärkeimpiä esiintymisalueita, joten ennen mahdollisiin kunnostustöihin ryhtymistä erityisesti saimaannorpile kunnostustöistä aiheutuvan riskin arviointia on syytä tarkentaa.

Nykytilanteen jatkuessa on mahdollista, että Huruslahdessa sedimentin haitta-aineista aiheutuu haittaa pohjaeläinyhteisölle, joka voi yksipuolistua lajistoltaan. Vaikutuksen heijastuminen ylemmille ravintoverkon tasoille voi heikentää vesiluonnon monimuotoisuutta muidenkin eliöryhmien osalta. Vaikutuksen ei kuitenkaan arvioida olevan erityisen merkittävä ja arviointiin liittyy runsaasti epävarmuutta pohjan muutoinkin heikon yleistilan takia. Peittämällä ja ruoppauksella on tilapäisesti merkittävä luonnon monimuotoisuutta heikentävä vaikutus, mutta pidemmän ajan kuluessa vaikutus korjaantuu ja toimenpiteillä on monimuotoisuutta edistävä vaikutus. Virtausolosuhteiden muuttamisella voi pitkällä aikavälillä olla monimuotoisuutta merkittävästi heikentävä vaikutus, mikäli Huruslahden yleinen tila heikkenee veden vaihtuvuuden vähentyessä.

## Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen

Huruslahden pilaantuneista sedimenteistä nykytilassa tai kunnostustoimenpiteistä ei aiheudu vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen. Sedimentissä havaitut haitta-aineet ovat ominaisuuksiltaan sellaisia, että niillä on taipumus sitoutua voimakkaasti kiintoaineeseen. Aineiden kulkeutuminen maaperässä on siten heikkoa eikä kulkeutumista vedestä tai sedimentistä maaperään tai pohjaveteen tapahdu. Sedimentin haitta-aineiden kulkeutuminen on niin heikkoa, etteivät ne aiheuta vaaraa mahdollisten rantakäivien vedenlaadulle.

## Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

Pitoisuudet vesistöissä jäävät nykytilanteen jatkuessa niin pieneksi, ettei niiden takia ole tarpeen rajoittaa veden käyttöä uimisessa, löyly- tai kasteluvetenä. Savonlinnan kaupungin raakaveden laatuun ei kohdistu riskiä nykytilanteen jatkuessa. Huruslahden sedimentin haitta-aineista ei myöskään nykytilanteessa aiheudu haittoja tai estettä kalojen hyödyntämiselle luonnonvarana, kun syöntisuosituksia noudatetaan.

Kunnostustöistä voi aiheutua tarve rajoittaa Huruslahden veden käyttöä työskentelyalueen läheisyydessä. Huruslahden alapuolella rajoituksille ei todennäköisesti ole tarvetta. Peittämistä ja penkereenrakentamisvaihtoehdoissa muodostuu tarve ulkopuolelta tuotaville puhtaalle maa-aineksille. Koko Huruslahden peittämistä vaihtoehdossa tarvittavien maa-ainesten määrä on erittäin suuri ja edellyttää mahdollisesti uuden maa-ainestenottoalueen perustamista tarvittavien maa-ainesten hankkimiseksi.

## Vaikutukset ihmisten terveyteen ja elinolosuhteisiin

Riskinarvioinnin perusteella Huruslahden tai sen alapuolisten vesistöalueiden sedimentin haitta-aineista ei aiheudu riskiä ihmisten terveydelle nykytilanteessa. Kalojen elohopea voi muodostaa terveysriskin herkkimmille kohderyhmille, joita ovat pienet lapset ja raskaana olevat naiset, mutta riski on yhtäläinen useimmilla Suomen sisävesillä. Sedimentin kunnostamisesta ei aiheudu suoraan ihmisten terveyteen kohdistuvia vaikutuksia, kun töiden aikaisia suojaetäisyyksiä noudatetaan. Kunnostuksessa haitta-aineiden sekoittuminen veteen lisääntyy, jonka seurauksena pitoisuudet myös kaloissa kasvavat vähäisesti, mutta tällä ei kuitenkaan ole olennaista vaikutusta kalojen syöntikelpoisuuteen tai sitä kautta ihmisten terveyteen. Töiden aikana aiheutuva veden samentuminen voi heikentää lähimpien uimarantojen käyttöviihtyvyyttä.

Peittämistä tai ruoppausta tulnaisiin tekemään melko lähellä asutusta, jolloin työkoneiden melu voi aiheuttaa viihtyvyyshaittaa alueen asukkailla. Koko Huruslahden alueeseen kohdistuvissa toimenpiteissä toimittaisiin myös aivan lahden ranta-alueilla, jolloin rannan asukkaiden meluallistutus lisääntyisi työvaiheen aikana. Melua peittämässä ja ruoppauksessa muodostuu pääasiassa alusten moottoreiden ja vaihteistojen sekä pumppujen toiminnasta. Tärinää ja pölyä voi aiheutua kunnostustöihin liittyvästä liikenteestä. Tärinä- ja pölyvaikutukset rajoittuvat kuitenkin kuljetusreittien lähiympäristöön.

Työpajassa käydyn keskustelun perusteella Huruslahden kunnostamatta jättämisen hyvänä puolena pidetään hyvän nykytilan säilymistä Huruslahden alapuolisilla vesialueilla. Huonona puolena kuitenkin on, että vaihtoehdon toteuttaminen ei saisi aikaan toivottua muutosta, eli Huruslahden puhdistumista. Haitta-aineet jäisivät tulevien sukupolvien taakaksi ja saastuneella alueella on lievä kielteinen vaikutus matkailuun ja Varkauden imagoon.

Peittämistä ja ruoppausvaihtoehdoissa sosiaaliset vaikutukset ovat osittaisessa kunnostamisessa lieviä ja koko pohjan kunnostamisessa kohtalaisia. Vaihtoehdon toteuttamisen vaikutukset kohdistuisivat pääasiassa Huruslahden alu-

een ja Haukiveden pohjoisosien virkistyskäyttäjiin ja kalastajiin. Hankkeen merkittävin sosiaalinen vaikutus on lähistön asukkaiden ja vesistön käyttäjien epätietoisuus ja huoli hankkeen riskeistä oman elinympäristön ja toiminnan turvallisuudelle kaikissa vaihtoehdoissa.

### Vaikutukset kalastukseen

Huruslahden haitta-aineista ei ole nykytilanteessa tai sen jatkuessa arvioitu aiheutuvan sellaisia terveys- tai ekologisia riskejä alapuolisille vesialueille, jotka tulevaisuudessa voisivat estää virkistys- tai ammattimaisen kalastuksen. Kalastus ja kalojen käyttö ravintona on mahdollista myös Huruslahden alueella, kunhan kalojen syönnistä annettuja suosituksia noudetaan. Nykytilanteessa Huruslahden haitta-aineista on kuitenkin aiheutunut ja aiheutuu myös vähintään lähitulevaisuudessa imagovaikutuksia, joiden seurauksena Huruslahden kalojen käyttöä ruoanvalmistuksessa saatetaan välttää.

Kunnostusvaihtoehtoihin ei todettu liittyvän sellaisia haitta-ainepäästöjä, joilla voisi olla kalastusedellytyksiä heikentäviä vaikutuksia Huruslahden alapuolisella Haukivedellä. Huruslahden alueella kalastukseen kohdistuvat vaikutukset rajoittuvat töiden aikaan. Kunnostuksesta voi aiheutua välillisiä vaikutuksia kalastoon, mikäli veden sameus ja ravinnekuormitus sedimentin pölyämisen seurauksena lisääntyvät johtaen mm. pyydysten limoittumiseen tavanomaista nopeammin. Kunnostusvaihtoehtoihin voi lisäksi liittyä imagollisia vaikutuksia, joiden seurauksena kalastukselle voi aiheutua haittaa koko vaikutusalueella. Imagovaikutuksia voidaan kuitenkin ehkäistä asianmukaisella, tutkimustietoon perustuvalla viestinnällä.

### Vaikutukset matkailuun ja elinkeinoihin

Matkailu alueella on nykyisin keskittynyt Linnansaaren Natura-alueelle. Nykytilanteessa vaikutukset matkailuun ja muihin elinkeinoihin ovat mahdollisia lähinnä haitta-aineiden aiheuttamista imagollisista tekijöistä johtuen. Tutkimustiedon lisääntyessä imagovaikutuksia voidaan vähentää ja korjata asianmukaisella, tutkimustietoon pohjautuvalla viestinnällä. Huruslahdella mahdollisesti toteutettavilla kunnostustöillä voi olla positiivisia vaikutuksia matkailuun alueen imagon paranemisen myötä.

### Vaikutukset liikenteeseen

Nykytilanteessa sedimentin haitta-aineista ei aiheudu vaikutuksia liikenteeseen. Mahdollisista kunnostustöistä aiheutuu liikenteellisiä vaikutuksia, joiden voimakkuus ja

merkittävyys riippuvat toteutettavasta kunnostusvaihtoehdosta sekä töiden kestosta ja ajoittumisesta. Suurimmat liikennevaikutukset aiheutuvat koko Huruslahden peittämisvaihtoehdossa, koska silloin alueelle kuljetetaan suuria määriä maa-aineksia. Myös koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa aiheutuu erittäin merkittäviä liikennevaikutuksia, kun kuivattuja ruoppausmassoja kuljetetaan Riikinnevan jätekeskukseen. Osittaisissa kunnostusvaihtoehdoissa sekä penkereen rakentamisvaihtoehdossa liikenteelliset vaikutukset ovat vähäisempiä. Vaikutukset vesiliikenteeseen rajoittuvat kaikissa vaihtoehdoissa Huruslahden alueelle.

### Vaikutukset maankäyttöön ja maisemaan

Kunnostustöiden toteuttamatta jättäminen ei muuta nykyistä maankäytöllistä tilannetta, eikä aiheuta muutoksia voimassa oleviin kaavoihin tai vireillä oleviin kaavoitus-hankkeisiin hankkeen vaikutusalueella.

Merkittävimmät maankäytölliset vaikutukset aiheutuisivat koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa. Lahden ranta-alueelta tarvittaisiin laajoja kenttäalueita ruoppausmassojen esikäsittelyä varten. Lisäksi massojen loppusijoitus Riikinnevaan voi aiheuttaa jätekeskuksen laajennustarpeen. Myös koko Huruslahden peittämisestä aiheutuu maankäytöllisiä vaikutuksia, mikäli peittomateriaalin hankkimiseksi joudutaan perustamaan uusia maa-ainestenotto-alueita.

Kunnostusvaihtoehtoihin liittyvät maisemavaikutukset ovat työnaikaisia lukuun ottamatta penkereen rakentamista, jossa Huruslahden eteläosaan muodostuu uusi maakannas.

### Riskit ja rajoitteet

Huruslahden sedimentin haitta-aineista aiheutuu ilmeisesti nykytilanteessa ekologinen riski alueen pohjaeläimille. Ihmisille haitta-aineista ei ole todettu aiheutuvan riskiä. Huruslahden kunnostamatta jättämiseen liittyviä muita riskejä ovat mm. haitta-aineiden jääminen alueelle ja mahdollinen vapautuminen tulevaisuudessa, pitkäaikaisvaikutukset eliöstöön sekä imagovaikutukset nyt ja tulevaisuudessa.

Kaikkiin sedimentin peittämistä tai ruoppausta sekä penkereen rakentamista käsittäviin vaihtoehtoihin liittyy samankaltaisia riskejä, jotka aiheutuvat pilaantuneen sedimentin pölyämisestä kunnostustöiden aikana. Sedimentin pölyäminen aiheuttaa veden samentumista. Pölyävästä sedimentistä voi vapautua ravinteita, joilla on rehevöitymistä edistäviä vaikutuksia. Myös sedimentin haitta-aineiden vapautuminen ja kulkeutuminen lisääntyvät, mikä aiheuttaa eliöiden altistumisen lisääntymistä.

Edellä sedimentin pölyämisestä aiheutuvien riskien lisäksi pilaantuneiden sedimenttien peittämiseen liittyy riskejä haitta-aineiden jäädessä alueelle. Sedimentin peittäminen muuttaa pohjan olosuhteita, jolloin peittokerroksen alle jäävässä sedimentissä voi esiintyä esimerkiksi aiempaa voimakkaampaa kaasun muodostusta. Olosuhteiden muuttuessa myös haitta-aineiden käyttäytyminen voi muuttua. Peittämiseen liittyy myös teknisiä riskejä, esimerkiksi peittomateriaalien pysyvyys syvänteiden rinteillä voi osoittautua heikoksi.

Ruoppausvaihtoehtoon liittyvät merkittävimmät riskit ja rajoitteet aiheutuvat ruoppauksen aikaisesta päästöstä. Lisäksi soveltuvan ruoppauskaluston tuominen Huruslahdelle voi osoittautua hyvin haastavaksi. Ruoppauksessa muodostuu ruoppausmassoja, jotka tulee kuivata Huruslahden ranta-alueella ennen kuljetusta Riikinnevaan. Ruoppausmassojen kuivatus vaatii laajoja maa-alueita, joiden saatavuus voi osoittautua vaikeaksi. Lisäksi kuivatuksessa muodostuu kuivatusvesiä, jotka sisältävät sedimentin haitta-aineita.

Virtausolosuhteiden muuttamiseen liittyvä merkittävin riski aiheutuu juuri virtausolosuhteiden muuttumisesta koko Huruslahden alueella, jolla voi olla vaikutuksia veden vaihtuvuuteen ja sitä kautta koko lahden yleiseen vedenlaatuun. Lisäksi haitta-aineiden kulkeutumisen vähentymisen toimenpiteen seurauksena voi jäädä vähäiseksi.

## Vaihtoehtojen vertailu ja toteutuskelpoisuus

YVA-menettelyssä arvioitiin eri kunnostustoimien vaikutuksia ja niillä aiheutettavaa muutosta.

Muutoksen merkittävyyttä ja siitä saatavaa hyötyä/haittaa tarkasteltiin vaikutuksen suuruuden ja vastaanottavan kohteen herkkyyden perusteella. Vaikutuksia tarkasteltiin sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Vaihtoehtojen toteutuskelpoisuutta arvioitiin taloudellisesta, yhteiskunnallisesta ja teknisestä näkökulmasta.

Huruslahden pilaantuneet sedimentit ovat olleet alueella mielenkiinnon ja huolen kohde ja ihmisten tiedontarve vesialueeseen liittyen on suuri. Vaihtoehto VE 0, jossa tehdään ainoastaan Haukiveden vesialueen yhteistarkkailua nykyiseen tapaan, ei siten välttämättä ole tiedon tarpeeseen nähden toteuttamiskelpoinen. Vaihtoehtojen vertailun perusteella lyhyellä aikajänteellä toteutuskelpoisimmaksi vaihtoehdoksi näyttäisi nousevan monitoroitu nollavaihtoehto, eli VE 0+. Koko Huruslahden alueeseen kohdistuvat kunnostusvaihtoehdot arvioitiin yhteiskunnallisesti toteutuskelvottomiksi niihin liittyvien laajojen ympäristövaikutusten takia. Lisäksi vaihtoehtojen kustannustaso

nousisi ainakin nykyiset resurssit huomioiden käytännössä toteutuskelvottomaksi. Koko Huruslahden ruoppaus katsottiin myös teknisesti toteutuskelvottomaksi ainakin nykytilanteessa, koska se edellyttäisi laajoja maa-alueita ruoppausmassojen esikäsittelyyn Huruslahden ranta-alueelta.

## Jatkotoimenpiteet

Mikäli jokin kunnostusvaihtoehto etenee YVA:n jälkeen, on seuraavaksi vuorossa tarkempien kunnostussuunnitelmien laatiminen sekä tarvittavien lupien hakeminen. Kunnostustyön suunnittelua varten tulee alueella toteuttaa tarkentavia tutkimuksia. Osana tarkempaa kunnostussuunnittelua on alueella todennäköisesti tarpeen tehdä myös *pilot*-mittakaavan koekunnostuksia, joiden avulla voidaan tehdä tarkempia arvioita kunnostustyön aikaisista päästöistä ja vaikutuksista.

Pilaantuneiden sedimenttien peittäminen ja ruoppaus sekä penkereen rakentaminen vaativat vesilain, ympäristönsuojelulain tai molempien mukaiset luvat. Sekä vesilain mukaista lupaa että ympäristölupaa haetaan Itä-Suomen aluehallintovirastosta.

# Yhteystiedot

Hankkeesta vastaava

Postiosoite:

Yhteyshenkilöt

**Varkauden kaupunki**

PL 208, 78201 Varkaus

Arto Lehtonen ja Karita Krooks

Yhteysviranomainen

Postiosoite:

Yhteyshenkilö:

**Pohjois-Karjalan ELY-keskus**

Torikatu 36 A, 80101 Joensuu

Hannu Luotonen, puh. 040-720 6255

[hannu.luotonen@ely-keskus.fi](mailto:hannu.luotonen@ely-keskus.fi)

YVA-konsultti:

Postiosoite:

Yhteyshenkilöt:

**Ramboll Finland Oy**

Ylistönmäentie 26, 40500 Jyväskylä

Joonas Hokkanen, puh. 0400 355260

Janne Kekkonen, puh. 040 743 8568

[etunimi.sukunimi@ramboll.fi](mailto:etunimi.sukunimi@ramboll.fi)

Pohjakartat © Maanmittauslaitos, lupa nro 3/MML/12 ja Logica Suomi Oy.

# Sisältö

## OSA I: HANKKEEN JA ARVIOINTIMENETTELYN KUVAUS 11

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Johdanto</b>                                                                                     | <b>13</b> |
| 1.1 Huruslahden pohjasedimentin kunnostus arvioidaan ympäristövaikutusten arviointi (yva) menettelyssä | 13        |
| 1.2 Huruslahden sedimentit ovat pilaantuneet teollisen toiminnan seurauksena                           | 14        |
| 1.3 Projektiryhmä                                                                                      | 16        |
| <b>2. Hankkeesta vastaava</b>                                                                          | <b>17</b> |
| <b>3. Ympäristövaikutusten arviointimenettely</b>                                                      | <b>19</b> |
| 3.1 Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä tuotetaan tietoa päätöksenteon tueksi                   | 19        |
| 3.2 Miksi yva huruslahden tapauksessa?                                                                 | 19        |
| 3.3 Arviointimenettelyn osapuolet                                                                      | 20        |
| 3.4 Arviointimenettelyn vaiheet ja aikataulu                                                           | 20        |
| 3.5 Kansalaisten ja sidosryhmien mahdollisuudet osallistua arviointityöhön                             | 24        |
| 3.6 Tiedotus arviointimenettelyn aikana                                                                | 24        |
| 3.7 YVA-menettelyn ja hankkeen aikataulu                                                               | 24        |
| <b>4. Huruslahden kunnostusvaihtoehdot</b>                                                             | <b>25</b> |
| 4.1 Haitta-aineiden kulkeutumisen vähentämisen vaihtoehdot                                             | 25        |
| 4.2 Nykyisen tilanteen säilyttäminen ja hallittu seuranta                                              | 25        |
| 4.3 Peittämisvaihtoehdot (ve 1)                                                                        | 28        |
| 4.4 Ruoppausvaihtoehdot (VE 2)                                                                         | 30        |
| 4.5 Muu tekninen vaihtoehto (VE 3)                                                                     | 39        |
| 4.6 Yhteenveto vaihtoehtoista                                                                          | 41        |
| 4.7 Yhteenveto päästöistä eri hankevaihtoehtoissa                                                      | 42        |
| <b>5. Vaikutusten arvioinnin lähtökohdat</b>                                                           | <b>43</b> |
| 5.1 Työssä hyödynnetyt selvitykset                                                                     | 44        |
| 5.2 Sedimentin haitta-aineiden vaikutukset                                                             | 44        |
| 5.3 Huruslahden haitta-aineiden ominaisuuksista                                                        | 46        |
| 5.4 Vaikutusalueen rajaus                                                                              | 48        |

## OSA II: TALOUDELLISET VAIKUTUKSET JA MUUTOKSET FYYSISISSÄ YMPÄRISTÖSSÄ 49

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6. Taloudelliset vaikutukset</b>                             | <b>51</b> |
| 6.1 Investointi- ja käyttökustannukset                          | 51        |
| 6.2 Arviointiin liittyvä epävarmuus                             | 51        |
| <b>7. Vaikutukset veden laatuun</b>                             | <b>52</b> |
| 7.1 Nykytila                                                    | 52        |
| 7.2 Arviointimenetelmät                                         | 57        |
| 7.3 Vaikutusten tarkastelualue                                  | 58        |
| 7.4 Arvioidut vaikutukset veden ja sedimentin laatuun           | 58        |
| 7.5 Muut vesistövaikutukset                                     | 62        |
| 7.6 Yhteenveto vaikutuksista vesistöihin                        | 62        |
| 7.7 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                       | 64        |
| 7.8 Arviointiin liittyvä epävarmuus                             | 64        |
| <b>8. Vaikutukset vesistöjen ekologiaan</b>                     | <b>67</b> |
| 8.1 Nykytila                                                    | 67        |
| 8.2 Arviointimenetelmät                                         | 73        |
| 8.3 Vaikutusten tarkastelualue                                  | 73        |
| 8.4 Arvioidut vaikutukset vesistöjen ekologiseen tilaan         | 73        |
| 8.5 Arvioidut vaikutukset vesieläöiden haitta-ainealtistumiseen | 75        |
| 8.6 Muut vaikutukset vesieläöstöön                              | 77        |
| 8.7 Yhteenveto vaikutuksista vesistöjen ekologiaan              | 77        |
| 8.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                       | 78        |
| 8.9 Arviointiin liittyvä epävarmuus                             | 78        |
| <b>9. Vaikutukset luonnonsuojeluun</b>                          | <b>79</b> |
| 9.1 Linnansaaren natura-alue ja muut luonnonsuojelualueet       | 79        |
| 9.2 Yleistä natura-arvioinnin tarveharkinnasta                  | 79        |
| 9.3 Aineisto ja menetelmät                                      | 80        |
| 9.4 Linnansaaren natura-alue                                    | 81        |
| 9.5 Vaikutusten arviointi                                       | 86        |
| 9.6 Arvioinnin epävarmuustekijät                                | 88        |

|                                                              |            |                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>10. Vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen</b>             | <b>89</b>  | <b>15. Vaikutukset kalastukseen ja virkistyskäyttöön</b>                 | <b>119</b> |
| 10.1 Nykytila                                                | 89         | 15.1 Nykytila                                                            | 119        |
| 10.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät                      | 90         | 15.2 Arviointimenetelmät                                                 | 120        |
| 10.3 Vaikutusten tarkastelualue                              | 90         | 15.3 Vaikutusten tarkastelualue                                          | 120        |
| 10.4 Arvioidut vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen         | 90         | 15.4 Arvioidut vaikutukset                                               | 121        |
| 10.5 Yhteenvedo vaikutuksista luonnon monimuotoisuuteen      | 92         | 15.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                               | 122        |
| 10.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                   | 92         | 15.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus                                     | 122        |
| 10.7 Arviointiin liittyvä epävarmuus                         | 92         |                                                                          |            |
| <b>11. Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen</b>              | <b>93</b>  | <b>16. Vaikutukset matkailuun, muihin elinkeinoihin ja työllisyyteen</b> | <b>123</b> |
| 11.1 Nykytila                                                | 93         | 16.1 Nykytila                                                            | 123        |
| 11.2 Arviointimenetelmät                                     | 95         | 16.2 Arviointimenetelmät                                                 | 123        |
| 11.3 Vaikutusten tarkastelualue                              | 95         | 16.3 Vaikutusten tarkastelualue                                          | 124        |
| 11.4 Arvioidut vaikutukset                                   | 95         | 16.4 Arvioidut vaikutukset                                               | 124        |
| 11.5 Arviointiin liittyvä epävarmuus                         | 95         | 16.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                               | 124        |
|                                                              |            | 16.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus                                     | 124        |
| <b>12. Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen</b>         | <b>97</b>  | <b>17. Vaikutukset liikenteeseen</b>                                     | <b>125</b> |
| 12.1 Nykytila                                                | 97         | 17.1 Nykytila                                                            | 125        |
| 12.2 Arviointimenetelmät                                     | 97         | 17.2 Arviointimenetelmät                                                 | 127        |
| 12.3 Vaikutusten tarkastelualue                              | 97         | 17.3 Vaikutusten tarkastelualue                                          | 127        |
| 12.4 Arvioidut vaikutukset                                   | 97         | 17.4 Arvioidut vaikutukset                                               | 127        |
| 12.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                   | 98         | 17.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                               | 128        |
| 12.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus                         | 98         | 17.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus                                     | 128        |
| <b>13. Vaikutukset ihmisten terveyteen</b>                   | <b>99</b>  | <b>18. Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen</b>                     | <b>129</b> |
| 13.1 Nykytila                                                | 99         | 18.1 Nykytila                                                            | 129        |
| 13.2 Arviointimenetelmät                                     | 99         | 18.2 Maa- ja vesialueiden omistus                                        | 136        |
| 13.3 Vaikutusten tarkastelualue                              | 99         | 18.3 Arviointimenetelmät                                                 | 136        |
| 13.4 Arvioidut vaikutukset                                   | 99         | 18.4 Vaikutusten Tarkastelualue                                          | 137        |
| 13.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                   | 101        | 18.5 Arvioidut vaikutukset                                               | 137        |
| 13.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus                         | 101        | 18.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                               | 137        |
|                                                              |            | 18.7 Arviointiin liittyvä epävarmuus                                     | 137        |
| <b>14. Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen</b> | <b>103</b> | <b>19. Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön</b>                 | <b>139</b> |
| 14.1 Nykytila                                                | 103        | 19.1 Nykytila                                                            | 139        |
| 14.2 Arviointimenetelmät                                     | 109        | 19.2 Arviointimenetelmät                                                 | 139        |
| 14.3 Vaikutusten tarkastelualue                              | 111        | 19.3 Vaikutusten tarkastelualue                                          | 139        |
| 14.4 Arvioidut vaikutukset                                   | 111        | 19.4 Arvioidut vaikutukset                                               | 139        |
| 14.5 Vaihtoehtojen vertailu                                  | 117        | 19.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                               | 140        |
| 14.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen                   | 118        | 19.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus                                     | 140        |
| 14.7 Epävarmuustekijät                                       | 118        |                                                                          |            |

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>20. Muut vaikutukset elinolosuhteisiin</b>                                     | <b>141</b> |
| 20.1 Ilmanlaatu                                                                   | 141        |
| 20.2 Melu                                                                         | 141        |
| 20.3 Tärinä                                                                       | 142        |
| <b>21. Kunnostusvaihtoehtoihin liittyvät riskit ja rajoitteet</b>                 | <b>143</b> |
| <b>22. Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden, suunnitelmien ja ohjelmien kanssa</b> | <b>145</b> |
| <br><b>OSA III:</b>                                                               |            |
| <b>VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA JATKOTOIMENPITEET</b>                                | <b>147</b> |
| <b>23. Hankevaihtoehtojen vertailu ja toteutuskelpoisuus</b>                      | <b>149</b> |
| 23.1 Vaihtoehtojen vertailu                                                       | 149        |
| 23.2 Taloudellinen toteutuskelpoisuus                                             | 154        |
| 23.3 Yhteiskunnallinen toteutuskelpoisuus                                         | 154        |
| 23.4 Tekninen toteutuskelpoisuus                                                  | 155        |
| 23.5 Vaihtosuhteet                                                                | 155        |
| 23.6 Yhteenveto vaihtoehtojen toteutuskelpoisuudesta                              | 155        |
| <b>24. Jatkotutkimukset ja vaikutusten tarkkailu</b>                              | <b>156</b> |
| 24.1 Mitä yv:n jälkeen?                                                           | 156        |
| 24.2 Tarkkailun järjestäminen                                                     | 156        |
| <b>25. Tarvittavat suunnitelmat ja luvat</b>                                      | <b>157</b> |
| 25.1 Hankkeen jatkosuunnittelu                                                    | 157        |
| 25.2 Ympäristövaikutusten arviointi                                               | 157        |
| 25.3 Vesilain mukainen lupa ja ympäristölupa                                      | 157        |
| <b>26. Sanasto ja lyhenteet</b>                                                   | <b>158</b> |
| <b>27. Lähdeluettelo</b>                                                          | <b>159</b> |

## Liitteet

1. Asukaskyselyn raportti
2. Työpajaan kutsutut tahot
3. Yhteenveto työpajan tuloksista
4. Yhteysviranomaisen lausunto arviointiohjelmasta







# 1. Johdanto

Varkauden Huruslahteen on alueen pitkän teollisen historian aikana joutunut monenlaisia haitta-aineita. Huruslahden ranta-alueilla on ollut vuosikymmenten ajan runsaasti teollista toimintaa, mm. paperi- ja sellutehdas, saha ja konepaja. Lisäksi asutuksen ja sairaalan jätevedet on aikoinaan johdettu käsittelemättöminä Huruslahteen. Nykyisin haitta-ainepäästöjä ei enää ole merkittävässä määrin.

Huruslahden pohjasedimentissä esiintyvistä haitta-aineista merkittävimmät ovat orgaaniset tinayhdisteet eli organotinat. Yhdisteistä tributyylitinan (TBT), joka on organotinoinen haitallinen yhdiste, pitoisuus sedimentissä on enimmillään yli kaksi kertaluokkaa suurempi kuin eliöille haitattomaksi arvioitu pitoisuustaso. Todetut organotinapitoisuudet ovat korkeita verrattuna niin Suomesta kuin ulkomailta tavattuihin pitoisuuksiin. Organotinat voivat heikentää vesieliöstön elinoloja niin Huruslahden alueella kuin alemmillakin vesialueilla, vaikka veteen joutuessaan ne kiinnittyvät sedimentissä oleviin pienpartikkeleihin. Huruslahdelta haitta-aineet ovat kulkeneet virtausten mukana alaspäin Haukivedelle ja kohti Savonlinnaa.

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tekemän tutkimuksen mukaan kuuden Suomen teollisuuspaikkakunnan lähivesien sedimenteistä on löytynyt orgaanisia tinayhdisteitä. Tutkittuja alueita on Jyväskylässä, Lauritsalassa, Mäntässä ja Varkaudessa. Tinayhdisteitä ei ole käytetty metsäteollisuuden prosesseissa vuoden 1991 jälkeen. Aineiden kulkeutuminen vesistöön on vähentynyt tai kokonaan loppunut. Orgaanisia tinayhdisteitä käytettiin massa- ja paperiteollisuudessa mm. liman- ja homeentorjuntaan ja puutavaran suojaukseen.

## 1.1 Huruslahden pohjasedimentin kunnostus arvioidaan ympäristövaikutusten arviointi (yva) menettelyssä

Korkeiden TBT pitoisuuksien takia Pohjois-Savon ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskus ja Varkauden kaupunki käynnistivät tutkimukset alueen orgaanisten tinayhdisteiden sekä muiden haitta-aineiden selvittämiseksi.

Tutkimuksissa selvitettiin Huruslahden sekä sen alapuolisen Haukiveden haitta-ainepitoisuuksia sedimenteistä, vesistä ja kaloista. Tuloksista on julkaistu yhteenvedot raportti joulukuussa 2009 (Ramboll Finland Oy, Varkauden Huruslahden ja Haukiveden sedimentin haitta-aineet – Tutkimusraportti. 1.12.2009. Työnumero 82123966).

Huruslahden ja Haukiveden sedimenttien haitta-aineista on tehty myös riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelma vuonna 2010 (Ramboll Finland Oy & Esko Rossi Oy, Huruslahden ja Haukiveden riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelma, raportti. 24.11.2010. Työnumero 82129972).

Saatujen tulosten perusteella päätettiin, että ”Huruslahden pohjasedimenttien haitta-aineiden kulkeutumisen vähentäminen” hankkeeseen tulee soveltaa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Huruslahden pohjasedimentin kunnostus muodostaakin näin hankkeen, jonka vaikutukset arvioitiin YVA-lain ja -asetuksen edellyttämällä tavalla. YVA:ssa tarkasteltiin pilaantuneiden sedimenttien kunnostuksen ja eri käsittelyvaihtoehtojen vaikutuksia, mukaan lukien mahdollinen loppusijoittaminen. Arvioitavia kunnostustoimenpiteitä olivat ruoppaus, peittäminen ja Huruslahden virtausolosuhteiden muuttaminen. Ruoppauksen ja peittämisen osalta tarkasteltiin toimenpiteiden kohdistamista koko Huruslahden alueelle sekä toisaalta ainoastaan Huruslahden voimakkaimmin pilaantuneille alueille.

Huruslahden pilaantuneista sedimenteistä on tehty viime vuosina useita kattavia selvityksiä, laskelmia, riskinarviointeja ja vaikutustarkasteluja. YVA-menettelyssä otettiin mukaan myös kansalaisten sekä eri intressitahojen kuuleminen ja osallistuminen. YVA-menettelyn aikana arvioitiin yleisellä tasolla, minkälaisin menetelmin Huruslahden pilaantuneita sedimenttejä voidaan käsitellä ja mihin niitä voidaan loppusijoittaa. YVA-menettely on edellytyksenä hankkeen toteuttamiseksi vaadittaviin lupakäsittelyihin. Hankkeen tavoitteena oli muodostaa kokonaisvaltainen arvio siitä, miten eri kunnostustoimenpiteet vaikuttavat haitta-aineiden kulkeutumiseen ja vaikutuksiin ja millaisia kustannuksia kulkeutumisen ja vaikutusten vähentämisestä aiheutuu.

Tässä YVA-selostuksessa esitetään arvio Huruslahden sedimentin haitta-aineiden kulkeutumisen vähentämisen ympäristövaikutuksista. Vaikutukset arvioitiin maaliskuussa 2012 julkaistun YVA-ohjelman sekä yhteysviranomaisen ohjelmasta antaman lausunnon perusteella. Vaikutusarvion perusteella hankkeesta vastaava yhteistyössä muiden hankkeen osapuolten kanssa päättää, mikä tai mitkä YVA:ssa arvioitavista hankevaihtoehdoista toteutetaan.

## 1.2 Huruslahden sedimentit ovat pilaantuneet teollisen toiminnan seurauksena

Varkauden kaupungilla on pitkä teollisuushistoria. Varkauden Lehtoniemessä toimi konepaja, joka perustettiin jo vuonna 1886. Konepajalla valmistettiin hinaajalaivoja, matkustajalaivoja, rahtilaivoja, rautalotjia, peltisäiliöitä, tukininputuskoneita, höyrykattiloita, höyryvinssejä, höyry-ankkurivinttureita, pumppuja yms. Konepajan toiminta loppui vuonna 1927. Konepajan toiminnasta johtuen sen alueen maaperä on pilaantunut mm. raskasmetalleilla kuten esimerkiksi kuparilla, sinkillä ja lyijyllä.

Pirtinniemen konepaja (Varkauden konepaja) sijaitsi Ämmäkosken alueella vuoteen 1948 asti, jolloin konepaja siirrettiin takaisin Pirtinniemeen. Konepaja teki paljon töitä tuotekehityksen parissa. Konepaja kehitti mm. kartioporatut levyt ja rummut, stanssatut seulalevyt jne. Myöhemmin aikoina konepajalla kehitettiin myös höyrykattiloita ja soodakattiloita sekä oman yhtiön puunjalostusteollisuuden lämpö- ja prosessitekniikkaa. Pirtinniemen konepajalla ei ole käytetty liman tai homeen torjunta-aineita. Konepajalla valmistetaan edelleen höyrykattiloita ja soodakattiloita.

Pirtinniemen konepajan prosessitekniikan yksikkö siirrettiin omana yksikkönä vuonna 1982 Varkauden kaupungin pohjoisosaan Päivärinteeseen. Päivärinteen konepajan tuotteina ovat soodakattilat ja höyrykattilat sekä niiden putkistot. Konepajalla ei ole käytetty liman eikä homeen torjunta-aineita eikä muitakaan kemikaaleja, jotka olisivat sisältäneet organotinayhdisteitä. Kiinteistö liitettiin valmistuessaan kaupungin viemäriverkkoon. Päivärinteen konepajan tuotantohallien lattiakaivoista osa on liitetty sadevesiviemäriin, jota pitkin vedet on johdettu Huruslahteen.

Huruslahden alueella toimii myös Seulalevytehdas/AFT, joka aloitti toimintansa nykyisellä paikalla vuonna 1986. Kiinteistö liitettiin valmistuessa kaupungin viemäriverkkoon. Tehtaalla ei ole johdettu mitään jätevesiä Huruslahteen. Tehtyjen selvitysten mukaan ei ole tiedossa, että seulalevytehtaalla olisi käytetty liman tai homeen torjunta-aineita.

Varkauden metsäteollisuus alkoi sahatoiminnasta ja on siirtynyt siitä teollisen kehityksen myötä paperi- ja selluteollisuuden prosesseihin. Saha-, sellu- ja paperiteollisuuden kehityksen alkuna voitaneen pitää Ahlströmin tuloa mukaan kehittämään alueen teollisuutta vuonna 1909. Ahlströmin tehtaiden yksiköitä ovat vuosien 1909 - 1987 välisinä aikoina olleet mm. saha, voimalaitos, hiomo sekä sellun, paperin ja vanerin tuotantoyksiköt. Metsäteollisuuden tuotteiden sivutuotteina kehiteltiin myös kemianteollisuutta. Aluksi kemianteollisuus perustui metsäteollisuuden tuotannosta saatavien sivu- ja rinnakaistuotteiden tuottamiseen, mutta eriytyi omaksi alukseksi myöhemmin. Kemianteollisuus alkoi vuonna 1941 ja se tuotti mm. spriitä, torulahiivaa, dietyleeniglykolia ja tioprenia. Kemianteollisuuden toiminnot alueella lopetettiin vuonna 1961.

### 1.2.1 Stora Enson tehdasalue

Nykyisellä Stora Enson tehdasalueella on sijainnut useita teollisia toimintoja. Alueen vanhoja toimintoja ovat mm. saha, vaneri- rimalevytehdas, kemianteollisuus sekä Varpakin ja Miilunniemen läjitysalueet.

Saha sijaitsi Huruskosken (nykyinen Voimakanava) rannalla. Sahan toiminta alkoi vuonna 1834. Saha paloi toimintansa aikana useasti, ainakin vuosina 1918 ja 1940-luvun alkupuolella. 1940-luvulla sattuneen palon seurauksena saha tuhoutui niin pahoin, että tilalle rakennettiin uusi saha, joka aloitti toimintansa 1946. Sahalla käytettiin puun sinistymisenestoon KY-5 -valmistetta. Tarkkaa tietoa KY-5:n käytön aloittamisesta ei ole, mutta luultavasti kyseistä ainetta alettiin käyttää 1930-luvun loppupuolella. Sinistymisenestosuojauksia tehtiin vain kesäisin ja käsittely tehtiin allaskasteluna puualtaassa. Käsittelyn jälkeen laudat siirrettiin kuivamaan vaneritehtaan takana olleeseen Miilunniemen lautatarhaan. Lautatarha ulottui silloiselle ranta-alueelle, vaneritehtaalta nykyisen puhdistamon takamaille Huruslahden rannalle. Sahaus Voimakanavan alueella lopetettiin 1971. Uusi saha perustettiin Kosulanniemeen vuonna 1973. Uudella sahalla käytettiin kesäisin sinistymisenestoaineena KY-5 -valmistetta vuosina 1973 - 1986. Käsittely suoritettiin allaskasteluna nipuittain ja niput kuivattiin kuivaamossa. KY-5:n käytön loputtua sinistymisen estoaineena käytettiin Sinesto B:tä, jota käytettiin sahalla vuosien 1986 - 1995 välisenä aikana.

Alueella toimi myös vaneri- ja rimalevytehdas. Rimalevytehdas sai raaka-aineensa sahalla ylijääneestä sivupuusta. Rimalevyjä valmistettiin 1934 - 1977 välisenä aikana. Tuotteina rimalevyjen lisäksi olivat mm. ovet. Rimalevytehdas paloi ainakin vuonna 1963. Liimoina rima-

levyissä käytettiin polyvinyylasetaattia (PVA), esimerkiksi tuotemerkkejä Racol ja Vakol. Rimalevytehtaaseen liitettiin kiinteästi myös vaneritehdas. Vaneritahtalla vanereiden liimauksessa käytettiin aluksi albumiini/kaseiini liimoja. Sodan jälkeen käytettiin karbamidiliimoja, joissa liissäineinä oli mm. perunajauhoa, vehnäjauhoa ja puujauhoa. 1950-luvulla siirryttiin tehtaassa käyttämään fenoli-liimoja, joita tehtiin kemiantehtaan toiminta-aikana itse. Kemianteollisuustoiminnan loputtua liimat ostettiin Bacelit Companylta.

Vaneritehtaan pintakäsittelyosasto toimi nykyisen pakkaustehtaan (om. Hartmann Varkaus Oy) alueella, alun perin puurakennetehtaan tiloissa vuosina 1961 - 1990. Pintakäsittelyosaston tuotteita olivat mm. Betolevy ja erilaiset kosteutta sietävät tuotteet, kuten laivavaneri Warkaus Ships-ply. Kosteutta kestävien tuotteiden homeenestosuojaus tapahtui vuosina 1961 - 1965 allaskasteluna vaneritehtaan ulkopuolelle rakennetussa teräsallasta. Allaskastelusta kuitenkin luovuttiin ja homeenestoa-aine sekoitettiin myöhemmin liimaan. Kemikaalina niin allas- kuin liimakäsittelyssä oli Bayerin Antimöge I -liuos. Erikoistuotteena valmistetun laivavanerin maalauksissa käytetyt maalit olivat epoksipohjaisia ja liuottimina käytettiin tolueenia ja ksyleenia. Vanereissa käytettiin myös lasikuitupinnoitteita.

Kemianteollisuus käynnistyi alueella sodan aikana vuonna 1941. Kemianteollisuuden tarkoituksena oli helpottaa maassa ollutta pulaa erilaisista raaka-aineista. Kemianteollisuus kuitenkin lopetettiin vuonna 1961, koska tuotteiden kilpailukyky tuontiraaka-aineisiin nähden heikkeni huomattavasti. Kemianteollisuuden tuotteiden raaka-aineena oli sulfittisiprii. Tuotanto tehtaalla tapahtui nykyisen ns. vanhan paperitehtaan ja hiomotalon välimaastossa

(entinen PK2 massaosasto). Spriitehdas sijaitsi nykyisen sel-luvaraston ja Corenson toimintansa lopettaneen kartonkitehtaan välissä.

Varpak Oy aloitti toimintansa puurakennetehtaan (Talotehdas) tiloissa 1950-luvulla. Tuotteina alkuaikoina olivat puiset ja vaneriset astiat, pakkauslavat ja laatikot. Varpak Oy:n toiminta siirtyi Käsityökadun tiloihin 70-luvun alkupuolella. Laatikoissa käytettyjen metallisten vahvikeosien galvanointi tehtiin sinkittämällä. Galvanointi tapahtui rimapuun kuivausosaston vieressä tiloissa.

Miilunniemessä on sijainnut aikoinaan perimätiedon mukaan, ennen kunnallisten kaatopaikkojen perustamista läjitysalue. Läjitysalueelle on ilmeisesti viety lähialueen ja tehtaan kiinteistöissä syntyneitä yhdyskuntajätettä aina 1950-luvulle asti.

### 1.2.2 Stora Enson alueella käytetyistä aineista tehtyjä selvityksiä

Huruslahden pohjasedimentin organotinayhdisteiden alkulähteen selvittämiseksi suorittivat Pohjois-Savon ympäristökeskus (nykyisin ELY-keskus), Suomen Ympäristökeskus ja Stora Enso Oy yhteistyössä selvityksiä aineista ja yhdisteistä, jotka saattaisivat sisältää orgaanisia tinayhdisteitä. Ympäristökeskuksen kemikaaliosastolta saatiin listaus erilaisista tuotteista, joissa TBT:tä on varmuudella ollut. Listalla oli tietoa muutamasta paperiteollisuudessa käytetystä limantorjunta-aineesta. Yksi näistä TBT:tä sisältäneistä limantorjunta-aineista oli Prostannyl-niminen tuote.

Prostannylin osalta löytyi Ahlström Oy:n vanhoista kehittämispöytäkirjoista tietoa, että kyseistä ainetta oli käytetty Varkauden tehtaalla vuosien 1966 - 1971 välisenä ai-

Taulukko 1-1. Huruslahden alueella käytettyjä kemikaaleja.

| Valmiste                           | Käyttötarkoitus     | Valmisteen sisältämät haitta-aineet                                                          |
|------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| KY-5                               | Sinistymisenesto    | Kloorifenolit, klooratut dioksiinit ja furaanit                                              |
| Sinesto B                          | Sinistymisenesto    | Ei Huruslahdessa havaittuja haitta-aineita, valmisteen käyttö sallittu nykyisinkin           |
| Racol, Vakol (polyvinyylasetaatti) | Liimaus             | Ei Huruslahdewssa havaittuja haitta-aineita, käytetään sideaineena yleisliimoissa            |
| Albumiini/kaseiiniliima            | Liimaus             | Ei Huruslahdessa havaittuja haitta-aineita, eläinperäisistä tuotteista valmistettuja liimoja |
| Karbamidiliima                     | Liimaus             | Ei Huruslahdessa havaittuja haitta-aineita, ureapohjainen liima                              |
| Fenoliliima                        | Liimaus             | Ei Huruslahdessa havaittuja haitta-aineita                                                   |
| Antimöge-I                         | Homeenestokäsittely | Ei Huruslahdessa havaittuja haitta-aineita                                                   |
| Epoksimaali                        | Maalaus             | Ei Huruslahdessa havaittuja haitta-aineita                                                   |
| Tolueeni                           | Maalin liuotin      | Ei havaittu Huruslahdessa                                                                    |
| Ksyleeni                           | Maalin liuotin      | Ei havaittu Huruslahdessa                                                                    |
| Prostannyl                         | Limantorjunta       | Tributyyliina (TBT)                                                                          |

kana. Tietoja käyttömääristä oli olemassa vain paperikone 3:n osalta, jonka perusteella laskettu paperikoneilla käytetty Prostannylin kokonaismäärä olisi ollut noin 23 500 kg.

Internetistä haettujen tietojen perusteella TBT:n määrä limantorjuntaliuoksessa on vaihdellut suuresti. TBT-pitoisuus saattoi vaihdella alle prosentista aina 43 prosenttiin. Voidaan laskea, että jos liuoksen TBT-pitoisuus on ollut keskimäärin 20 prosenttia, olisi TBT:n kokonaismäärä käytetysä liuoksessa ollut noin 4 700 kg. Mikäli taas TBT-pitoisuus oli liuoksessa 5 prosenttia, olisi TBT:n kokonaismäärä tällöin noin 1 200 kg. Liuoksen mahdollisista pitoisuustasoista ei kuitenkaan voida yksiselitteisesti päätellä, mikä on lopullinen vesistöön kohdistunut päästö määrä.

### 1.3 Projektiryhmä

Ympäristövaikutusten arvioinnin on tehnyt Ramboll Finland Oy Varkauden kaupungin toimeksiannosta. Arviointityötä on johtanut FT, dos. Joonas Hokkanen ja projektikoordinaattorina hankkeessa on toiminut FM Janne Kekkonen. Työtä ohjasi ryhmä, jonka puheenjohtajana toimi Jussi-Pekka Järvinen Pohjois-Savon ELY-keskuksesta. Ohjausryhmään kuuluivat lisäksi Varkauden kaupungin Arto Lehtonen ja Karita Krooks, Stora Ensolta Ulla-Maija Olander ja Tenho Pakarinen, Pohjois-Savon ELY-keskuksen Jorma Lappalainen, Etelä-Savon ELY-keskuksen Esa Rouvinen, Rantasalmen kunnasta Harri Korhonen sekä Petri Miettinen Joroisten kunnasta. Yhteysviranomaisen edustajina ohjausryhmässä olivat Hannu Luotonen ja Arne Wahlgren.

Arviointiin osallistuneet asiantuntijat olivat seuraavat:

| Projektiryhmä                             |                                                                                                                                |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projektipäällikkö                         | Dos., FT Joonas Hokkanen                                                                                                       |
| Projektikoordinaattori                    | FM Janne Kekkonen                                                                                                              |
| Riskien arviointi                         | Dos., FT Esko Rossi ja FT Tuomas Lukkari                                                                                       |
| Kunnostusmenetelmät                       | FM, rak. ins. Kare Päätaalo ja FM Jaana Huuhko                                                                                 |
| Vaikutusarvioinnit                        | FM Janne Kekkonen, Dos., FT Joonas Hokkanen, FT Sanna Sopanen, MMM Anna Hakala, psykologi Anne Vehmas, HM, ins. Seela Sinisalo |
| Asukaskysely ja työpaja                   | Psykologi Anne Vehmas, HM, ins. Seela Sinisalo                                                                                 |
| Koekalastukset                            | FT Sanna Sopanen ja iktyonomi Timo Soinisto                                                                                    |
| Natura-tarveharkinta ja luontovaikutukset | FM Kaisa Torri                                                                                                                 |

## 2. Hankkeesta vastaava

Tässä hankkeessa YVA-lain tarkoittamana hankkeesta vastaavana toimii Varkauden kaupunki. Muita hankkeessa mukana olevia tahoja ovat Pohjois-Savon ELY-keskus, Etelä-Savon ELY-keskus, Rantasalmen ja Joroisten kunnat sekä Stora Enso Oyj. Yhteysviranomaisena hankkeessa toimii Pohjois-Karjalan ELY-keskus.

Pohjois-Savon maakunnassa sijaitsevan Varkauden asukasluku oli vuoden 2010 lopussa noin 22 800 henkilöä. Noin neljäsosa kaupungin 525 neliökilometrin pinta-alasta on vesistöjä. Kaupunki sijaitsee hyvien liikenneyhteyksien päässä: valtateiden 5 ja 23 risteyksessä sekä Saimaan syväväylän varrella.

Varkauden kaupungin visiossa vuodelle 2016 todetaan mm. että kaupungin toimivat ja monipuoliset palvelut sekä turvallinen asuin- ja elinympäristö veden äärellä muodostavat perustan kaupunkilaisten laadukkaalle elämälle. Huruslahden kunnostushankkeen vaikutusten tarkastelun voidaan katsoa olevan vision tavoitteiden saavuttamiseksi tähtäävää toimintaa.



# 3. Ympäristövaikutusten arviointimenettely

## 3.1 Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä tuotetaan tietoa päätöksenteon tueksi

Ympäristövaikutusten arviointia koskevan lain ("YVA-laki" 468/1994) tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Sen tavoitteena on paitsi edistää ympäristövaikutusten arviointia ja ympäristövaikutusten huomioon ottamista jo suunnitteluvaiheessa, niin myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia hankkeen suunnitteluun. YVA-menettely itsessään ei ole lupahakemus, suunnitelma tai päätös jonkin hankkeen toteuttamiseksi, vaan sen avulla tuotetaan tietoa päätöksenteon varten.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä arvioidaan hankkeen vaikutukset YVA-lain ja -asetuksen edellyttämässä laajuudessa. Arvioitavaksi tulevat seuraavat vaikutukset (Kuva 3-1) sekä näiden keskinäiset vaikutussuhteet.

Koska ympäristövaikutusten arviointimenettely ei ole päätöksenteko- tai lupamenettely, arvioinnin aikana ei tehdä päätöstä hankkeen toteuttamisesta. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhteydessä saadut tulokset ja yhteysviranomaisen lausunto otetaan huo-

mioon hankkeen jatkosuunnittelussa ja lupamenettelyissä. Viranomainen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen tai tehdä muuta siihen rinnastettavaa päätöstä ennen arvioinnin päättymistä.

## 3.2 Miksi yva Huruslahden tapauksessa?

Ympäristövaikutusten arviointi on lakiin perustuva menettely. Sen tarkoituksena on arvioida merkittävien hankkeiden ympäristövaikutukset, tutkia mahdollisuudet haitallisten vaikutusten vähentämiseen sekä turvata kansalaisten osallistumismahdollisuudet. Jos hankevastaava päättää arvioinnin jälkeen edistää hanketta, siihen on haettava ja saatava asianomaiset luvat.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä mm.

- Rajataan tarkasteltavan hankkeen toteutusvaihtoehdot
- Kuvataan hankkeen keskeiset ominaisuudet, tekniset ratkaisut ja vaiheistus
- Kuvataan vaikutusalueen ympäristön nykytila ja ominaispiirteet
- Arvioidaan odotettavissa olevat ympäristövaikutukset
- Selvitetään haitallisten vaikutusten lieventämismahdollisuudet
- Arvioidaan hankkeen toteuttamiskelpoisuus



Kuva 3-1. Arvioitavat ympäristövaikutukset. Lähde: Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 468/1994.

- Selvitetään mitä lupia hankkeen toteuttamiseksi on haettava
- Esitetään ehdotus hankkeen vaikutusten seurantaohjelmaksi
- Järjestetään osallistuminen sekä kuullaan asukkaita ja muita hankkeen vaikutuspiirissä olevia tahoja

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan YVA-lain 4 §:n 1 momentin ja vastaavan asetuksen 6 §:n mukaisesti hankeluettelon mukaisiin hankkeisiin. Arviointimenettelyä sovelletaan lisäksi tapauskohtaisen arvioinnin pohjalta yksittäistapauksessa lain 4 §:n 2 momentissa tarkoitettuun hankkeeseen, joka todennäköisesti aiheuttaa laadultaan ja laajuudeltaan, myös eri hankkeiden yhteisvaikutukset huomioon ottaen, lain 4 §:n 1 momentissa tarkoitettujen hankkeiden vaikutuksiin rinnastettavia merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia.

Huruslahden kunnostushankkeen tapauksessa arviointimenettelyn soveltaminen katsottiin tapauskohtaisessa arvioinnissa tarpeelliseksi, koska hankkeesta voi aiheutua laaja-alaisia ympäristövaikutuksia. Hankkeessa on kyse pilaantuneen sedimentin peittämisestä, ruoppauksesta ja käsittelystä sekä mahdollisesti pois kuljettamisesta muualle käsiteltäväksi tai loppusijoitettavaksi. Myös Huruslahden mahdollinen virtausolosuhteiden muuttaminen on hanke jolla voi olla laaja-alaisia ympäristövaikutuksia.

### 3.3 Arviointimenettelyn osapuolet

#### Hankkeesta vastaava

Hankkeesta vastaava on toiminnanharjoittaja, joka on vastuussa hankkeen valmistelusta ja toteutuksesta. Hankkeesta vastaavan on oltava selvillä hankkeensa ympäristövaikutuksista. Arviointimenettelyssä hankkeesta vastaava laatii arviointiohjelman ja selvittää hankkeen ympäristövaikutukset. Huruslahden hankkeessa hankkeesta vastaava on Varkauden kaupunki. YVA:n laadinnassa hankevas- taava käyttää konsulttia, Ramboll Finland Oy:tä.

#### Yhteysviranomainen

Yhteysviranomainen huolehtii, että hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely toteutetaan lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Yhteysviranomaisen tehtävistä on säädetty YVA-laissa ja -asetuksessa. Yhteysviranomaisen tehtäviin kuuluu mm. YVA-ohjelman ja -selostuksen nähtäville laittaminen, julkiset kuulemiset, lausuntojen ja mielipi-

teiden vastaanottaminen sekä lausunnon antaminen arviointiohjelmasta ja -selostuksesta. Tässä hankkeessa yhteysviranomaisena toimii Pohjois-Karjalan ELY-keskus.

#### Muut viranomaiset, osapuolet ja kansalaiset

Muita tähän ympäristövaikutusten arviointiin osallistuvia virallisia tahoja ovat Pohjois-Savon ELY-keskus, Etelä-Savon ELY-keskus sekä Rantasalmen ja Joroisten kunnat. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tärkeimpiä puolia on tehdä kansalaisten sekä erilaisten järjestöjen ja yhdistysten osallistuminen hankkeen suunnitteluun mahdolliseksi, välittää tietoa hankkeesta kiinnostuneille sekä kartoittaa ihmisten näkemyksiä ja mahdollisia huolia liittyen alueen nykytilaan sekä hankkeen ympäristövaikutuksiin.

### 3.4 Arviointimenettelyn vaiheet ja aikataulu

YVA-menettely jakautuu kahteen vaiheeseen:

- Arviointiohjelman laatiminen: Vaiheen aikana laaditaan suunnitelma arvioinnin tekemiseksi. Ohjelmavaiheessa laaditaan ympäristön nykytilanteen kuvaus, muodostetaan vaihtoehdot, asetetaan suunnittelua koskevat tavoitteet sekä laaditaan suunnitelma tarvittavista ympäristöselvityksistä sekä suunnitelma osallistumisen ja tiedottamisen järjestämisestä.
- Arviointiselostuksen laatiminen: Vaikutus selvitykset tehdään selostusvaiheessa arviointiohjelman ja siitä yhteysviranomaisen antaman lausunnon pohjalta. Vaiheen aikana tarkennetaan ympäristöä koskevia tietoja ja suunnitelmavaihtoehtoja, arvioidaan ja verrataan vaihtoehtoja ja laaditaan ehdotukset vaikutusten seurannaksi.

#### 3.4.1 Arviointiohjelma

Huruslahden pohjasedimenttien haitta-aineiden kulkeutuksen vähentämisen YVA-ohjelma julkaistiin maaliskuussa 2012. Yhteysviranomaisena toimiva Pohjois-Karjalan ELY-keskus kuulutti YVA-ohjelmasta 8.3.2012, jonka jälkeen lausuntojen ja mielipiteiden jättämiseen oli varattu aikaa 6.4.2012 asti. YVA-ohjelma oli nähtävillä lausuntoaikana Varkauden kaupungintalolla, Joroisten kunnanvirastolla ja Rantasalmen kunnanvirastolla. Arviointiohjelma oli myös nähtävillä Pohjois-Savon ELY-keskuksessa, Etelä-Savon ELY-keskuksessa ja Pohjois-Karjalan ELY-keskuksessa.

Ohjelma oli lisäksi nähtävillä ELY-keskuksen Internetsivuilla osoitteessa Pohjois-Karjalan ELY > Ympäristönsuojelu > Ympäristövaikutusten arviointi YVA ja SOVA > Vireillä olevat YVA-hankkeet > Yksittäiset tapaukset.

Hanketta sekä YVA-ohjelmaa esiteltiin yleisölle Varkaudessa 15.3.2012.



Kuva 3-2. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma kuulutettiin 8.3.2012.

### 3.4.2 Arviointiohjemasta saadut lausunnot ja mielipiteet

Arviointiohjemasta toimitettiin yhteysviranomaiselle yhteensä 31 lausuntoa ja mielipidettä. Arviointiohjemasta saatiin lausunnot seuraavilta tahoilta:

- Pohjois-Savon liitto
- Etelä-Savon maakuntaliitto
- Etelä-Savon ELY-keskus
- Itä-Suomen aluehallintoviraston peruspalvelut, oikeusturva ja luvat - vastuu-alue
- Varkauden kaupungin kaupunginhallitus
- Leppävirran kunta / Keski-Savon ympäristölautakunta
- Rantasalmen kunnan ympäristölautakunta
- Joroisten kunnan kunnanhallitus
- Rantasalmen kunnan ja Joroisten kunnan perusturvalautakunnat (Juvan kunta, perusturvan yhteislautakunta)

- Terveyden ja hyvin voinnin laitos (THL)
- Metsähallituksen luontopalvelut / Etelä-Suomi
- Unnukan kalastusalue
- Haukiveden kalastusalue
- Etelä-Savon luonnonsuojelupiiri ry
- Metsähallitus, Etelä-Suomen luontopalvelut
- Suomen ympäristökeskuksen laboratoriokeskuksen tutkimus ja innovaatiolaboratorio

Yhteysviranomainen antoi oman lausuntonsa ohjelmasta 7.5.2012, jossa otettiin huomioon lausunnoissa ja mielipiteissä sekä myös ohjelman esittelytilaisuudessa hankkeesta esitetyt näkemykset ja huomiot. Yhteysviranomaisen lausunnossa kerrottiin, mihin selvityksiin hankkeesta vastaavan tuli erityisesti keskittyä ympäristövaikutusten arviota tehdessään ja miltä osin arviointiohjemassa esitettyä arviointisuunnitelmaa oli täsmennettävä.

### 3.4.3 Yhteysviranomaisen lausunnon huomioiminen arviointiselostuksessa

Yhteysviranomaisen lausunnossaan esille tuomat asiat ja niiden huomioon ottaminen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa sekä mahdollinen viittaus asianomaiseen kohtaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa on esitetty taulukossa 3-1.

### 3.4.4 Arviointiselostus

Yhteysviranomainen tiedottaa ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistumisesta kuulutuksella noudattaen samaa periaatetta kuin arviointiohjemavaiheessa. Kuulutuksessa asetetaan määräaika (1–2 kuukautta) mielipiteiden ja lausuntojen toimittamiseksi yhteysviranomaiselle.

Yhteysviranomainen pyytää lausunnot keskeisiltä viranomaistahoilta samoin kuten ohjelmavaiheessa. Mielipiteen selostuksesta ja tehtyjen selvitysten riittävydestä saavat antaa kaikki ne, joihin hanke saattaa vaikuttaa. Viranomainen kokoaa mielipiteet ja lausunnot yhteen ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa selostuksesta ja sen riittävydestä.

### 3.4.5 Arviointimenettelyn päättymisen

Ympäristövaikutusten arviointimenettely päättyy, kun yhteysviranomaisena toimiva Pohjois-Karjalan ELY-keskus antaa lausuntonsa arviointiselostuksesta kahden kuukauden kuluessa nähtävillä oloajan päättymisestä. Arvioinnin kir-

Taulukko 3-1. Yhteysviranomaisen arviointiohjelmasta antaman lausunnon huomioon ottaminen YVA:ssa.

| Yhteysviranomaisen lausunnon kohta                                                                                                                                                    | Käsittely YVA-selostuksessa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hankekuvaus</b>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Arviointiselostuksessa tulee vaihtoehdon VE 0+ osalta esittää seurantaohjelma ja kriteerit, jotka edellyttäisivät aktiivisten kunnostustoimien käynnistämistä.                        | Alustavat kunnostustoimenpiteiden tarpeen arvioinnissa käytettävät kriteerit on esitetty kappaleessa 4.2.1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Peittämisvaihtoehtojen osalta menetelmään ja käytettäviin peittomateriaaleihin liittyvät riskit, eristysteho sekä haitta-aineiden kulkeutuminen materiaalien läpi.                    | Tiedot on esitetty kappaleessa 21.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Ruoppausmassojen mahdollisen väliarastoinnin, kuljetuksen ja käsittelyn tarkempi kuvaus.                                                                                              | Tiedot on esitetty kappaleessa 4.4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Virtausolosuhteiden muuttamisen kytkeminen muuhun hankevaihtoehtoon.                                                                                                                  | Virtausolosuhteiden muuttaminen voi periaatteessa toteutua omana ratkaisunaan tai yhdessä peittämisen tai ruoppauksen kanssa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Ympäristön nykytila</b>                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Voimakanan juoksutusten ja Huruslahden syvänteiden hape-<br>tusten vaikutusta se-dimentin erosioutumiseen ja haitta-aineiden<br>kulkeutumiseen.                                       | Voimakanan juoksutukset ja syvänteiden hapetus vaikuttavat Huruslahden eteläosan sekä syvänteiden veden liikkeisiin, mutta vaikutusta haitta-aineiden kulkeutumiseen ei ole olemassa olevan tiedon perusteella ole pystytty tarkemmin arvioimaan. Erilaisissa virtaama- ja sääolosuhteissa juoksutuksen ja hapetuksen vaikutukset voivat erota merkittävästikin. Vaikutusten selvittäminen edellyttäisi laajoja hydrologisia ja vesikemiallisia tutkimuksia Huruslahden alueella. |
| Haukiveden pohjois-osan pohjaeläinseurannan näyteasemien tulosten hyödyntäminen.                                                                                                      | Tiedot on esitetty kappaleessa 8.1.4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Vesialueiden kalastotietojen laajentaminen ohjelmassa esitetystä. Huruslahden kalaston kuvaus.                                                                                        | Tiedot on esitetty kappaleessa 8.1.2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Organotinojen pitkäaikaisvaikutukset eliöstössä sekä Huruslahden sedimentissä esiintyvien muiden haitallisten aineiden kuvaus.                                                        | Haitta-aineiden ominaisuuksia on kuvattu kappaleessa 5.3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kaloissa todettujen pitoisuuksien osalta tulee esittää ne raja-<br>arvot, jotka aiheuttavat esim. kalojen syöntirajoituksia tai riskin<br>ihmisen terveydelle.                        | Tiedot on esitetty kappaleessa 13.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Mahdolliset riskit Savonlinnan kaupungin vedenoton osalta.                                                                                                                            | Arvio on esitetty kappaleessa 12.4. Huruslahden sedimentin haitta-aineista ei muodostu riskiä Savonlinnan kaupungin vedenotolle missään hankevaihtoehdossa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Vesilintujen ja kalaa ravintonaan käyttävien lintulajiston osalta nykytilakuvausta tulee täydentää.                                                                                   | Tiedot on esitetty kappaleessa 9.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Uhanalaisten lajien ja luontotyyppien esiintyminen alueella.                                                                                                                          | Tiedot on esitetty kappaleessa 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kalastuksen osalta arviointiohjelmassa esitettyjä tietoja tulee täydentää ja tarkentaa. Kalastusmuodot, -määrät ja saalismäärät eri osa-alueilla.                                     | Tiedot on esitetty kappaleessa 15.1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Pohjois-Savon maakuntakaavan osalta on huomioitava Huruslahteen johtava laivaväylä, lahden ylittävän sähkönsiirtolin-<br>ja, valtatie 23 sekä Stora Enson tehtaille johtava sivurata. | Tiedot on esitetty kappaleessa 18.1.2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Ympäristövaikutusten arvioinnin toteuttaminen</b>                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Arvioinnissa käytettäviä aineistoja, lisäselvityksiä, arviointime-<br>netelmiä ja niihin liittyviä epävarmuustekijöitä ei ole riittävästi<br>kuvattu.                                 | Yhteenvedo keskeisimmistä arvioinnissa käytetystä lähtöaineis-<br>tosta ja selvityksistä on esitetty kappaleessa 5.1. Arvioinnissa<br>käytetyt aineistot, menetelmät sekä epävarmuustekijät on kuvat-<br>tu arviointikokonaisuuksittain omissa kappaleissaan.                                                                                                                                                                                                                     |
| Olemassa oleva tieto, tietolähteet ja selvitykset sekä niiden saata-<br>vuus tulee esittää tarkemmin.                                                                                 | Tiedot on esitetty lähdeluettelossa selostuksen lopussa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Vaikutukset vesienhoitosuunnitelman tavoitteiden toteutumi-<br>seen.                                                                                                                  | Tiedot on esitetty kappaleessa 7, 8 ja 22.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Chironomus</b> -suvun surviaissääskien hampaiston epämuodostu-<br>mien selvittäminen.                                                                                              | Arvioinnissa käytettiin olemassa olevaa aineistoa surviaissääsken<br>hampaiston epämuodostumien esiintymisestä hankealueel-<br>la, jonka todettiin olevan riittävä arvioinnin toteuttamiseksi.<br>Tutkimusmenetelmän ongelma on, ettei havaittujen hampaiston<br>epämuodostumien syytä ole kyetty luotettavasti yksilöimään<br>organotinojen aiheuttamaksi.                                                                                                                       |

| <b>Yhteysviranomaisen lausunnon kohta</b>                                                                                                                                                                                 | <b>Käsittely YVA-selostuksessa</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Haitallisia aineita sisältävien sedimenttien ekotoksisuuden arviointi laboratorio-olosuhteissa.                                                                                                                           | Sedimentin ekotoksisuuskokeita ei tehty laboratoriossa, koska käytettävissä olevien tietojen todettiin olevan riittävät sedimentin haitallisuuden arvioimiseksi nykytilanteessa. Huruslahden sekä muiden osa-alueiden pohjaeläimistön elinolosuhteisiin vaikuttavat haitta-aineiden lisäksi useat muut tekijät, kuten happitilanne ja pohjan rakenne. Laboratoriotestillä ei olisi siten saatu riittävää kuvaa pohjaeläimistön todellisista elinolosuhteista.                                                                                                                                                                                   |
| Toksisuustestit muikun mädin osalta.                                                                                                                                                                                      | Muikkua ei esiinny nykytilanteessa merkittävästi Huruslahden alueella tai aivan Haukiveden pohjois-osassa, jossa merkittävimmät vedenlaatuvaikutukset ja muut ympäristön fyysisen tilan muutokset todennäköisesti ilmenevät. Muikku kutee matalaan veteen kovalle pohjalle. Muikun mädin ei siten oleteta Haukivedellä altistuvan organotinayhdisteille, jotka leviävät pääasiassa kiinto-aineeseen sitoutuneena syväväylän alueelle. Haukivedellä muikusta ei ole havaittu kuin hyvin pieniä organotinapitoisuuksia. Näistä syistä johtuen muikun mädin toksisuustesteillä ei todettu saavutettavan arvioinnin kannalta olennaista lisätietoa. |
| Kaloissa havaittujen epämuodostumien selvittäminen.                                                                                                                                                                       | Kaloissa esiintyviä epämuodostumia havainnointiin kalojen haitta-ainepitoisuuksien selvittämiseksi tehtyjen kalastusten yhteydessä. Saaliiksi saaduissa kaloissa ei havaittu epämuodostumia. Laajemmin epämuodostumia olisi mahdollista selvittää esimerkiksi osana Haukiveden yhteistarkkailun puitteissa tehtäviä koekalastuksia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Haitta-aineiden kertyminen saimaannorpan kudoksiin kudospankkinäytteiden analysoinnilla.                                                                                                                                  | Kaloissa todettujen pitoisuuksien sekä organotinojen biokertyvyyskerrointen perusteella laskettuna on selvää, ettei saimaannorpalle tule aiheutumaan vaikutuksia haitta-aineiden kertymisestä. Kudospankkinäytteiden analysointi ei olisi tuonut ei olisi tuonut olennaista lisätietoa haitta-aineiden kertymiseen, koska eläinten kokeman altistumisen voimakkuutta ja kestoja ei olisi saatu selville kudospitoisuuksien perusteella.                                                                                                                                                                                                         |
| Riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelman päivittäminen.                                                                                                                                                             | Riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelma päivitettiin hankkeen puitteissa vuonna 2012 (Esko Rossi Oy 2012) ja se toimi keskeisenä arvioinnissa käytettynä aineistona.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Vaikutusten arviointi luontotyyppien osalta                                                                                                                                                                               | Tiedot on esitetty kappaleessa 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Huruslahden sedimenttien haitallisten aineiden yhteisvaikutukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä.                                                                                                                        | Tarkasteltu vaikutuksittain selostuksen osan II kappaleissa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Ruopattujen massojen mahdollinen välivarastointi ja jatkokäsittely kuuluvat hankkeen kokonaisuuteen ja niistä aiheutuvat vaikutukset, kustannukset ym. kuuluvat vaikutusten arviointikokonaisuuteen ja ne tulee arvioida. | Ruoppausmassojen esikäsittelyvaihtoehtoja on kuvattu kappaleessa 4.4 ja esikäsittelyn vaikutuksia selostuksen osan II kappaleissa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Hankkeen vaikutusten arvioiminen vesien hoidon suunnittelun tavoitteiden toteutumisen kannalta.                                                                                                                           | Arviointi on esitetty kappaleissa 8 ja 22.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Melu- ja mahdolliset pöly- ja hajuhaitat tulee arvioida.                                                                                                                                                                  | Melu-, pöly- ja hajuhaitat on arvioitu kappaleessa 20.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Massojen loppusijoittamisen tai muualla vaarattomaksi tehtävän käsittelyn vaikutukset tulee arvioida.                                                                                                                     | Ruoppausmassojen loppusijoittamisen osalta on tarkasteltu massojen kuljettamista Riikinnevan jätekeskukseen loppusijoitettavaksi. Massojen käsittely- ja loppusijoittaminen Riikinnevan jätekeskuksessa on jätekeskukseen toimintaa, eikä sen vaikutusten arviointi kuulu tämän hankkeen piiriin. Mikäli massojen loppusijoittaminen edellyttää jätekeskuksen laajentamista tai toiminnan muutosta, tulee sen vaikutukset tarvittaessa arvioida jätekeskuksen osalta tehtävässä YVA-menettelyssä.                                                                                                                                               |
| Poistettavien massojen kuljetusreitit ja mahdolliset sijoituspaikat, liikennemäärät ja kuljetusajankohdat tulee kuvata ja arvioida vaikutukset reittien varrella asuviin ihmisiin.                                        | Tiedot on esitetty kappaleessa 17.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Laiva- ja veneliikenteen tarkastelu.                                                                                                                                                                                      | Hankkeessa suunnitellaan toteutettavaksi aktiivisia toimenpiteitä ainoastaan Huruslahden alueella, jolla ei tapahdu merkittävää laiva- tai veneliikennettä. Huruslahden alapuolisilla vesialueilla tapahtuvaan vesiliikenteeseen hankkeella ei ole vaikutuksia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin kyselylomake tulee liittää arviointiselostukseen.                                                                                                                                     | Kyselylomake on selostuksen liitteenä.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Hankkeen toteutuksesta aiheutuvien mahdollisten onnettomuus- ja häiriötilanteiden vaikutusten arviointi.                                                                                                                  | Hankevaihtoehtojen päästöjen arvioinnissa on huomioitu mahdollisessa poikkeustilanteessa aiheutuva päästö. Poikkeustilanteessa aiheutuvan päästön vaikutukset vedenlaatuun ja vesielistöön on arvioitu kappaleissa 7 ja 8.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Selkeän seurantaohjelman esittäminen vaihtoehdon VE 0+ osalta.                                                                                                                                                            | Vaihtoehtoon VE 0+ ehdotettu seurantaohjelma on esitetty kappaleessa 4.2.2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

jallisia lopputuotoksia ovat arviointiselostus ja yhteysviranomaisen siitä antama lausunto. Nämä asiakirjat tulee myöhemmin liittää hankkeelle mahdollisesti haettavan ympäristöluvan lupahakemukseen.

### 3.5 Kansalaisten ja sidosryhmien mahdollisuudet osallistua arviointityöhön

Kansalaiset, joiden elinolosuhteisiin tai etuihin hanke vaikuttaa, sekä hankkeeseen liittyvät sidosryhmät muodostavat arviointityöhön osallistuessaan olennaisen osan ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja tuovat usein arvokasta tietoa arvioinnin suunnitteluun ja toteutukseen liittyen. Yhteysviranomaisen vastuulla on huolehtia siitä, että osallistuminen ja vuorovaikutus tulevat hoidettua lainsäädännön sekä hankkeen erityispiirteet ja vaikutusaluehuomioiden asianmukaisella tavalla.

Huruslahden YVA-menettelyssä osallistuminen pyrittiin mahdollistamaan kuuluttamalla arviointimenettelyn käynnistymisestä vaikutusalueen kuntien lehdissä, ELY-keskuksen Internet-sivuilla sekä hanketta varten perustetulla sivustolla. Ohjelman julkaisuvaiheessa 15.3.2012 järjestettiin Varkaudessa kaikille avoin yleisötilaisuus, jonka aikana osallistujat saivat kommentoida arviointiohjelmaa ja esittää hankkeeseen liittyviä mielipiteitään hankkeesta vastaavalle sekä yhteysviranomaiselle. Mielipiteitä oli mahdol-

lisuus jättää myös suoraan yhteysviranomaiselle sekä hankkeesta vastaavalle, joiden yhteystiedot oli esitetty arviointiohjelmassa sekä hankkeen Internet-sivuilla.

### 3.6 Tiedotus arviointimenettelyn aikana

Tiedottaminen arviointimenettelyn aikana toteutettiin hanketta varten perustetuilla Internet-sivuilla, ELY-keskuksen Internet-sivuilla, vaikutusalueen sanomalehdissä julkaistuilla kuulutuksilla sekä yleisötilaisuuksien yhteydessä. Yhteysviranomaisen vastuulla on järjestää YVA-menettelyyn liittyvät viralliset kuulemiset YVA-laissa säädettyllä tavalla.

### 3.7 YVA-menettelyn ja hankkeen aikataulu

Tämän hankkeen ympäristövaikutusten arviointiohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle helmikuun 2012 lopussa, jolloin YVA-menettely virallisesti käynnistyi. Yhteysviranomaisen kuulutti ohjelman vireille tulosta 8.3.2012. Tämä ympäristövaikutusten arviointiselostus jätettiin yhteysviranomaiselle toukokuussa 2013. Jatkotoimiin liittyvät päätökset voidaan tehdä, kun YVA-menettely on saatu päätökseen.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 3-2) on esitetty arviointimenettelyn aikataulu.

Taulukko 3-2. YVA-menettelyn aikataulu.

|                                                                                                                                                     |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Arviointimenettelyn alkaminen:</b><br>Hankkeesta vastaava toimittaa <b>arviointiohjelman</b> yhteysviranomaiselle                                | Helmikuu 2012               |
| <b>Kuuleminen:</b><br>Yhteysviranomaisen kuuluttaa (8.3.2012), pyytää lausunnot ja antaa lausunnon arviointiohjelmasta                              | Maaliskuu-Toukokuu 2012     |
| <b>Arviointiselostuksen laatiminen:</b><br>Hankkeesta vastaava tekee selvitykset, laatii arviointiselostuksen ja toimittaa sen yhteysviranomaiselle | Huhtikuu 2012-Toukokuu 2013 |
| <b>Kuuleminen:</b><br>Yhteysviranomaisen kuuluttaa arviointiselostuksen ja pyytää lausunnot                                                         | Touko-kesäkuu 2013          |
| <b>Arviointimenettelyn päättyminen:</b><br>Yhteysviranomaisen antaa lausunnon arviointiselostuksesta. Arviointimenettely päättyy                    | Syyskuu 2013                |

# 4. Huruslahden kunnostusvaihtoehdot

## 4.1 Haitta-aineiden kulkeutumisen vähentämisen vaihtoehdot

Hankkeen tavoite on Varkauden kaupungissa sijaitsevan Huruslahden pilaantuneiden sedimenttien kulkeutumisen vähentäminen alapuolisille vesistöalueille. Kulkeutumisen vähentämiseksi tarkasteltiin pilaantuneiden sedimenttien kunnostusta vaihtoehtoisilla menetelmillä. Tarkasteltavia kunnostusmenetelmiä ovat ruoppaus ja peittäminen. Lisäksi tarkasteltiin yhtenä vaihtoehtona Huruslahden virtausolosuhteiden muuttamista, jolla olisi tarkoitus vähentää virtaavan veden aiheuttamaa sedimentin kulkeutumista. YVA-lain mukaisesti tarkasteltiin myös niin sanottua nollavaihtoehtoa sekä niin sanottua monitoroitua nollavaihtoehtoa. Vaihtoehdot on kuvattu tarkemmin jäljempänä.

## 4.2 Nykyisen tilanteen säilyttäminen ja hallittu seuranta

### 4.2.1 YVA-lain mukainen nollavaihtoehto (VE 0)

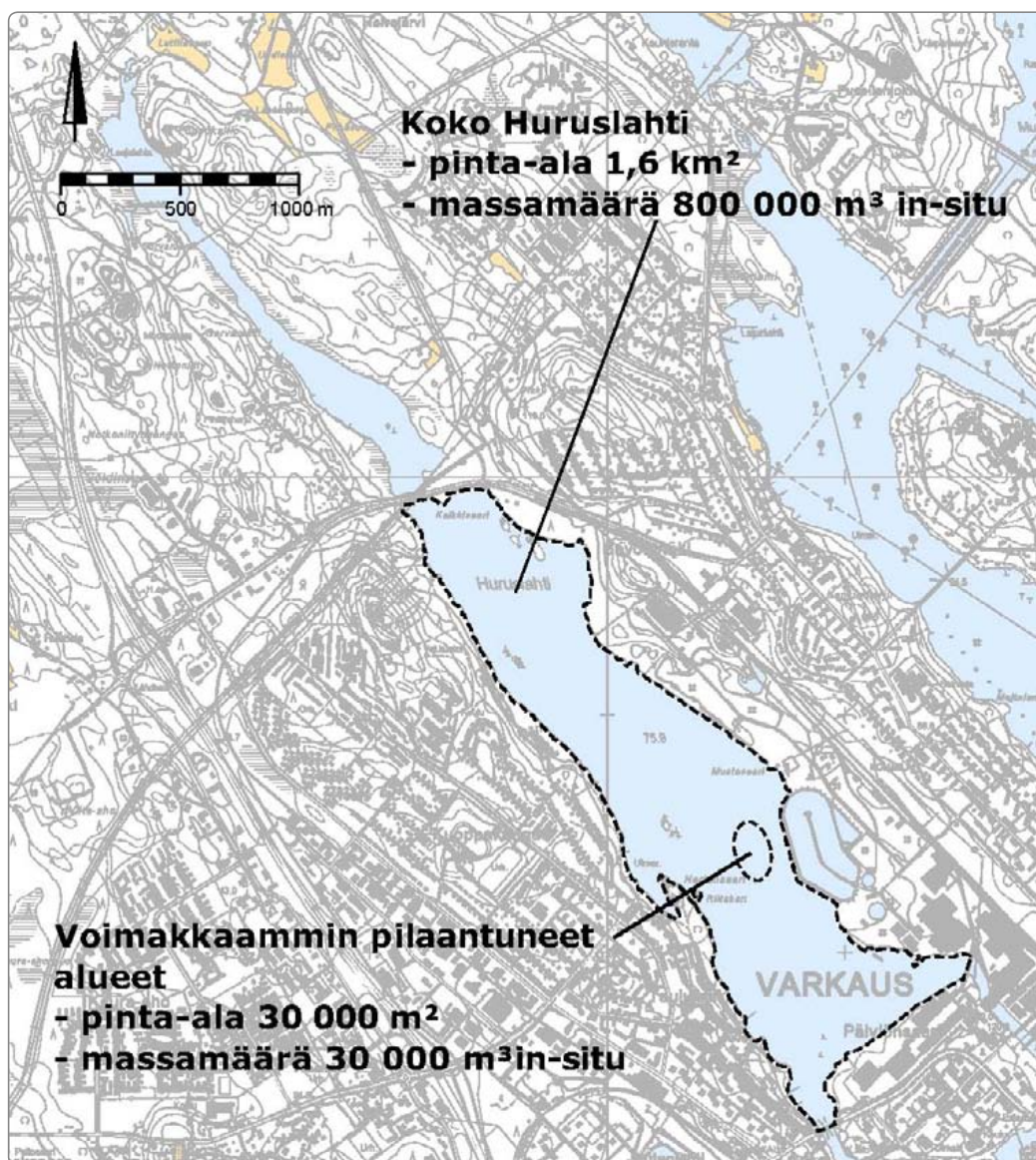
Nykyisen tilanteen säilyttäminen tarkoittaa YVA-lain mukaista niin sanottua nollavaihtoehtoa. Nollavaihtoehdossa sedimenttejä ei kunnosteta, vaan tilanne jatkuu nykyisellään. **VE 0**-vaihtoehdossa pilaantuneiden sedimenttien aiheuttamaa kuormitusta alapuoliseen vesistöön ja ympäristö- sekä terveysvaikutuksia tarkastellaan sekä nykytilassa että pitkällä aikavälillä.

Haitta-aineiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön kehittyä luontaisten tekijöiden seurauksena. Vuoden 2009 tutkimuksissa Huruslahden vedestä kahdelta syvyydeltä analysoidut organotinapitoisuudet olivat alle määrittäysrajan (1 ng/l). Aiemmassa tutkimuksessa vuodelta 2008 Huruslahden vesinäytteessä oli havaittu pieni TBT -pitoisuus (1,2 ng/l). Alapuoleisella Siitinselän alueella välillä Huruslahti-Tahkosalmi pitoisuudet ovat olleet alle määrittäysrajan. Vesianalyysien ja liukoisuustestien tulosten pe-

rusteella on ilmeistä, että organotinoja kulkeutuu alapuoliseen vesistöön lähinnä kiintoainekseen kiinnittyneinä.

Kiintoaineen mukana kulkeutumista laskettiin Voimakanavan ja Pirtinvirran vesissä todettujen kiintoainepitoisuuksien, sedimenttikeräimiin kertyneen kiintoaineen organotinapitoisuuksien ja Pirtinvirran keskivirtaaman 90 m<sup>3</sup>/s mukaan. Veden kiintoainepitoisuus on Pirtinvirrassa normaalisti kylmänä vuodenaikana hyvin pieni, < 1 mg/l, mutta avovesiaikana kiintoaineen määrä lisääntyy levien lisääntymisen takia ollen kesällä 3-4 mg/l (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2012, 2012b). Voimakanavassa kiintoainepitoisuus on tyypillisesti sama tai hieman pienempi kuin Pirtinvirrassa. Keskimääräinen kiintoainepitoisuus on Pirtinvirrassa noin 2 mg/l, mikä pitoisuusvaihteluunkin perusteella koostuu pääosin levämassasta. Kun oletetaan, että kiintoaineesta puolet on voimakanavasta suoraan Pirtinvirtaan kulkeutunutta, niin kontaminoitunutta kiintoainesta voi olla enintään noin 1 mg/l. Huruslahden sedimenttikeräimiin 10 ja 18 metrin syvyyksissä kertyneessä kiintoaineessa on ollut organotinoja 622 – 1107 µg/kg keskimääräisen pitoisuuden ollessa 810 µg/kg. Suurimmat pitoisuudet olivat 18 metrin syvyydestä, mutta matalammasta syvyydestä (10 m) määritetty pitoisuus kuvaa todennäköisesti paremmin Huruslahdesta Pirtinvirtaan kulkeutuvaa kiintoainetta.

Taulukossa 4-1 esitetyn laskelman perusteella Pirtinvirrasta Haukiveteen kulkeutuva organotinojen kokonaismäärä on nykytilanteessa noin kaksi kilogrammaa vuodessa. Elohopean pitoisuus Huruslahden sedimentissä on pienempi kuin organotinojen pitoisuus joten on ilmeistä, että elohopeaa kulkeutuu Pirtinvirran kautta vähemmän kuin organotinoja. Elohopea kulkeutuu yleensä huomattavalta osin myös liukoisessa muodossa, mutta Huruslahden vedestä tehtyjen elohopeamääritysten tarkkuus 0,05 µg/l ei ollut riittävä kulkeutumisen laskemiseksi.



Kuva 4-1. Huruslahden alue sekä lahden voimakkaammin pilaantuneet alueet.

Taulukko 4-1. Organotinojen kulkeutuminen Pirtinvirrasta Haukiveteen nykytilanteessa. Pirtinvirran keskivirtaama 90 m<sup>3</sup>/s ja Huruslahden sedimenttiperäinen kiintoainepitoisuus 1 mg/l.

| Organotinapitoisuus Huruslahdesta lähtevässä kiintoaineessa µg/kg | Huruslahdesta kulkeutuvan kiintoaineen määrä Pirtinvirrassa t/a | Huruslahdesta kulkeutuvan kiintoaineen määrä Pirtinvirrassa m <sup>3</sup> /a | Alavirtaan kulkeutuva organotinamäärä kg/a |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 620                                                               | 2 800                                                           | 1 900                                                                         | 1,8                                        |
| 810                                                               | 2 800                                                           | 1 900                                                                         | 2,3                                        |

#### 4.2.2 Tehostettu tarkkailu (VE 0+)

**VE 0+** -vaihtoehto tarkoittaa monitoroitua luontaista puhdistumista. Se on kuten VE 0, mutta sisältää järjestelmällisen Huruslahden ja alapuolisen vesistön laadun seurannan. Jos seurannassa havaitaan laatumuutoksia, voidaan myöhemmin ryhtyä aktiivisiin kunnostustoimenpiteisiin. Seurannalla tarkoitetaan Huruslahden sekä alapuolisten vesistöalueiden sedimentin haitta-aineiden, vedenlaadun sekä kalojen ja muun vesieliöstön säännöllistä tarkkailua.

Sedimentin haitta-ainepitoisuuksia voidaan tarkkaila ottamalla Huruslahdesta ja alapuolisilta vesialueilta sedimenttinäytteitä ja analysoimalla niistä haitta-ainepitoisuudet. Tällä tavoin voidaan seurata sedimentin haitta-aineiden luontaista hajoamista sekä kulkeutumista. Vedenlaadun seuranta käsittää vesinäytteiden ottamista sekä haitta-ainepitoisuuksien analysoimista muiden vedenlaatumuuttujien ohella. Vedenlaadun seurannalla voidaan varmistaa, etteivät haitta-aineiden pitoisuudet vedessä pääse nousemaan, mistä voisi aiheutua vaikutuksia mm. vesieliöihin sekä vesistöjen virkistyskäyttömahdollisuuksiin. Kalojen ja muiden vesieliöiden osalta seurantaan voi sisäl-

tyä mm. koekalastuksia kalaston koostumuksen sekä kalojen haitta-aineiden selvittämiseksi, pohjaeläintutkimuksia sekä muita tarpeelliseksi katsottavia vesistöjen ekologista tilaa selvittäviä tutkimuksia. Monitorointia tulee toteuttaa vuosia tai jopa vuosikymmen ja vasta jatkuvalla seurannalla voidaan arvioida tarpeellinen seuranta-ajanjakso.

Huruslahden tapauksessa mahdollisia seurantaparametreja ovat mm.:

- kiintoaineen ja sen mukana haitta-aineiden kulkeutuksen seuranta (mm. organotinayhdisteiden leviämisen seuranta passiivikeräimillä, esim. Chemcatcher®)
- sedimentin haitta-ainepitoisuuksien luontaisen hajoamisen seuranta
- ympäristön eri osien (sedimentti, vesi, eliöt; ml. haitta-ainepitoisuudet) fysikaalis-kemialliset mittaukset (mm. pitoisuuksien kehitys ravintoverkossa)
- biologiset kartoitukset eliöyhteisön (kalasto, pohjaeläimet) rakenteesta ja toiminnasta
- ekotoksisuuden arviointi biotestien ja biomarkkereiden avulla

##### Alustava tehostetun tarkkailun seurantaohjelma vaihtoehdossa VE 0+

Seurantaohjelman mukaiset määritykset päästöstä lukuun ottamatta tehdään jokaisella tarkasteluosa-alueella sekä mahdollisella tausta-alueella. Osa-alueet on esitetty kuvassa 5-3.

|                                       |                                                                                                                |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sedimentin haitta-ainepitoisuus       | Kerran vuodessa, 5-10 näytepistettä / osa-alue.<br>Näytteenotto 0,5 metrin syvyyteen asti sedimenttiprofilissa |
| Päästön määrittäminen:                | Kiintoaineen ja virtaaman määrittäminen Pirtinvirran vedestä 4 kertaa vuodessa. Haitta-ainemäärittäminen       |
| Pohjaeläinten haitta-ainepitoisuudet: | Kerran vuodessa / osa-alue                                                                                     |
| Kalojen haitta-ainepitoisuudet:       | Kerran vuodessa / osa-alue                                                                                     |
| Kalaston rakenne:                     | Kerran kolmessa vuodessa / osa-alue                                                                            |
| Pohjaeläinyhteisön rakenne:           | Kerran kolmessa vuodessa / osa-alue                                                                            |
| Sedimentin ekotoksisuustestit:        | Seurannan alussa kerran / osa-alue, sen jälkeen harkinnan mukaan tarvittaessa                                  |
| Riskinarvion päivitys:                | Tarvittaessa, vähintään kerran viidessä vuodessa                                                               |

Seurantaan varten tulee määritellä riskialueet, joilla edellä esitettyjä parametrejä seurataan. Alueita voivat olla esimerkiksi vuoden 2010 riskinarviossa määritellyt sekä myös tässä YVA:ssa käytetyt tarkasteluosa-alueet (Kuva 5-3). Seurantaan tulee ottaa mukaan myös yksi tai useampia ns. tausta-alueita, joilla voidaan seurata ympäristön ja eliöstön luontaisia muutoksia vastaavissa olosuhteissa. Soveltuvan tausta-alueen selvittäminen tulee tehdä huolella, jotta se palvelee tarkoitustaan antamalla vertailukelpoista tietoa.

Seurantaparametrien perusteella voidaan määritellä tavoitteita ja kriteerejä, joiden ylittyminen tai toteuttaminen edellyttää aktiivisten kunnostustoimien käynnistämistä, esimerkiksi:

- Merkittävät muutokset vallitsevissa ympäristöolosuhteissa
- Sedimenttiperaisten päästöjen olennainen lisääntyminen
- Haitta-ainepitoisuuksien olennainen kasvu ranta-alueilla
- Maankäytölliset muutokset
- Kalojen epämuodostumien yleistyminen
- Merkittävät uudet tiedot haitta-aineiden ominaisuuksiin tai eliöstövaikutuksiin liittyen
- Virtausten lisääntyminen sään ääri-ilmiöiden seurauksena
- Vesienhoidollisten tavoitteiden perusteella tai tavoitteiden muuttuessa
- Mahdolliset uudet tekniset kunnostusratkaisut
- Luontaiseen kehitykseen liittyvien epävarmuuksien poistaminen

### 4.3 Peittämisvaihtoehdot (ve 1)

Vaihtoehtona **VE 1A** tarkasteltiin Huruslahden syvänteissä sijaitsevien pilaantuneimpien sedimenttialueiden (Kuva 4-1) peittämistä, millä vähennetään haitta-aineiden vapautumista veteen peittokerroksen alle jäävistä pilaantuneista sedimenteistä. Huruslahden syvänealueilla sijaitsevien voimakkaimmin pilaantuneiden alueiden pinta-alaksi on arvioitu 30 000 neliometriä ja pilaantuneiden sedimenttien määräksi 30 000 kuutiometriä. (Ramboll Finland Oy & Esko Rossi Oy 2010).

Vaihtoehtona **VE 1B** tarkastellaan koko Huruslahden alueen peittämistä. Koko Huruslahdella tarkoitetaan tässä rautatiekannaksen eteläpuolelle rajoittuvaa Huruslahden osaa. Koko Huruslahden pinta-ala on noin 1 600 000 neliometriä ja pilaantuneiden sedimenttien määrä noin 800 000 kuutiometriä.

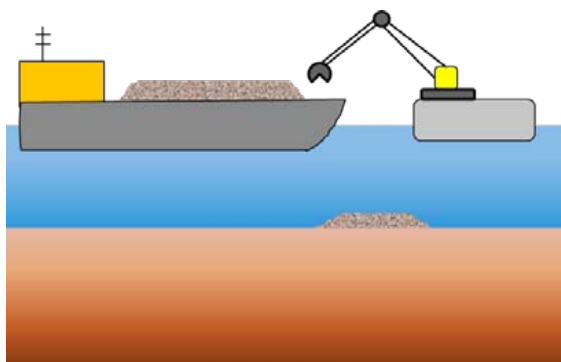
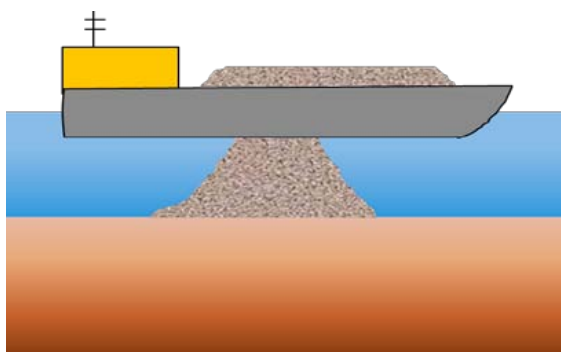
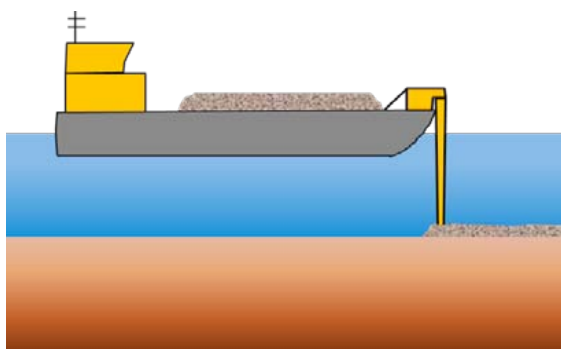
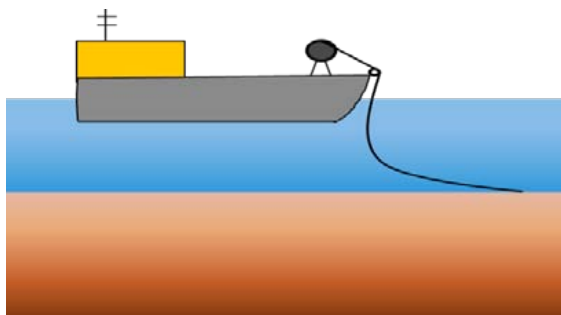
Peittämisellä tarkoitetaan puhtaiden maiden (hiekkasora) tai muun sopivan eristemateriaalin (mahdollisesti yhdistetty geotekstiiliin kuten suodatinkankaaseen) tai reaktiivisen peittomateriaalin (esim. Aquablock) tuomista pilaantuneiden sedimenttien päälle. Kerrospaksuus ja käytettävä peittomateriaali riippuvat paikallisista olosuhteista, kuten pilaantumistasesta, vaadittua vesisyvyydestä ja virtausolosuhteista. Peittämisellä voidaan nopeasti eristää haitta-aineet muusta ympäristöstä ja siten pienentää eliöiden altistumista. Peittämistä voidaan harkita alueella, jossa pilaantuneen sedimentin häiriintyminen aiheuttaa suuren riskin haitta-aineiden vapautumiselle.

Peittäminen voidaan teknisesti toteuttaa esimerkiksi kauhalevityksenä tai tarkoitusta varten kehitetyillä aluksilla. Myös geotekstiilin levitykseen pohjaan on kehitetty oma ratkaisunsa. Oheisessa kuvassa (Kuva 4-2) on esitetty joitakin vaihtoehtoja peittämiseen toteutukseen.

Pääosa Huruslahden sedimentistä on arvioitu olevan akkumulaatiovyöhykettä, jossa hiekkaa hienommat ainekset kerrostuvat jatkuvasti ja pysyvästi (FCG, 2010). Tämän perusteella peittäminen voisi soveltua Huruslahden alueelle. Peittäminen voidaan toteuttaa Huruslahdessa alueilla, joissa pohjan kaltevuus on enintään 1:3. Pilaantuneiden sedimenttien päälle levitetään esimerkiksi tarkoitukseen sopiva geotekstiili, jonka päälle levitetään karkeahko kiviaineskerros (Ø 100 – 150 mm), yhteensä noin 500 mm.

Peittämisessä käytettäviä kiviaineksia tarvitaan vaihtoehdossa VE 1A noin 15 000 kuutiometriä ja vaihtoehdossa VE 1B noin 800 000 kuutiometriä. Peittomateriaalien tuominen paikalle edellyttää vaihtoehdossa VE 1A noin 750 täysperävaunukuormaa ja vaihtoehdossa VE 1B noin 40 000 täysperävaunukuormaa. Peittämisessä aiheutuu tilantarve maa-alueella peittämismateriaalin kuljetuksiin liittyvän logistiikan ja välivarastoinnin järjestämiseksi. Tilantarpeen on arvioitu vaihtoehdossa VE 1A olevan noin 0,5 hehtaaria ja vaihtoehdossa VE 1B noin 2 – 3 hehtaaria. Peittäminen kestää vaihtoehdossa VE 1A noin 60 työvuoraa eli noin 2-3 kuukautta ja vaihtoehdossa VE 1B noin 1 600 työvuoraa. Tämä vastaa noin 7-8 vuotta.

Peittomateriaali estää kiintoainekseen sitoutuneiden haitta-aineiden leviämisen alapuolisiin vesistöihin, mutta se ei estä liukoisien elohopean kulkeutumista. Sedimentin kiintoainehävikin määrä peittämisen yhteydessä on tarkasteltu arviointioletuksilla 5 ja 10 % peitettävästä määrästä. Vastaavia päästösuusoletuksia on käytetty ruoppaukselle Kymijoen organoklooriyhdisteiden ja raskasmetallien kulkeutumistarkastelussa (Suomen ympäristökeskus, SY 334, 1999) sekä Kymijoen kunnostuksen ympäristövaikutusten arvioinnissa (Kaakkois-Suomen ELY-keskus, 2011).



Kuva 4-2. Peittämistekniikoita.

Tarkemmin päästöosuusoletuksen taustaa on avattu kapaleessa 4.7. Oletettu korkea kiintoaineen hävikkiprosentti johtuu ohuen kerroksen peittämisen yhteydessä irtoavasta materiaalista, jonka leviämistä hillitään työn aikana pysyvuuntaan asennettavilla suojaverhoilla.

Peittämisen yksikköhinnat riippuvat käytetystä materiaalista, kerrospaksuudesta ja peittotekniikasta. Niiden voidaan arvioida yllä kuvatulla rakenteella olevan luokkaa 30...40 €/m<sup>2</sup> sisältäen peittotyön ja peittomateriaalin. Lisäkustannuksia voivat aiheuttaa myös työskentely syvännealueilla. Mikäli tähän menetelmään päädyttäisiin, tulisi tehdä tarkempi kunnostussuunnitelma, jossa selvitetäisiin mm. tarkemmin virtausolosuhteet ja syvyysprofiilit kohdealueilla, joiden perusteella voidaan tehdä tarkempia kustannuslaskelmia. Menetelmän testaaminen *pilot*-mittakaavassa voisi olla jatkosuunnittelun kannalta hyödyksi. Testauksessa mielenkiinto on erityisesti karkaavan kiintoaineen määrässä sekä rakenteen pysyvyydessä eri pohjan kaltevuuksilla.

Taulukko 4-2. Peittämiskunnostusvaihtoehdon alustavat kustannusarviot.

| Alue                                 | Sedimentin pinta-ala (m <sup>2</sup> ) | Yksikköhinta (€/m <sup>2</sup> ) | Kustannukset yhteensä M€ |
|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Pilaantuneimmat alueet Huruslahdesta | 30 000                                 | 30...40                          | 1...1,5                  |
| Koko Huruslahti                      | 1 600 000                              | 30...40                          | 50...65                  |

Peitettävän pilaantuneen sedimentin määräksi on arvioitu 30 000 m<sup>3</sup> vaihtoehdossa VE 1A ja 800 000 m<sup>3</sup> vaihtoehdossa VE 1B. Peittämisen yhteydessä veteen arvioidaan sekoittuvan normaalitilanteessa sedimenttiä 5...10 % peitettävän sedimentin määrästä, jolloin sedimenttiä sekoittuu veteen 25...50 m<sup>3</sup>/d. Koko kunnostustyön aikana vapautuva sedimenttimäärä on vaihtoehdossa VE 1A 1 500...3 000 kuutiometriä ja vaihtoehdossa VE 1B 40 000...80 000 kuutiometriä. Peittämisessä voi yhden työvuoron aikana häiriötilanteessa karata 10-kertainen määrä keskiarvoon nähden eli 250 - 500 m<sup>3</sup>/d.

Karkaavan sedimentin mukana veteen leviävien organotien kokonaismääräksi muodostuu vaihtoehdossa VE 1A edellä lasketuilla kiintoainepäästöillä ja kohteena olevan pahimmin pilaantuneen sedimentin keskimääräisellä pitoisuudella 7 200 µg/kg ja yhteensä 3...6 kg. Voimakkaimmin pilaantuneiden alueiden peittämisen aiheuttama organotien päästö Haukiveteen vastaa siten 2...3 vuoden aikana normaalisti kulkeutuvaa organotinamäärää. Elohopean kokonaispäästö on vastaavasti 3 mg/kg keskipitoisuudella 1,2...2,5 kg.

Koko Huruslahden alueella havaittu organotinien keskipitoisuus on 3 500 µg/kg, jolloin vaihtoehdossa VE 1B koko Huruslahden peittämisestä aiheutuva organotinipäästö on noin 40...80 kg. Tämä vastaa nykytilanteessa Haukiveteen noin 20...40 vuoden aikana kulkeutuvaa organotinimäärää. Elohopean kokonaispäästö on vastaavasti VE 1B:ssa 1 mg/kg keskipitoisuudella 12...23 kg.

Peittämisessä vapautuva kiintoaine sisältää myös muita sedimentin haitta-aineita, joista merkittävimpiä pitoisuuksina on mitattu kuparia, nikkeliä, sinkkiä ja PAH-yhdisteitä. Näiden päästöt kunnostuksen aikana ovat Huruslahdella havaittujen pitoisuuksien mukaan laskettuna:

- Kupari: 30...60 kg (VE 1A) ja 800...1 600 kg (VE 1B)
- Nikkeli: 20...40 kg (VE 1A) ja 500...1 000 kg (VE 1B)
- Sinkki: 60...120 kg (VE 1A) ja 1 600...3 200 kg (VE 1B)
- PAH: 1...2 kg (VE 1A) ja 30...60 kg (VE 1B)

Kuparin, nikkelin ja sinkin päästömäärät laskettiin käyttäen Huruslahdella havaittua keskipitoisuutta. PAH-yhdisteiden osalta päästö laskettiin käyttäen havaittujen pitoisuuksien 90 %:n fraktiilia, koska analysoitujen näytteiden määrä oli vähäinen ja tällä saatiin varovaisuusperiaate sisällytettyä päästöarviointiin.

Töiden ajaksi peitettävät alueet voidaan suojata suojaseinällä hienoaineksen ja näin myös haitta-aineiden leviämisen estämiseksi. Suojaseinärakenteena käytetään yleensä kelluvalla puomistolla varustettua, pohjaan ankkuroitua suojaverhoa (suodatinkangas). Suojaseinärakenteen ankkuroitu ja kelluva puomisto estää myös mahdollisten kelluvien kiintoainesten sekä niiden mukana liikkuvien haitta-aineiden kulkeutumisen pintaveden liikkeiden myötä pois hankealueelta. Päästöjen kulkeutumista alavirtaan voidaan vähentää toteuttamalla kunnostustyöt sellaisina kausina, jolloin virtaamat Huruslahdesta Haukivedelle ovat pienimmillään.

Peittämisessä ei poisteta pilaantumista aiheuttaneita aineita Huruslahden alueelta, joten menetelmän osalta ei tarkasteltu haitta-aineiden vähentämisen teknistä kustannustehokkuutta.

## 4.4 Ruoppausvaihtoehdot (VE 2)

Vaihtoehtona VE 2A tarkasteltiin Huruslahden pilaantuneimpien sedimenttialueiden ja vaihtoehtona VE 2B koko Huruslahden (Kuva 4-1) ruoppaamista vaihtoehtoisilla menetelmillä. Pilaantuneimpien alueiden pinta-ala (VE 2A) on noin 30 000 neliömetriä ja pilaantuneen sedimentin määrä noin 30 000 kuutiometriä *in situ*. Koko Huruslahden pinta-ala on noin 1,6 neliökilometriä ja pilaantuneita sedimenttejä alueella on 0,5 metrin paksuisena kerroksena eli noin 800 000 kuutiometriä *in situ*. Mikäli koko Huruslahden alue ruopataan vaiheittain siten, että vuosittain ruopataan 100 000 kuutiometriä *in situ*, kestää ruoppaustyö noin 10 vuotta.

Ruoppausvaihtoehdoissa tarkasteluun sisältyi ruopattujen massojen käsittelyn ja sijoituksen tarkastelu yleisellä tasolla. YVA:ssa tarkastellaan tilannetta, jossa ruopatut massat kuljetetaan Riikinnevan jätelaitokseen Leppävirralle.

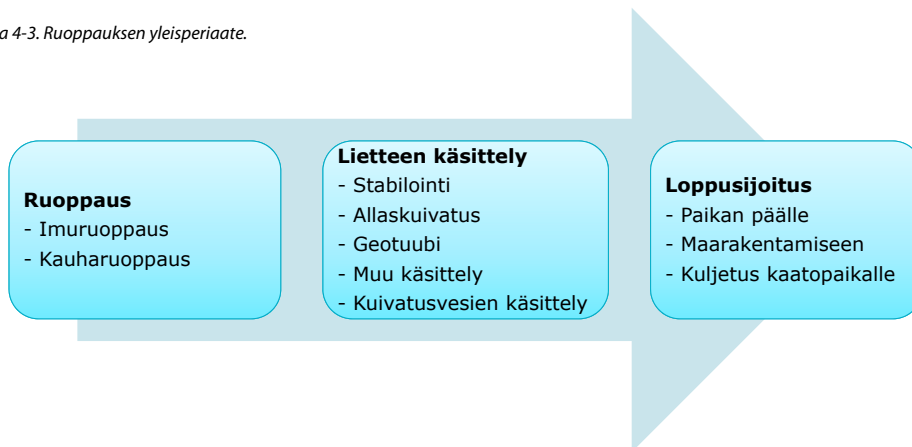
Kunnostustekniikkojen työnaikaiset vaikutukset ympäristöön ovat erilaiset riippuen massamäärästä, ruoppaustekniikasta (kauha- tai imuruoppaus, sekä erilaiset erikoistekniikat niiden sisällä), ruopattujen sedimenttien kuljettamisesta pumppaamalla, proomuilla ja/tai kuorma-autoilla esikäsitteilyyn sekä loppusijoitukseen Riikinnevan jätelaitokseen.

### 4.4.1 Ruoppausmenetelmät

Pilaantuneen sedimentin ruoppaukseen valittavan menetelmään vaikuttavat mm. sedimentin laatu, kerrospaksuus, sedimentin pilaantuneisuus, ruoppauskohteen olosuhteet, käsittely-yksikön kapasiteetti ja sen asettamat rajoitukset sedimentin vesipitoisuudelle. Ruoppausmenetelmät voidaan jakaa kauharuoppaukseen, imuruoppaukseen, pumppukauharuoppaukseen ja pneumaattiseen ruoppaukseen.

Ruoppausmenetelmistä pneumaattiseen ruoppaukseen nykyisin käytävissä oleva kalusto soveltuu vain suhteellisen mataliin vesiin. Pumppukauharuoppauksessa kiintoaineen karkaaminen on suurempaa kuin imuruoppauksessa. Kauharuoppauksen menetelmän etuna on kaivettavan massan suhteellisen pieni vesipitoisuus, mutta menetelmä soveltuu huomattavasti hienojakoisen aineksen ruoppaukseen. Tämän takia on kehitetty ns. suljettuja kauharuoppaajia, joissa kiintoaineen karkaaminen on vähäisempää kuin avokauhalla. Huruslahden kohdeolosuhteet (sedimentin laatu, virtausolosuhteet ja suuri ruoppausvyvyys) huomioiden soveltuvimmiksi menetelmiksi voidaan todeta tietyin varauksin suljettu kauharuoppaus ja imuruoppaus.

Kuva 4-3. Ruoppauksen yleisperiaate.



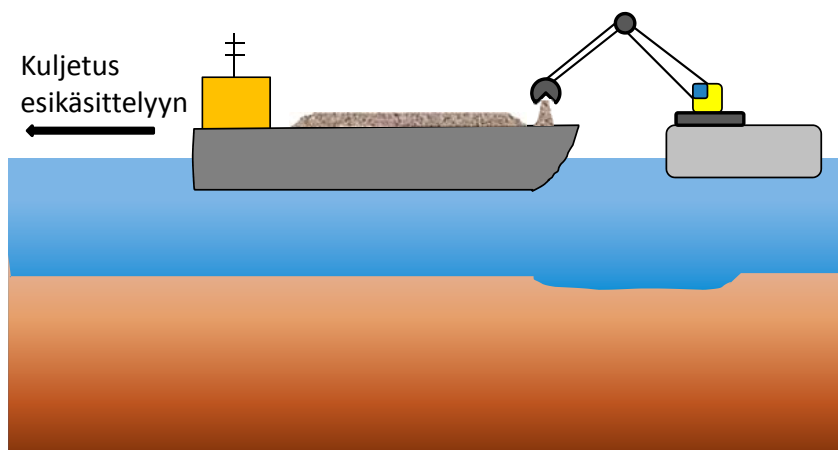
Tämän vuoksi tarkastellaan lähemmin näitä menetelmiä. On kuitenkin huomioitava, että on olemassa erilaisia jatkokehityksiä näistä menetelmistä sekä muita tekniikkoja, jotka voivat olla paremmin soveltavia Huruslahden kunnostukseen. Myös urakoitsijan kokemus ja asiantuntemus vaikuttavat kunnostustyön onnistumiseen ja kunnostuksen lopputulokseen.

#### Suljettu kauharuoppaus

Kauharuoppaus on yleisin ruoppausmenetelmä. Nykyisin on kehitetty ns. ympäristökauhoja, jotka sulkeutuvat tiiviisti ylös nostettaessa (esim. suljettu kuokkakauha ja kahmari-kauha), jolloin kiintoaineen karkaaminen on vähäisempää.

Kauharuoppauksessa poistettavat sedimentit kaivetaan kaivinkoneella, lastataan kuljetusta varten usein proo-

muun ja toimitetaan maa-alueella kuivatettavaksi joko pumppaamalla tai proomukuljetuksina. Kauharuoppaajien ruoppausteho on kohtuullinen, noin 150...300 m<sup>3</sup>/h. Pilaantuneiden massojen ruoppauksissa ruoppausteho jää kuitenkin ruoppauksen tarkkuudesta johtuen hieman alemmaksi kuin tavanomaisessa puhtaan pohjan ruoppauksessa. Kauharuoppaus tapahtuu rannalta tai kelluvalta laualta, jolloin välineenä voi olla pyörä- tai tela-alustainen kaivinkone. Käytettävissä on myös pelkästään vesistössä työskentelyyn tarkoitettuja ruoppausaluksia. Huruslahden ruoppauksessa kauharuoppauksen menetelmän haittapuolena on ruoppaussyvyys, joka on syvänealueilla 15...25 metriä. Tyypillisimmin kauharuoppaajat ulottuvat noin 15...20 metrin syvyyteen. Myös syvemmissä vesissä operointiin pystyvää ruoppauskalustoa on olemassa, esi-



Kuva 4-4. Kauharuoppauksen periaate.



Kuva 4-5 Terramare Oy:n Kahmari2 kahmariruoppaaja, jossa suljettu kauha ympäristöruoppaukseen.

merkiksi Terramare Oy:n kahmariruoppaajat, joilla on mahdollista 30...40 metrin ruoppausvyvydet. Isojen ruoppaajien kuljetus paikalle voi olla kohtalaisen suuri kustannus.

Ruoppauksessa sedimentin mukana poistetaan aina jonkin verran vettä, mistä syystä ruopattujen massojen määrä on suurempi kuin pilaantuneen sedimentin *in situ* määrä kunnostusalueella. Pilaantuneimpien alueiden kauharuoppauksessa muodostuvien ruoppausmassojen määrän on arvioitu olevan noin 45 000 kuutiometriä ja koko Huruslahden alueen noin 1 200 000 kuutiometriä. Ruopattu sedimentti sisältää noin 80...95 % vettä. Kuljetus loppusijoitukseen edellyttää sedimentin kuiva-ainepitoisuuden nostamista merkittävästi. Ruopatun massan kuivatusta on käsitelty kappaleessa 4.4.2.

### Imuruoppaus

Imuruoppauksessa pohjasta imetään alipaineen avulla vedensekaista sedimenttilietettä pinnalla olevaan ruoppausalukseen, josta liete pumpataan edelleen rannalla olevaan läjitysaltaaseen. Ruopattujen massojen läjityksessä voi muodostua vesiä, joissa on kohonneita haitta-ainepitoisuuksia ja jotka vaativat käsittelyä ennen johtamista takaisin vesistöön tai viemäriin.

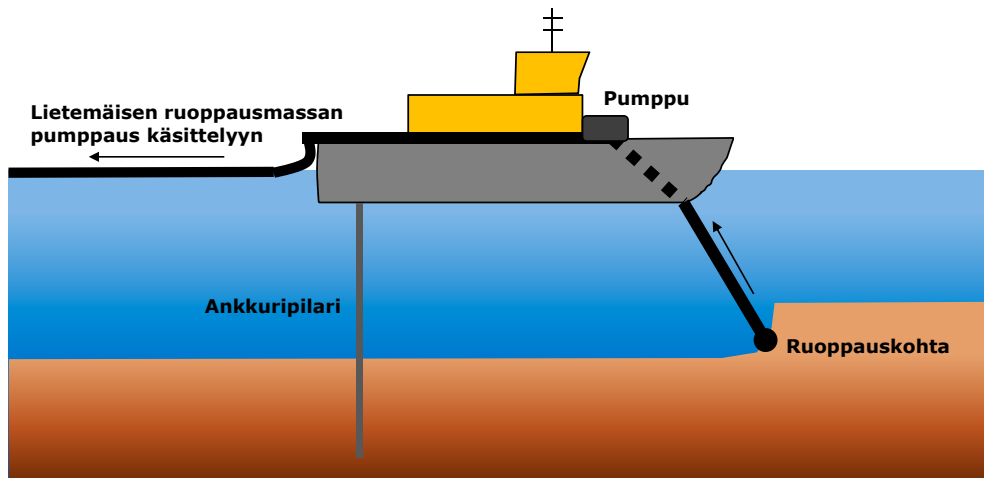
Imuruoppaus sopii hyvin Huruslahdessa esiintyvien kaltaisille erittäin hienojakoisille ja löyhille sedimenteille, joi-

ta on vaikea poistaa kaivamalla. Imuruoppauksessa samentuminen ja sedimentin sekoittuminen veteen jäävät minimiaalisiksi. Imupään liikehallinta vähentää sedimentin karkaamista. Imuruoppaajalla voidaan ruopata myös Huruslahden syvännealueilla, joissa ruoppausvyvyys on enimmillään noin 25 metriä.

Imuruoppauksen teho vaihtelee käytettävän laitteiston mukaisesti ollen tyypillisesti samalla tasolla tai hieman korkeampi kuin kauharuoppauksessa (noin 150...300 m<sup>3</sup>/h). Uudenaikaisilla laitteistoilla ruoppauksen tarkkuus on samaa luokkaa kuin kauharuoppauksessa: syvyysuuntainen ruoppaustarkkuus on tasolla  $\pm 5...30$  cm ja vaakasuunnassa tarkkuus on  $\pm 10...20$  cm. Ruoppauskaistan leveys on koneesta riippuen 20...60 m. Ruoppaustarkkuutta voi kuitenkin heikentää kohdealueen maksimiruoppausvyvydet.

Imuruoppauksessa tulee huomioda, että kaluston kuljettaminen ja kokoaminen toimintakuntoon vaativat yleensä melko korkeat lähtöinvestoinnit. Lisäksi menetelmä on herkkä mm. puiden palasille tai roskille sillä ne saattavat aiheuttaa laitteiston tukkeutumisen.

Merkittävin ero kauha- ja imuruoppaustekniikoiden välillä on ruopatun massan vesipitoisuudessa. Kauharuoppaajilla nostetaan pintaan periaatteessa samaa massaa kuin pohjassa on, kun taas imuruoppauksessa ruopattujen massojen vesipitoisuus kasvaa huomattavasti.



Kuva 4-6. Imuruoppauksen periaate.

Tämä aiheuttaa merkittävät erot kuivatusjärjestelmien tilantarpeelle eri tekniikoiden välillä.

Imuruopatus muodostuvan ruoppauslietteen määrä kasvaa suuremmasta vesimäärästä johtuen kauharuopasta enemmän ja on arvioitu, että ruopattavan sedimentin *in situ* -määrä tulee kertoa noin viidellä, jotta voidaan laskea tarvittavien läjitysalueiden suuruus. Eli vaihtoehdossa VE 2A pahimmin pilaantuneilta alueilta ruopattavasta määrästä (noin 30 000 m<sup>3</sup> *in situ*) tulee ruoppauslietettä noin 150 000 m<sup>3</sup> ja vastaavasti koko Huruslahden alueelta (VE 2B) tulee noin 4 000 000 m<sup>3</sup>.

#### Ruoppauksen suojoitoimenpiteet

Millään ruoppausmenetelmällä ei voida täysin estää sedimentin leviämistä veteen. Perinteisillä kauharuoppaustekniikoilla samentuma-alue voi olla erityisesti virtaavissa vesissä hyvinkin laaja. Viime vuosikymmeninä kehitetystä on kuitenkin tapahtunut niin, että kiintoaineen karkaaminen ruoppausalueelta voidaan tietyillä tekniikoilla suurelta osin välttää. Päästöjen kulkeutumista alavirtaan voidaan vähentää myös toteuttamalla kunnostustyöt sellaisina kausina, jolloin virtaamat Huruslahdesta Haukivedelle ovat pienimmillään. Kulkeutumisen vähentämiseksi voidaan myös tarkastella mahdollisuuksia säädellä voimakavasta tulevaa virtausta.

Ruoppaustöiden ajaksi työalueet voidaan peittämisvaihtoehdon tapaan suojata suojaseinällä hienoaineksen ja näin myös haitta-aineiden leviämisen estämiseksi. Suojaseinärakennetta on käytetty mm. Mikkeliissä rannatäyttöjen yhteydessä sekä Helsingissä Vuosaaren sataman ruoppaustöissä. Edellä mainituissa hankkeissa, joissa käytettiin suojaseinää, mitattiin jatkuvatoimisesti veden sameutta, mikä on herkkä ja hyvä mittari kuvaamaan suojarakenteen toimintaa sekä mahdollisia hienoaineksen/partikkelien/haitta-aineiden leviämistä. Sameus on pysynyt suojaseinän ulkopuolisessa vesistössä alueen normaalilla luontaisella tasolla, kun taas suojaseinän sisäpuolella sameudet ovat merkittäviä ruoppaustöiden vuoksi. Suojaseinämä estää hyvin kiintoainekseen sitoutuneiden haitta-aineiden leviämisen alueen ulkopuolelle, mutta se ei pysäytä esimerkiksi liukoista elohopeaa.



Kuva 4-7. Vuosaassa käytetty suojarakenne.

#### 4.4.2 Ruopattujen sedimenttien käsittely

Ruopatut massat tulee käsitellä (stabilointi, kuivatus) ennen kuljetusta loppusijoitukseen. Alla on kuvattu stabilointia yleisellä tasolla ja ruoppausmassojen kuivatuksen osalta kuivattamista altaissa sekä geosäkissä.

##### Stabilointi

Stabiloinnilla tarkoitetaan sedimentin lujittamista sideainneilla ja samalla haitta-aineiden saattamista vähemmän liukoiseen muotoon. Stabiloitua sedimenttiä voidaan käyttää soveltuvisissa kohteissa esim. täyttö- tai kenttärakentamisessa.

Pilaantuneita sedimenttejä voidaan stabiloida esim. massastabiloinnilla. Massastabilointi soveltuu erityisesti pehmeille materiaaleille kuten saville, liejuille ja turpeille. Massastabiloinnissa runkomateriaaliin sekoitetaan sideainetta (esim. sementtiä). Menetelmässä esimerkiksi teräsponteilla tai louheella vahvistettu käsittelyallas täytetään ensin ruopatulla massalla. Ruoppausmassan "annetaan rauhoittua" tietyn ajanjakson, jolloin ruoppausmassasta

poistuu ylimääräistä vettä ja täten massa kiinteytyy altaassa jonkin verran. Tämän jälkeen laboratoriossa määritettyä sideainetta syötetään painesyöttimellä altaaseen sijoitettuun ruoppausmassaan. Massastabilointitekniikalla on käsitelty esimerkiksi Helsingin Vuosaaren satamatyömaalla ruopattuja, orgaanisilla tinayhdisteillä pilaantuneita sedimenttejä.

Sidosaine voidaan sekoittaa sedimenttiin myös siirtopumppauksen yhteydessä (prosessistabilointi). Tällöin ruoppausmassat siirretään proomusta putkisiirtona tai kauhalla sekoitinlaitteistoon, jossa massa syötetään sideaineseos. Sideaine reagoi välittömästi sitoen hienoaineksia ja haitta-aineita. Käsitelty ruoppausmassa pumpataan suoraan loppusijoitusaltaaseen tai -rakenteeseen.

Allastilavuudet voidaan stabiloimalla pienentää huomattavasti, noin puoleen tavanomaiseen allaskuivaukseen verrattuna. Tämä tarkoittaa noin 5-15 hehtaarin käsittelypinta-alaa.

## Allaskuivaus

Teknisesti yksinkertaisin tapa kuivata sedimenttejä on laskeuttaminen altaissa. Allaskuivaus kestää vuoden tai vuosia, jota talviolosuhteet hidastavat joissakin tapauksissa huomattavasti. Allaskuivaus voi olla monivaiheinen prosessi, jossa ensimmäisessä vaiheessa poistetaan raskain aines ja myöhemmissä vaiheissa kiintoaines. Suuren sedimenttimäärien kuivatus vaatii suuren allastilavuuden.

Kuivattavan ruoppauslietteen määrä riippuu edellä kuvatuksi ruoppaustekniikasta ja imuruoppauksessa määrät ovat suurempia kuin kauharuoppauksessa johtuen suuremmasta poistettavasta vesimäärästä. Allaskuivatuksen tilavuutta on arvioitu olettamalla, että tarvittava tilavuus on 1,5-kertainen muodostuvaan ruoppauslietelmäärään verrattuna. Pahimmin pilaantuneilta alueilta ruopattavasta määrästä (30 000 m<sup>3</sup> *in situ*) tuleva tilantarve olisi noin 2...8 hehtaaria ruoppausmenetelmästä riippuen, kun altaan syvyytenä on 3 metriä. Koko Huruslahden alueelta ruopattavien massojen esikäsittelyn tilantarve olisi noin 60...200 hehtaaria olettaen, että koko alue ruopattaisiin saman kunnostusjakson aikana ja että kaikki ruoppausmassat olisivat tällöin samanaikaisesti esikäsitteltävänä. Mikäli koko Huruslahden ruoppaus toteutetaan vaiheittain 10 vuoden aikana ja vuodessa ruopataan 100 000 kuutiometriä *in situ*, on tarvittava allastilavuus 8...25 hehtaaria ruoppaus- ja esikäsittelymenetelmästä riippuen. Tällaista kenttälälyä ei nykyisin Huruslahden ranta-alueelta ole käytettävissä.

Allaskuivatuksessa sedimentin kuiva-ainepitoisuudeksi arvioidaan saatavan noin 30...40 %, kun se *in situ* tilanteessa arvioidaan olevan noin 10...15 % luokkaa.

## Geotekstiilisäkit

Ruopatut sedimentit voidaan kuivata myös tarkoitukseen kehitetyssä geotekstiilisäkeissä. Menetelmässä ruopattu sedimentti siirretään pumppaamalla geotekstiileistä tehtyihin säkkeihin. Samaan aikaan pumppauksen kanssa säkkiin lisätään vedenerotuspolymeeriä, joka edesauttaa veden poistumista. Käytännössä vesi suodattuu tekstiilin läpi ja jäljelle jää kuiva kiintoaines. Tekniikkaa on käytetty esimerkiksi Joensuun kaupungin Penttilän sahan tukkialtaan sedimentin kunnostuksessa.

Säkkejä täytetään tyypillisesti vuorotellen maksimikapasiteettiinsa siten, että ylimääräinen vesi ehtii poistua täyttövaiheiden välillä. Säkiä sedimentistä poistuva vesi suodattuu kiintoainesta pidättävän, mutta vettä läpäisevän geotekstiilin läpi. Geotekstiilisäkin täytön alkaessa kangas kostuu ja sen noin 240 µm:n kokoiset reiät holvautuvat kiintoaineksen vaikutuksesta suodatinkerrokseksi siten, että raekooltaan jopa 10 µm:n luokkaa olevat partikkelit pidättyvät säkkiin.

Geotekstiilisäkkiä täytetään useita kertoja; pumpataan lietettä, odotetaan, että vesi on poistunut säkistä ja jatketaan lietteen pumppaamista. Näin voidaan toimia siihen saakka, kunnes säkki on täynnä kuivaa kiintoainetta. Tämän jälkeen säkki joudutaan hajottamaan kiintoaineen poistamiseksi. Näin ollen säkin voidaan todeta olevan kertakäyttöinen.

Geotekstiilisäkiä suodattuva vesi voidaan johtaa maaston kautta takaisin vesistöön. Jos polymeeriannostus on mitoitettu oikein, suodattuvan veden kiintoainepitoisuuden pitäisi olla hyvin vähäinen. Kuivaan kiintoaineeseen jäävät sedimentin mahdollisesti sisältämät haitta-aineet ja ravinteet. Polymeeri vaatii toimiakseen kuitenkin tietyn lämpöistä vettä, liian kylmässä se ei toimi. Tämä rajoittaa ruoppausajankohtaa. Laboratoriokokeissa tehdyissä testeissä TBT:n on todettu pidättävän säkkiin säkkimateriaalista riippumatta (VTT, 2007), mutta liukoisien elohopean pidättyminen on epävarmempaa.

Verrattuna tavallisiin läjitysaltaisiin geosäkkimenetelmä vie tilaa selvästi vähemmän. Geosäkkejä voidaan laittaa päällekkäin, jolloin tilatarve vähenee entisestään. Geosäkit voidaan mitoittaa sedimentin sisältämän kuiva-ainemäärän mukaisesti. Eli pahimmin pilaantuneilta alueilta ruopattavasta määrästä (30 000 m<sup>3</sup> *in situ*) tuleva tilantarve olisi noin 6 hehtaaria ja koko Huruslahden alueelta ruopattavien massojen tilantarve noin olisi noin 150 hehtaaria. Jos tähän menetelmään päädyttäisiin, tulisi tehdä tarkempi ruoppaussuunnitelma, jossa selvitetäisiin geosäkkien tarkempi sijoituspaikka ja alueelle mahtuvien geosäkkien määrä sekä mietittäisiin sitä kautta vuotuiset ruoppausmäärät. Myös geosäkkien kuivatukseen tarvittavat kenttärakenteet tulee huomioida suunnitelmassa.

Geosäkkimenetelmässä sedimentin kuiva-ainepitoisuudeksi arvioidaan saatavan noin 50...70 %, kun se *in situ* tilanteessa arvioidaan olevan noin 10...15 % luokkaa. Geosäkkimenetelmällä ruoppauslietteen vesipitoisuutta saadaan toisin sanoen vähennettyä allaskuivatusta tehokkaammin, mikä vähentää edelleen loppusijoitukseen toimitettavan massan määrää. Toisaalta geosäkkimenetelmässä muodostuu allaskuivatusta enemmän kuivatusvesiä.

## Muut kuivausvaihtoehdot

Ruopattuja sedimenttejä voidaan kuivata altaiden ja geosäkkien lisäksi koneellisesti esimerkiksi lingoilla, alipainesuodattimilla tai suotonauhapuristimilla. Koneellisten kuivausmenetelmien ongelma isoilla sedimenttimäärillä on käsittelylaitteiston korkea hinta, minkä takia suurien sedimenttimäärien kuivauksessa altaat tai geosäkit ovat kustannustehokkaampi vaihtoehto.



Kuva 4-8. Sedimentin kuivatus geosäissä (lähde: <http://supertechinc.com/products/geosynthetics/geotextiles.shtml>).

### Kuivatusvesien käsittely

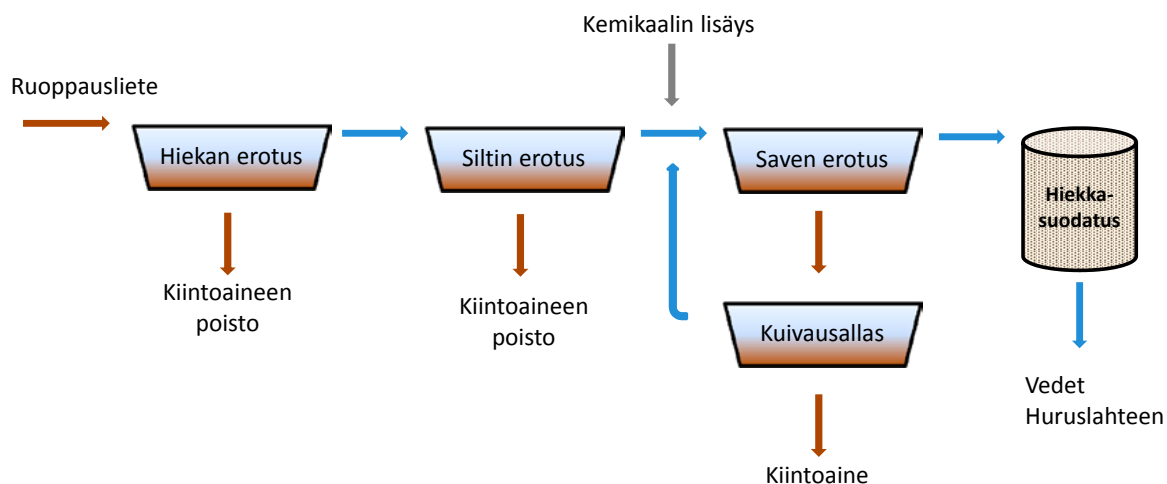
Imuruoppauksessa poistuu märän sedimentin lisäksi paljon vettä, minkä takia tarvitaan isot altaat veden ja kiinto-aineen erottamiseksi. Eri ruoppaus- ja esikäsittelyvaihtoehtoisissa muodostuvien kuivatusvesien määrät ruopatun sedimentin 90 %:n vesipitoisuudella arvioituna on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 4-3).

Taulukko 4-3. Kuivatusvesimäärät eri ruoppaus- ja esikäsittelyvaihtoehtoisissa.

| Menetelmä                        | VE 2A<br>voimakkaimmin<br>pilaantuneet<br>alueet (m³) | VE 2B<br>koko Huruslahti<br>(m³) |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Kauharuoppaus +<br>allaskuivatus | 35 000                                                | 900 000                          |
| Imuruoppaus +<br>allaskuivatus   | 140 000                                               | 3 700 000                        |
| Imuruoppaus +<br>geosäkki        | 150 000                                               | 3 900 000                        |

Altaista tai geosäkeistä tulevat vedet voidaan käsitellä laskeuttamalla, missä voidaan käyttää apuna saostuskemikaaleja. Ennen takaisin vesistöön johtamista vesi tulee mahdollisesti käsitellä lisäksi hiekkasuodatuksella, jolla poistetaan laskeutumaton/pidättymätön kiintoaines. Kiintoaines sisältää sedimentissä olevat haitta-aineet, jotka eivät ole vesiliukoisessa muodossa. Vesienkäsittelystä vesistöön purettavan veden puhtaus varmistetaan analyyseillä ennen purkamista. Käytännön järjestelyissä voi olla useampi rinnakkainen vesienkäsittelylinja, jotta saadaan riittävä laskeutusaika hienoainekselle ja voidaan tyhjentää muiden linjojen altaita tai säkkejä kiintoaineesta.

Vesien käsittelyn tulee huomioida organotinojen ohella sedimentissä oleva elohopea ja sen liukoisuus. Sedimentissä olevat organotinayhdisteet ovat pääosin sitoutuneet kiintoainekseen, minkä takia niiden suhteen vesienkäsittelyssä riittää kiintoaineen poistaminen. Liukoisen elohopean esiintymiseen tulee varautua ruoppausmassojen vesienkäsittelyssä.



Kuva 4-9. Esimerkki ruoppauslietteen käsittelyn toteutusperiaatteesta.

#### Kuivattujen ruoppausmassojen loppusijoitus

Kuivatettu sedimenttiaines kuljetetaan loppusijoitukseen, kun materiaali on riittävän kuivaa kuljetusta varten. Kuljetuskaluston tulee olla sellainen, että siinä voidaan kuljettaa vesipitoista lietettä, koska kuivatuksen jälkeenkin vesipitoisuus voidaan arvioida olevan luokkaa 30...70 %. Kuivatuksessa jäljelle jäävän ruoppausmassan määrä on vaihtoehdossa VE 2A noin 6 500...15 000 tonnia ja vaihtoehdossa VE 2B noin 170 000...400 000 tonnia valittavasta kuivatusmenetelmästä riippuen. Pienimmät massamäärät saadaan geosäkkikuivatuksella, jossa veden poisto on allas-kuivatusta tehokkaampaa.

Kuivatut ruoppausmassat voidaan massojen pilaantuneisuuden ja muiden ominaisuuksien perusteella joko mai-semoida läjitysalueeseen, hyötykäyttää maarakentamisessa alueella tai sen ulkopuolella tai kuljettaa asianmukaiset luvat omaavalle kaatopaikalle. Huruslahden sedimenttien haitta-ainepitoisuuksien perusteella todennäköisin loppusijoituspaikka on Leppävirralla sijaitseva Riikinnevan jäte-

laitos. Sedimenttien kaatopaikkakelpoisuus tutkitaan kuitenkin ruoppauksen tarkemman suunnittelun yhteydessä, millä varmistetaan materiaalin sijoituskelpoisuus kaatopaikalle. Mikäli sedimentti ei tutkimusten mukaan sovellu sijoitettavaksi sellaisenaan kaatopaikalle, selvitetään mahdollisuuksia sijoittaa sedimentit muualle ja/tai esikäsittellä niitä siten, että sijoittaminen kaatopaikalle on mahdollista.

Tässä YVA:ssa arvioitiin kuivattujen sedimenttien toimitamista Leppävirralla sijaitsevaan Riikinnevan jätealaitokseen loppusijoitettavaksi. Loppusijoittamisen ympäristövaikutuksia ei arvioitu erikseen, koska jätekeskuksen ympäristövaikutukset on arvioitu jo aiemmin keskuksen perustamisen yhteydessä tehdyssä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Jätekeskuksen ympäristövaikutusten arvioinnissa sekä ympäristölupaharkinnassa on otettu huomioon, että alueelle läjitetään sen vastaanottokapasiteetin mukainen määrä pilaantunutta massaa, jossa haitta-ainepitoisuudet ja liukoisuudet ovat kaatopaikan luokituksen mukaisella tasolla.

Taulukko 4-4. Ruoppauskunnostusvaihtoehdon (sisältää ruoppauksen, esikäsittelyn ja loppusijoituksen) alustavia kustannusarvioita.

|                                      | Ruopatun massan määräarvio (m <sup>3</sup> in situ) | Loppusijoitukseen kuljettava esikäsittely määrä (t) | Yksikköhinta (€/m <sup>3</sup> in situ) | Kustannukset yhteensä M€ |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| Pilaantuneimmat alueet Huruslahdesta | 30 000                                              | 6 500...15 000                                      | 100                                     | 3...3,5                  |
| Koko Huruslahti                      | 800 000                                             | 170 000...400 000                                   | 100                                     | 80...100                 |

#### 4.4.3 Ruoppauksen päästöt

On huomioitava, että ruoppaaminen voi aiheuttaa ruoppauksen aikaisia haitallisia ympäristövaikutuksia. Ruoppaus saattaa nostaa sedimentin mahdollisia haitta-aineita liukoisempaan ja liikkuvampaan muotoon sekä nostaa syvemmällä sedimentissä mahdollisesti sijaitsevia haitta-aineita vesifaasiin. Ruoppaaminen samentaa vettä ja aiheuttaa kiintoainekuormitusta sekä haitta-aineiden mahdollista kulkeutumista sedimenteistä myös alapuolisen vesistöön.

Sedimentin kiintoainehävikin määrää ruoppauksen aikana on tarkasteltu arviointioletuksilla 5 ja 10 % ruopattavasta *in situ* määrästä. Vastaavia päästöoletuksia on käytetty Kymijoen organoklooriyhdisteiden ja raskasmetallien kulkeutumistarkastelussa (Suomen ympäristökeskus, SY 334, 1999) sekä Kymijoen kunnostuksen ympäristövaikutusten arvioinnissa (Kaakkois-Suomen ELY-keskus, 2011). Tarkemmin päästöoletuksen taustaa on avattu kappaaleessa 4.7.

Myös ruoppausteho vaikuttaa hävikkiin, koska nopeat liikkeet nostavat enemmän kiintoainetta veteen. Ruoppauksen kesto on vaihtoehdossa VE 2A noin 30 työvuorokautta (a' 10 tuntia) eli 1 000 m<sup>3</sup>/d ja vaihtoehdossa VE 2B noin 1 500 työvuorokautta. Ruoppauksessa sedimenttiä arvioidaan sekoittuvan veteen 5...10 % ruopattavan sedimentin määrästä eli 50...100 m<sup>3</sup>/d. Tämä tarkoittaa koko kunnostustyön aikana sedimenttimäärää 1 500...3 000 kuutiometriä vaihtoehdossa VE 2A ja 75 000...150 000 kuutiometriä vaihtoehdossa VE 2B.

Karkaavan sedimentin mukana veteen leviävien organotinojen kokonaismääräksi muodostuu vaihtoehdossa VE 2A edellä lasketuilla kiintoainepäästöillä ja kohteena olevan pahimmin pilaantuneen sedimentin keskimääräisellä pitoisuudella 7 200 µg/kg ja yhteensä 3...6 kg. Voimakkaimmin pilaantuneiden alueiden ruoppauksen aiheuttama organotinojen päästö Haukiveteen vastaa siten 2...3 vuoden aikana normaalisti kulkeutuvaa organotinamäärää. Elohopean kokonaispäästö on vastaavasti 3 mg/kg keskipitoisuudella 1,2...2,5 kg.

Koko Huruslahden alueella havaittu organotinojen keskipitoisuus on 3 500 µg/kg (Ramboll Finland Oy ja Esko Rossi Oy 2010), jolloin vaihtoehdossa VE 2B koko Huruslahden ruoppaamisesta aiheutuva organotinapäästö on noin 40...80 kg. Tämä vastaa nykytilanteessa Haukiveteen noin 20...40 vuoden aikana kulkeutuvaa organotinamäärää. Elohopean kokonaispäästö on vastaavasti 1 mg/kg keskipitoisuudella 12...23 kg. Epävarmuutta päästöarviointiin tuo Huruslahden matalammille alueille sijoittuneiden tutkimuspisteiden vähäinen määrä ja tutkimusten painottuminen syvännealueille, millä voi olla koko Huruslahden pi-

toisuuskäsitystä vääristävä vaikutus koko lahden alueelle kohdistuvien toimenpiteiden tapauksessa.

Muiden Huruslahden sedimentin haitta-aineiden päästöt ovat vastaavasti:

- Kupari: 30...60 kg (VE 1A) ja 800...1 600 kg (VE 1B)
- Nikkeli: 20...40 kg (VE 1A) ja 500...1 000 kg (VE 1B)
- Sinkki: 60...120 kg (VE 1A) ja 1 600...3 200 kg (VE 1B)
- PAH: 1...2 kg (VE 1A) ja 30...60 kg (VE 1B)

#### Ruoppausmassojen kuivatusvesien päästöt

Kauharuoppauksen massamäärästä noin 85...90 % on vettä. Allaskuivatuksessa sedimentin kuiva-ainepitoisuudeksi arvioidaan saatavan noin 30...40 %, jolloin poistettavan kuivatusveden määrä on vaihtoehdossa VE 2A noin 35 000...150 000 kuutiometriä ja vaihtoehdossa VE 2B noin 900 000...3 900 000 kuutiometriä riippuen ruoppaus- ja kuivatusmenetelmästä.

Ruopatun sedimentin kuivatusvedet on suunniteltu käsiteltäväksi menetelmällä, joka käsittää laskeutuksen ja hiekkasuodatuksen. Vesien käsittely poistaa hyvin kiintoaineen ja kiintoaineeseen sitoutuneet haitta-aineet, mutta liukoiset haitta-aineet kulkeutuvat ainakin osittain vedenkäsittelystä poistettavan veden mukana takaisin vesistöön. Liukoisuustesteissä TBT:stä liukeni 6 tunnin uutossa noin 5 % ja 220 tunnin uutossa noin 20 %. Allaskuivatuksessa viipymä on pitkä mutta sekoitus ei ole voimakasta, joten liukoisuudeksi arvioidaan 10 %. Kun ruopattavan massan keskimääräinen organotinapitoisuus on 7 200 µg/kg, kuivatusveden mukana vesistöön palautuu ruopattavan massan kuiva-ainepitoisuuden mukaan vaihdellen vaihtoehdossa VE 2A 4...6 kilogrammaa organotinoja. Keskimääräinen pitoisuus käsittelemättömässä kuivatusvedessä on silloin varsin suuri, noin 100...200 µg/l. Vaihtoehdossa VE 2B ruopatavien massojen kuivatusvesien mukana vesistöön palautuu 50...80 kilogrammaa organotinoja. Pitoisuus kuivatuksessa poistettavassa vedessä on keskimäärin noin puolet pahimmin pilaantuneille alueille lasketusta pitoisuudesta eli 50...100 µg/l.

Myös muiden Huruslahden sedimentissä esiintyvien haitta-aineiden (kupari, nikkeli, sinkki ja PAH-yhdisteet) käyttäytyminen kuivatuksessa tulee selvittää, mutta todennäköisesti merkittävä osa näistä pidättyy kiintoaineen mukana lietteenkäsittelyssä. Kuivatusvesien käsittelyllä haitta-aineiden pitoisuuksia vedessä saadaan tarvittaessa laskettua edelleen merkittävästi. Pitoisuudet vesistöön takaisin johdettavassa vedessä riippuvat siten voimakkaasti valitavasta lietteen- ja kuivatusvesienkäsittelymenetelmästä sekä niiden toiminnasta.

#### 4.4.4 Ruoppauksen tekninen kustannustehokkuus

Pilaantuneiden sedimenttien kunnostuksen teknistä kustannustehokkuutta arvioitiin karkealla tasolla pilaantuneen sedimentin määrän, haitta-ainemäärän sekä kunnostuksen kustannusarvion perusteella.

Ruopattavien pilaantuneimpien sedimenttien (30 000 m<sup>3</sup> *in situ*) kuivapainoksi on arvioitu 4 500 tonnia. Laskettaessa organotinojen keskipitoisuudella 7 200 µg/kg saataisiin pilaantuneimpien sedimenttien ruoppaamisella poistettua noin 32 kilogrammaa organotinoja Huruslahden pohjasta. Poistettava organotinamäärä vastaisi Huruslahdesta nykytilanteessa 15 – 20 vuoden aikana alavirtaan kulkeutuvaa organotinamäärää. Poistettava elohopeamäärä olisi vastaavasti elohopean keskipitoisuudella 3 mg/kg laskettuna noin 14 kilogrammaa. Ruoppauksen kustannukseksi on arvioitu edellä (Taulukko 4-4) noin 3 miljoonaa euroa. Edellä esitetyillä tiedoilla voidaan laskea ruoppaukselle suuruusluokkaa oleva tekninen kustannustehokkuus, joka on vaihtoehdossa VE 2A organotinoille noin 100 000 €/kg ja elohopealle noin 215 000 €/kg.

Vertailun vuoksi esimerkiksi Kymijoessa voimakkaimmin pilaantuneella osuudella Kuusaansaari-Keltti ruoppauksen kunnostuksen tekniseksi kustannustehokkuudeksi on arvioitu dioksiinien ja furaanien osalta 6 400 €/kg ja elohopean 64 300 €/kg (Ramboll Finland Oy 2007). Pilaantuneita sedimenttejä on kyseisellä jokiosuudella arvioitu olevan noin 90 000 m<sup>3</sup> *in situ*. Kymijoella sedimenttien kunnostukseen ei ole ainakaan toistaiseksi ryhdytty, koska nykytilanteen on katsottu joessa olevan vakaa ja kunnostustyöstä töiden aikana aiheutuvat riskit on katsottu liian suuriksi.

Koko Huruslahden alueella tutkimuksissa havaittu organotinojen keskipitoisuus on 985 µg/kg. Koko Huruslahden alueen pilaantuneen sedimenttikerroksen kuivapaino on 120 000 tonnia. Tällöin koko Huruslahden alueen ruoppaamisella saataisiin poistettua sedimentistä noin 118 kilogrammaa organotinoja. Ruoppauksen kustannustehokkuus vaihtoehdossa VE 2B olisi organotinojen osalta siten noin 700 000 €/kg.

#### 4.5 Muu tekninen vaihtoehto (VE 3)

Muuna teknisenä ratkaisuna tarkasteltiin virtausolosuhteiden muuttamista voimakkanavan virtauksen säädöllä tai patorakenteilla voimakkanavan suulla Huruslahdessa. Tämä muodostaa vaihtoehtoon **VE 3**. Tavoitteena virtausolosuhteiden muuttamisessa on, ettei voimakkanavasta tuleva vesivirtaus kulje pilaantuneiden sedimenttien alueelle ja aiheuta sedimentin kulkeutumista virtaavan veden mukana

Pirtinvirtaa pitkin Haukiveteen. Virtausolosuhteiden muuttaminen voi periaatteessa toteutua omana ratkaisunaan tai yhdessä peittämis- tai ruoppausvaihtoehdon kanssa. Virtausolosuhteiden muuttaminen on otettu mukaan tarkasteluun, koska sillä voidaan mahdollisesti pienentää Huruslahden haitta-aineiden kulkeutumista ilman suoraan pilaantuneisiin sedimentteihin kohdistuvia toimenpiteitä.

Virtausolosuhteiden muuttaminen tarkoittaisi laajaa vesirakentamista alueelle. Tarvittavan patorakennelman on periaatteellisella tasolla arvioitu olevan noin 10 metriä korkea, 30 metriä leveä ja 200 metriä pitkä, jolloin vesirakentaminen ulottuisi noin 6 000 neliömetrin alueelle (Kuva 4-10). Kuvassa on esitetty periaate penkereen toteutuksesta ja lopullisen penkereen muoto voi poiketa tästä riippuen tarkemman suunnittelun ja virtausmallinnuksen tuloksista.

Penkereen kuvassa esitetyn periaatteellisen koon mukainen tarve kiviaineksille on arvion mukaan 30 000 kuutiometriä eli noin 50 000...60 000 tonnia.

Kustannuksia penkereen rakentamisesta aiheutuu noin 30...50 €/m<sup>3</sup>, jolloin louhepenkereen kustannus olisi luokkaa 1...1,5 M€. Virtausten muuttamisen yhteydessä voi olla tarpeen rakentaa lisäksi eroosiosuojauksia, joiden alustava kustannusarvio on 0,5...1,0 M€. Penkereen rakentamisen kustannusarvio eroosiosuojauksien kanssa on alustavasti 1,5...2,5 M€. Penkereen mitoitus ja vaikutusten arvioiminen sekä virtauksiin että haitta-aineiden kulkeutumiseen vaatii suunnittelua ja mallintamista.

Penkereen rakentamisessa kiintoaineen kokonaispäästöksi on asiantuntija-arvion perusteella oletettu 500...1 000 m<sup>3</sup> eli noin 8...15 % penkereen alle jäävästä sedimenttikerroksesta, jonka paksuudeksi on arvioitu 1 metri. Penkereen rakentamisessa veteen leviävien organotinojen kokonaismääräksi muodostuu edellä lasketuilla kiintoainepäästöillä ja rakentamisalueella vallitsevalla sedimentin keskimääräisellä pitoisuudella 2 000 µg/kg yhteensä 0,3 – 0,6 kg. Elohopean kokonaispäästö on vastaavasti 3 mg/kg keskipitoisuudella 0,4 – 0,8 kg. Muiden sedimentin haitta-aineiden pitoisuuksista ei ollut penkereen alueelta saatavissa kattavasti tietoa niiden päästöjen arvioimiseksi. Käyttäen samoja pitoisuusoletuksia kuin edellä peittämis- ja ruoppausvaihtoehdossa saadaan päästöiksi:

- Kupari: 20...40 kg
- Nikkeli: 13...25 kg
- Sinkki: 40...80 kg
- PAH: 0,7...1,5 kg

Kuparin, nikkelin, sinkin ja PAH-yhdisteiden osalta esitetyt päästöt ovat todennäköisesti yliarvioituja, koska penger tul-taisiin alustavan arvion mukaan rakentamaan Huruslahden



Kuva 4-10. Virtausolosuhteiden muuttamiseksi tehtävän penkereen alustava toteutusperiaate.

eroosioalueelle, jossa kyseisten aineiden pitoisuudet sedimentissä ovat muuta lahtea alhaisempia.

Virtausolosuhteiden muuttamisella ei poisteta pilaantumista aiheuttaneita aineita Huruslahden alueelta, joten menetelmän osalta ei tarkasteltu haitta-aineiden vähentämisen teknistä kustannustehokkuutta.

## 4.6 Yhteenvedo vaihtoehtoista

Yhteenvedo YVA:ssa arvioiduista vaihtoehtoista on esitetty ohessa (Kuva 4-11).

Keskeinen vaikutus eri vaihtoehtoilla ovat kiintoaineen karkaaminen erityisesti työaikana. Seuraavassa on esitetty arvio eri vaihtoehtoilla karkaavan sedimentin määrästä:

### Ei kunnosteta VE 0 ja VE 0+

- yhden vuoden hävikki pysyy entisellään
- tarkkailukustannukset VE 0+:ssa arviolta 50 000...100 000 € vuodessa

### Pilaantuneimpien alueiden peittäminen VE 1A

- yhden vuoden aikana peitetään koko määrä eli 30 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä *in situ*
- hävikki 5 - 10 % eli 1 500...3 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä
- kustannukset arviolta 1...1,5 M€

### Koko Huruslahden peittäminen VE 1B

- yhden vuoden aikana peittoon 100 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä *in situ*
- hävikki 5 - 10 % eli 5 000...10 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä vuodessa
- kustannukset arviolta 50...65 M€

### Pilaantuneimpien alueiden ruoppaus VE 2A

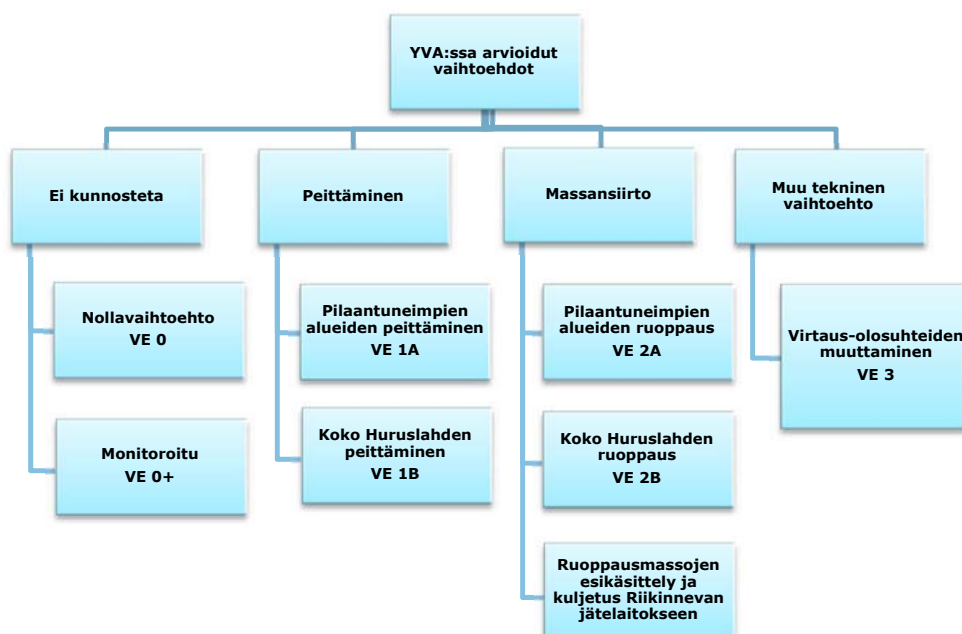
- yhden vuoden ruopataan koko määrä eli 30 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä *in situ*
- hävikki 5 - 10 % eli 1 500...3 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä
- kustannukset esikäsittelyineen ja loppusijoittamisineen arviolta 3...3,5 M€

### Koko Huruslahden ruoppaus VE 2B

- yhden vuoden ruopataan noin 100 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä *in situ*
- hävikki 5 - 10 % eli 5 000...10 000 m<sup>3</sup> sedimenttiä vuodessa
- kustannukset esikäsittelyineen ja loppusijoittamisineen arviolta 80...100 M€

### Virtausolosuhteiden muuttaminen VE 3

- yhden vuoden aikana rakennetaan penger 6 000 m<sup>2</sup> alueelle
- pohjasta irtoaa sedimenttiä 500...1 000 m<sup>3</sup>
- kustannukset arviolta 1,5...2,5 M€



Kuva 4-11. YVA:ssa arvioidut vaihtoehdot.

#### Kunnostuksen päästöoletusten tausta

Peitettäessä ja ruopattaessa kiintoainehävikin on oletettu olevan luokkaa 5...10 % riippuen käytetystä tekniikasta ja henkilökunnan asiantuntemuksesta. Vastaavia päästöolettamuksia on käytetty ruoppaukselle Kymijoen organoklooriyhdisteiden ja raskasmetallien kulkeutumistarkastelussa (Suomen ympäristökeskus, SY 334, 1999) sekä Kymijoen kunnostuksen ympäristövaikutusten arvioinnissa (Kaakkois-Suomen ELY-keskus, 2011). Pennekamp ym. (1996) selvittivät ruoppauksen kiintoainekuormitusta käytettäessä eri ruoppaustekniikoita. Tutkimuksen mukaan veteen vapautuvan sedimentin määrä vaihteli välillä 0...54 kilogrammaa ruopattua *in situ* sedimenttikuumetriä kohti. Tämä tarkoittaa noin 0...10 % päästöosuutta. Tutkimuksen ha-

vaintojen mukaan erot eri tekniikoiden välillä ovat selviä ja merkittävä vaikutus päästöön on myös sillä, millä tavalla valittua tekniikkaa käytetään. Yhdysvaltain ympäristöviranomaisen (EPA) on Hudsonjoen PCB-pilaantuneiden sedimenttien kunnostusruoppauksen yhteydessä käyttänyt tavoitteellista 2...3 prosentin päästöosuutta tai veden 100 mg/l kiintoainepitoisuutta ruoppausalueen alapuolen tarkkailuasemalla (The Louis Berger Group, Inc. 2010).

Huruslahdella sedimenttimateriaali on tutkimusten perusteella melko löyhää, jolloin sen vapautuminen veden kunnostuksen aikana on karkeita sedimenttiaineksia voimakkaampaa. Näillä perusteiden oletetut päästöosuudet 5 ja 10 % ovat varovaisuusperiaatteen mukaisia.

## 4.7 Yhteenvedo päästöistä eri hankevaihtoehtoissa

Hankevaihtoehtojen kokonaispäästöt on koottu yhteen oheiseen taulukkoon (Taulukko 4-5). Taulukossa esitetyt arvot ovat suuruusluokka-arvioita. Toteutuvien päästöjen suuruus riippuu monesta tekijästä (esim. kunnostuksen tekninen toteutus, suojatoimenpiteet ja niiden toimivuus, virtausolosuhteet, kuivatusvesien käsittely, jne.)

Kuljetusten ilmapäästöt eri vaihtoehtoissa on arvioitu laskennallisesti VTT:n kehittämän Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestel-

män (LIPASTO) avulla. Ajosuoritteissa kuljetusmatkaksi peittämismateriaaleille ja ruoppausmassoille oletettiin 10 kilometriä / suunta, eli 20 kilometriä edestakaisin, josta puolet tyhjänä ja puolet täydellä kuormalla. Ajoneuvojen päästötasona käytettiin vuoden 2011 keskiarvoa. Kuljetusten lisäksi kunnostusvaihtoehtoissa aiheutuu ilmapäästöjä työkonien toiminnasta. Näiden päästöjen määrät riippuvat käytettävästä kalustosta sekä toisaalta työskentelytehosta ja päästöjen arviointi on tässä vaiheessa vaikeaa.

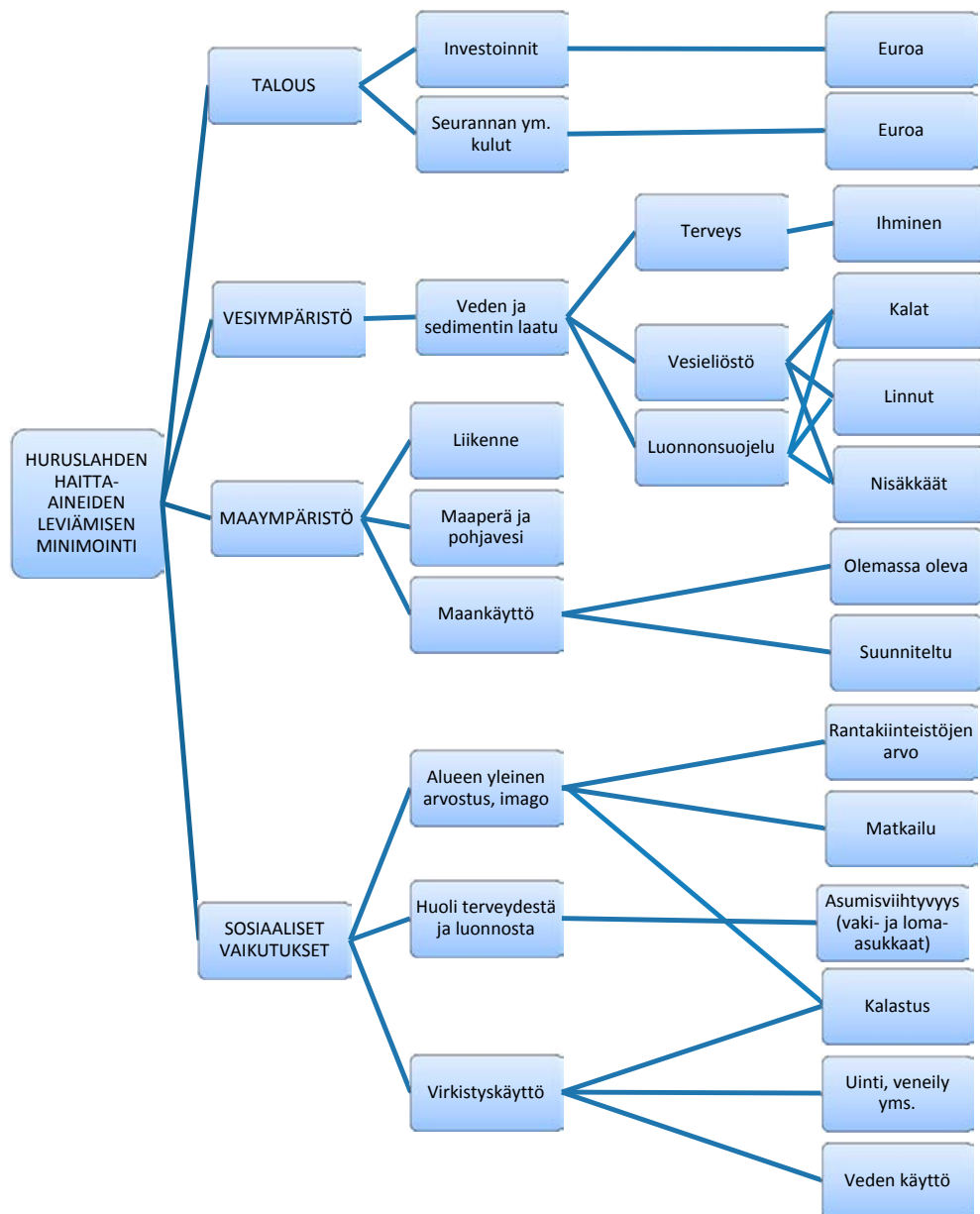
Taulukko 4-5. Yhteenvedo hankevaihtoehtojen kokonaispäästöistä.

| Päästöt                             | VE0 ja VE 0+            | VE 1A<br>Peittäminen | VE 1B<br>Peittäminen | VE 2A<br>Ruoppaus | VE 2B<br>Ruoppaus | VE3<br>Penger   |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Päästöt vesistöön</b>            |                         |                      |                      |                   |                   |                 |
| Kiintoaine (m <sup>3</sup> )        | 1 900 m <sup>3</sup> /a | 1 500 - 3 000        | 40 000 - 80 000      | 1 500 - 3 000     | 75 000 -150 000   | 500 -1 000      |
| Organotinat (kg)                    | 1,8-2,3 kg/a            | 3-6                  | 40-80                | 3-6<br>+ 4-6*     | 40-80<br>+ 50-80* | 0,3-0,6         |
| Elohopea (kg)                       | ei tietoja              | 1,2-2,5              | 12-23                | 1,2-2,5           | 12-23             | 0,4-0,8         |
| Kupari (kg)                         | ei tietoja              | 30-60                | 800-1 600            | 30-60             | 800-1 600         | 20-40           |
| Nikkeli (kg)                        | ei tietoja              | 20-40                | 500-1 000            | 20-40             | 500-1 000         | 13-25           |
| Sinkki (kg)                         | ei tietoja              | 60-120               | 1 600-3 200          | 60-120            | 1 600-3 200       | 40-80           |
| PAH (kg)                            | ei tietoja              | 1-2                  | 30-60                | 1-2               | 30-60             | 0,7-1,5         |
| <b>Päästöt ilmaan (kuljetukset)</b> |                         |                      |                      |                   |                   |                 |
| Typen oksidit (kg)                  | 0                       | 115                  | 6 200                | 25-62             | 660-1 500         | 200-231         |
| Rikkidioksidi (kg)                  | 0                       | 0,1                  | 5,6                  | 0,02-0,05         | 0,5-1,3           | 0,2             |
| Hiilimonoksidi (kg)                 | 0                       | 3,2                  | 170                  | 0,6-1,7           | 16-43             | 5,5-6,3         |
| Hiilidioksidi (t)                   | 0                       | 15 700               | 837 000              | 3 300-8 400       | 89 000 - 210 000  | 27 000 - 31 000 |
| Hiukkaset (kg)                      | 0                       | 1,1                  | 59                   | 0,2-0,6           | 5,4-15            | 1,9-2,2         |

\*Kuivatusvesien päästöt

## 5. Vaikutusten arvioinnin lähtökohdat

Edellä kuvatusta Huruslahden pilaantuneiden sedimenttien kulkeutumisen vähentämishankkeesta aiheutuu ympäristövaikutuksia erilaisten vaikutusketjujen kautta, joita on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 5-1).



Kuva 5-1. Hankkeeseen liittyvät vaikutusketjut.

## 5.1 Työssä hyödynnetyt selvitykset

Huruslahden sedimenttien kulkeutumisen vähentämishankkeen ympäristövaikutusten arviointi perustui pääosin olemassa oleviin tutkimuksiin ja selvityksiin ja arviointityön aikana toteutettuihin täydentäviin kalojen haitta-ainemäärityksiin. Aiemmin tehty Huruslahtea koskeva riskinarvio päivitettiin kunnostusvaihtoehtojen osalta.

Arviointityössä käytettiin mm. seuraavaa Huruslahtea ja Haukivettä koskevaa lähtöaineistoa:

- Savon vesiensuojeluyhdistys ry 1970: Huruslahden virtaustutkimus 9.10.1970.
- VTT 1972: A. Ahlström Osakeyhtiön Varkauden tehtaiten jäteveden uuden purkupaikan valintaan liittyvä merkkiainetutkimus. N:o A 3803/72 10.7.1972, s. 7.
- VTT 1973: A. Ahlström Osakeyhtiön Varkauden tehtaiten jäteveden vesistössä kulkeutumisen selvittäminen purkupaikan muuttamisen jälkeen. N:o A 4199/73 27.4.1973 (tilaus kirjattu), s. 3.
- VTT 1990: Enso-Gutzeit Oy, Jäteveden ilmastusaltaan mahdollisen vuodon selvittäminen ja lisätutkimuksena puhdistamon purkuputken mahdollisen vuodon selvittäminen. N:o REA087/90. 21.3.1990.
- Haukiveden velvoitetarkkailututkimukset
- Huruslahden syväväylän tutkimukset 1997: metallit, PCDD/F, PCB ja kloorifenolit.
- Huruslahden syväväylän ja sataman toteuttamisen YVA 1999.
- Hämäläinen ym. (2000) tutkimus surviaissäskien toukkien hampaiston epämuodostumista.
- Pohjois-Savon ympäristökeskus 2008: Huruslahden ja Haukiveden tinayhdisteiden sekä muiden haitta-aineidenselvityksen väliraportti.
- Ramboll Finland Oy 22.4.2009: Varkauden Huruslahden ja lähivesistöjen sedimentin pilaantuminen orgaanisilla tinayhdisteillä: Lisätutkimusohjelma.
- Ramboll Finland Oy 1.12.2009: Varkauden Huruslahden ja Haukiveden sedimentin haitta-aineet: Tutkimusraportti.
- Ramboll Finland Oy & Esko Rossi Oy 24.11.2010: Huruslahden ja Haukiveden riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelma, raportti.
- Esko Rossi Oy 2012: Huruslahden ja Haukiveden riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelman päivitys, raportti.

Lisäksi on käytetty runsaasti muuta lähteaineistoa, joiden osalta tiedot on esitetty tekstin lopussa olevassa lähdeluettelossa.

## 5.2 Sedimentin haitta-aineiden vaikutusketjut

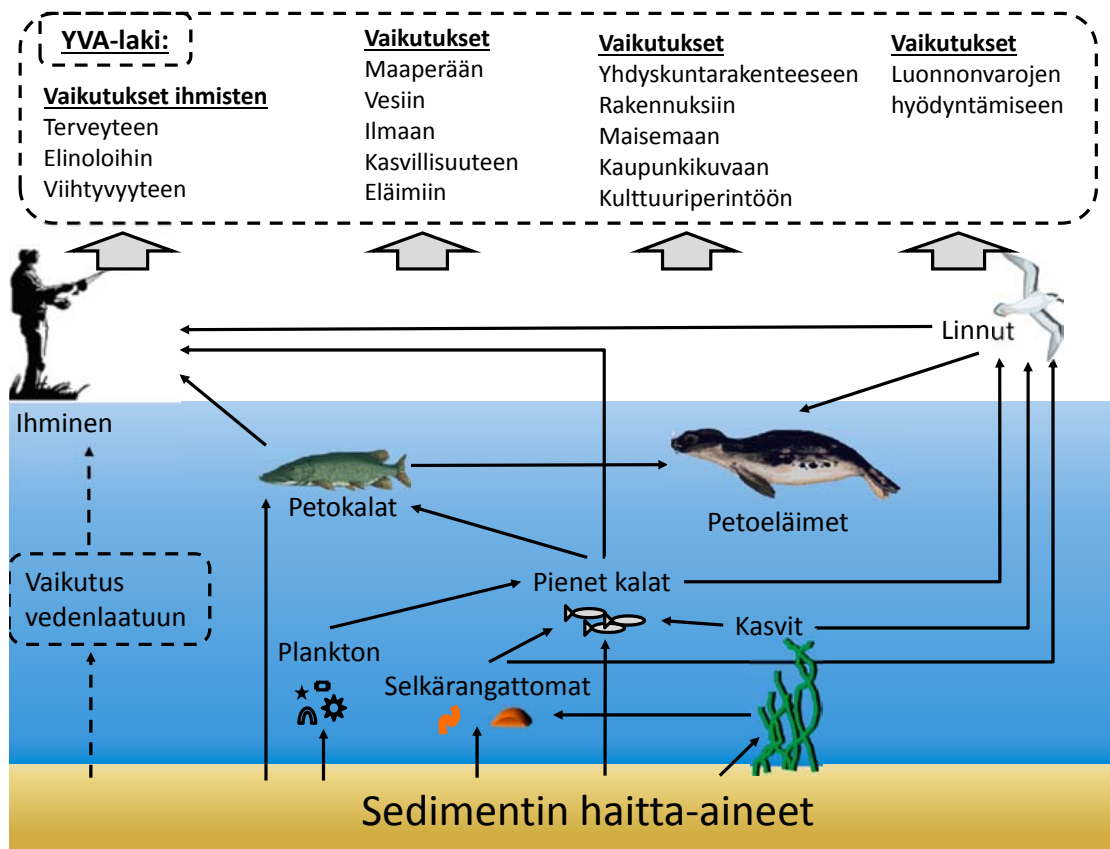
Vesiympäristöön päätyneiden haitta-aineiden käyttäytymisen vaihtelee aineiden sekä vesistön ominaisuuksista riippuen. Vesiympäristössä haitta-aineet voivat kertyä vesistön pohjasedimenttiin, jossa ne voivat säilyä kymmeniä tai satoja vuosia. Sedimentoituneita haitta-aineita voi vapautua takaisin veteen liukenemalla sekä kiintoaineeseen sitoutuneena sedimentin pölytyessä. Tällöin sedimentin haitta-aineet voivat vaikuttaa suoraan vedenlaatuun, millä voi puolestaan olla YVA-lain mukaisesti tarkasteltavia ympäristövaikutuksia (Kuva 5-2).

Haitta-aineita voi siirtyä sedimentistä ravintoverkkoon esimerkiksi kasvien, levien, pohjaeläinten sekä muiden sedimentin kanssa kosketuksissa olevien eliöiden välityksellä. Haitta-aineet voivat vaikuttaa suoraan perustuotantoon (= kasvien ja levien kasvuun) ja sen seurauksena ravintoverkon kaikkiin tasoihin. Haitta-aineet voivat myös kulkeutua ravintoverkon ylemmille tasoille ja aiheuttaa eläinten altistumista ja haittavaikutuksia. Kasveihin ja eläimiin kohdistuvat vaikutukset ovat YVA-lain mukaisesti tarkasteltavia vaikutuksia jo itsessään ja lisäksi niiden altistumisen kautta voi aiheutua myös muita YVA-lain mukaisia vaikutuksia. Alueilla joilla esiintyy pilaantuneita sedimenttejä, sedimentin pölyäminen ruoppauksen, pöyhinnän, voimakkaan virtauksen tai muun toiminnan seurauksena voi aiheuttaa altistusriskin kasvamista.

Sedimentin haitta-aineiden vaikutusketjuja on kuvattu oheisessa kuvassa (Kuva 5-2). Joillakin haitta-aineilla voi olla kuvasta eroavia vaikutusketjuja, mutta esimerkiksi organotinoihin kuvan vaikutusketjut pätevät. Eri kunnostusvaihtoehdoista on seurauksena erisuuruisia vaikutuksia ja erilaisia painotuksia eri vaikutusketjujen välillä.

Organotinojen merkittävin kulkeutumisreitti ihmisiin on kalojen syönti. Ihmiset voivat lisäksi altistua suoraan veden sisältämille organotinayhdisteille nielemällä. Vettä voi lisäksi joutua ruoansulatuselimistöön ja iholle ravintokasvien kastelun, peseytymisen sekä uinnin yhteydessä. Veden kiintoainepitoisuuden kasvaessa esimerkiksi kahlaamisen johdosta voi haitta-ainealtistuminen lisääntyä, kun pilaantunut sedimentin kiintoainetta nousee veteen. Organotinat voivat teoriassa aiheuttaa myös ihon ja hengitysteiden ärsytystä akuutisti. Altistumisen suorat ja epäsuorat vaikutukset voivat olla yhteiskunnallisesti hyvin laaja-alaisia.

Sedimentin sisältämistä haitta-aineista voi aiheutua haittaa tai vaaraa ympäristölle ja ihmisten terveydelle ainostaan, mikäli kaikki kolme seuraavista reunaehdosta toteutuvat:



Kuva 5-2. Sedimentin haitta-aineiden vaikutusketjut vesiympäristössä.

1. Alueella on haitta-aineita merkittävänä pitoisuutena
2. Haitta-aineet kulkeutuvat altistuvaan kohteeseen
3. Ihmiset tai eliöt (kasvit ja eläimet) altistuvat haitta-aineille

Haitta-aineiden vaikutusketjua ihmiseen voidaan kuvata seuraavilla tavoilla:

**1. pohjasedimentin** haitta-aineet kulkeutuvat ravintoverkossa pohjaan kiinnittyvän kasvillisuuden ja pohjaeläinten kautta kaloihin sekä lintuihin, joiden kautta ihminen altistuu haitta-aineille. Altistumisella on suoria ja epäsuoria vaikutuksia mm. elinkeinoihin (esim. ammattikalastus, matkailu), virkistyskäyttöön, maankäyttöön (mm. rantarakentamiseen), alueen imagoon jne.

**2. veteen** vapautuvat haitta-aineet voivat suorassa iho-kontaktissa tai vettä nielemällä aiheuttaa haitallisia vaikutuksia ihmiselle. Vedessä haitta-aineita voi esiintyä liuen-

neissa muodossa sekä toisaalta sitoutuneena kiintoaineseen. Vedestä haitta-aineet voivat kertyä planktoniin, jolloin planktonia ravinnokseen käyttävät kalat altistuvat haitta-aineille. Tällöin haitta-aineet voivat taas kulkeutua ravintoverkossa edelleen lintuihin ja ihmiseen. Altistumisella on suoria ja epäsuoria vaikutuksia mm. elinkeinoihin (esim. ammattikalastus, matkailu), virkistyskäyttöön, maankäyttöön (mm. rantarakentamiseen), alueen imagoon jne.

## 5.3 Huruslahden haitta-aineiden ominaisuuksista

### 5.3.1 Organiset tinayhdisteet

Huruslahdessa keskeisin asia on sedimentin organiset tinayhdisteet eli organotinat, joista yleisimmät ovat tributyylitina (TBT) ja trifenyylitina (TPHT). Tributyylitina ja trifenyylitina ovat sedimenteissä hapettomissa olosuhteissa hitaasti hajoavia ja sitoutuvat tiukasti orgaaniseen ainekseen. TBT ja TPHT ovat useimmille vesieliöille erittäin myrkyllisiä ja niillä on taipumus kertyä eliöstöön, mutta TBT ei kuitenkaan vaikuttaisi rikastuvan ravintoverkossa. TBT:n siirtymistä ravintoverkon alemmilla tasoilta ylemmille tasoille kuitenkin siis tapahtuu. Myrkyllisyyden lisäksi organotinayhdisteiden on todettu häiritsevän eliöiden hormonitoimintaa. Ne ovat maskulinisoivia eli aiheuttavat elionnaaraiden muuttumista koiraksi tai koirasmaisten ominaisuuksien kehittymistä naaraille. Lisäksi on huomioitava, että organotinat voivat vaikuttaa myös tuotannon vähentymiseen etenkin pitkässä altistumisessa alemmilla ravintoverkon tasoilla (pohjaeläimet, plankton), millä voi olla haittavaikutuksia vesistön koko ekosysteemiin. Linnut voivat altistua organotinayhdisteille pääasiallisesti vesistöistä peräisin olevan ravinnon kautta (kotiilot, kalat, simpukat, äyriäiset jne.). Rantavyöhykkeestä kotiloita ja simpukoita ravintonaan käyttävät linnut ovat todennäköisimmin eniten altistuva ryhmä. Saukot ja norpat altistuvat organotinoille lähinnä ravintona käyttämänsä kalan välityksellä.

Tributyylitina on useimmille vesieliöille erittäin myrkyllistä. Tutkimustuloksia aineen välittömistä vaikutuksista vesien eliöstöön on runsaasti. Herkimpiä TBT:lle ovat meressä elävät kotiilot, simpukat, eräät hyönteistoukat ja katkat, sillä ne altistuvat ravintonsa kautta suurille pitoisuuksille ja niiden haitta-aineiden metaboloitukyky on verrattain huono. Akuutisti TBT on vedessä tappavan myrkyllinen pitoisuuksissa  $< 0,1 - 15 \mu\text{g/l}$ . Kaloille TBT on akuutisti myrkyllinen pitoisuudesta  $1 - 2 \mu\text{g/l}$  alkaen, mutta useimpien tutkimusten mukaan tappavat pitoisuudet kaloille ovat luokkaa  $5 - 20 \mu\text{g/l}$ . Useiden kalalajien on todettu välttelevän jo  $1 \mu\text{g/l}$  ja sitä suurempia pitoisuuksia tributyylitinaoksidia. Viherlevien herkkyys TBT:lle on samaa luokkaa kuin kaloilla. Valtioneuvoston asetuksessa 1022/2006 vesiympäristölle vaarallisista aineista on säädetty sisämaan pintavesille TBT-pitoisuuden ympäristölaatu normit aritmeettiselle vuosikeskiarvolle ( $0,0002 \mu\text{g/l}$ , AA-EQS) sekä suurimalle sallitulle pitoisuudelle ( $0,0015 \mu\text{g/l}$ , MAC-EQS).

TBT poistuu elimistöstä varsin hyvin altistuksen päättyessä eli eliön siirtyessä puhtaaseen ympäristöön ja puhtaiseen ravintoon. Lisäksi monilla eliölajeilla on kyky aktiivises-

ti poistaa ainetta aineenvaihdunnan kautta. Toisin sanoen TBT:n haitta-vaikutusten voidaan arvioida häviävän verrattain nopeasti altistumisen päättyttyä. TBT:n todettu poistuma kaloista on noin  $0,05 \text{ l/d}$ , mikä tarkoittaa puoliintumisaikana noin 14 vuorokautta. TPHT-yhdisteet näyttäisivät olevan TBT-yhdisteitä kertyvämpiä kaloihin ja näiden yhdisteiden aktiivinen poisto ei vaikuttaisi olevan yhtä tehokasta kuin TBT:n. (Ympäristöministeriö, 2007). TPHT:n kertymisestä trofiatasojen mukana on saatu viitteitä. (esim. Hu ym. 2006, Veltman ym. 2006, Kono ym. 2008) TBT kertyy eliöihin suurelta osin suoraan vedestä, mutta TPHT:n kertymisessä ravinnosta tulevalle saannilla on huomattava merkitys. Kirjallisuudessa on esitetty vesi – kalat biokertymisarvoja (BCF), mutta ne vaihtelevat kohdekohtaisesti paljon. Esimerkiksi RAIS-tietokannassa (RAIS 2009) tributyylitinaoksidin BCF-arvoksi (biokertymiskerroin kaloille) on esitetty  $3990 \text{ l/kg}$ . Tributyylitinakloridin BCF-arvo on pienempi,  $681 \text{ l/kg}$ . Biokertyminen vaihtelee kalalajeittain muun muassa kalojen rasvapitoisuuden ja käyttäytymisen erojen takia.

Organotinat ovat veteen niukkaliukoisia ja siten vesistöissä pääsääntöisesti kiinnittyneinä veden tai sedimentin kiintoainekseen. Organotinojen kulkeutuminen sedimentin ja veden välillä tapahtuu pääsääntöisesti kiintoaineksen mukana (sekoittuminen / sedimentoituminen) ja liukeneminen veteen on vähäistä. Kulkeutumista aiheuttaa pääasiassa veden virtaukset.

Organotinat hajoavat biologisten, kemiallisten ja valokeemiallisten prosessien seurauksena ja niiden puoliintumisaika on suhteellisen lyhyt. Järviveden tummuus, humusaineet, partikkelit ja pohjoiset olosuhteet luovat ympäristön, jossa organotinojen hajoaminen on hitaampaa, kuin meriympäristössä, jossa hajoamista on pääsääntöisesti tutkittu. Erityisesti TBT hajoaa vedessä melko nopeasti, mutta sitoutuessaan hiukkasiin se kertyy pohjasedimentteihin, joissa yhdisteet ovat kohtuullisen pysyviä, mikäli sedimenttiä ei ruopata tai muutoin häiritä. Organotinojen hajoamista tapahtuu sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa, mutta hapettomissa oloissa hajoaminen on huomattavasti hitaampaa. Auringonvalo sekä lämpötila vaikuttavat myös organotinojen hajoamiseen.

Sedimenttipartikkeleihin voimakkaasti sitoutuneet tributyylinayhdisteet ovat luonteeltaan pysyviä. Niiden hajoamista vaikeuttaa todennäköisesti heikko biosaataavuus, eli yhdisteet eivät ole mikrobin saatavilla. Tiukasti sedimentteihin sitoutuneet yhdisteet eivät toisaalta myöskään vapaudu yläpuoliseen veteen. Sedimenteistä helpoiten liukeneva ja ympäristöriskien kannalta merkittävin osa puolestaan näyttäisi puolestaan ainakin hapellisissa sedimenteissä olevan tutkimusten mukaan luonteeltaan melko nopeasti hajoavaa. (Salminen, 2009).

### 5.3.2 Raskasmetallit

Huruslahden pohjasedimentistä on löydetty kohonneita raskasmetallipitoisuuksia. Huruslahdesta löydettyistä raskasmetalleista ympäristön ja ihmisten terveyden kannalta ongelmallisim on elohopea. Lisäksi sedimentissä on havaittu selvästi kohonneina pitoisuuksina vesiympäristössä suurina pitoisuuksina haitallista kuparia, nikkeliä ja sinkkiä.

Vesistöissä elohopea voi esiintyä sekä epäorgaanisessa että orgaanisessa muodossa, joko vapaana ionina tai erilaisina yhdisteinä. Ionimuotoisen elohopean on havaittu muodostavan kompleksiyhdisteitä mm. kloridin, hydroksidin, sulfidin ja liuenneen orgaanisen aineksen (humuksen) kanssa. Hapettomissa olosuhteissa elohopea voi esiintyä metallisena. Elohopean metylaatiota tapahtuu suurimmilta osin hapettomassa sedimentissä, jossa sulfaattia pelkistävät bakteerit käyttävät orgaanista ainesta. Prosessin tuloksena elohopea metyloituu. Metyylielohopea on rasvaliukoinen ja läpäisee solukalvot helposti, mistä syystä se on biologisten vaikutusten kannalta merkittävä elohopean esiintymismuoto.

Eri elohopeamuodot sitoutuvat herkästi veteen liettyneeseen ainekseen ja sedimentin epäorgaanisiin savimineeraaleihin (hapellisissa olosuhteissa rauta- ja mangaaniyhdisteisiin) ja orgaaniseen materiaaliin, eivätkä tuolloin ole helposti eliöihin siirtyvässä (= biosaatavassa) muodossa.

Sedimentin selkärangattomissa suuri osa elohopeasta on usein epäorgaanista, mutta petokaloissa ja kaloja syövässä eläimissä elohopea on lähes yksinomaan metyylielohopeaa. Kaloissa elohopea on lähes kokonaan metyylielohopeaa, joka kertyy etenkin hermostoon ja aivoihin ja voi pahimmillaan aiheuttaa hermosolujen tuhoutumista ja pysyviä myrkytysoireita. Elohopea on tyypillinen riskitekijä sisävesissä ja Elintarvikeviraston suositusten mukaan riskiryhmien tulee rajoittaa sisävesien petokalojen syöntiä. Raskaana oleville ja imettäville äideille ei suositella hauden syömistä ollenkaan. Elohopean pitoisuus kaloissa kasvaa tyypillisesti kalojen koon mukaan ja on suurimmillaan isoissa petokaloissa. Elohopeasta ilmeisesti aiheutuu merkityksellinen riski kalaa syövien lintujen terveydelle. (Esko Rossi Oy 2005)

Kupari, nikkeli ja sinkki ovat eliöille tarpeellisia hivenaineita, jotka aiheuttavat haitallisia vaikutuksia vasta verrattain suurissa pitoisuuksissa. Metallit ja orgaaniset haitta-aineet kiinnittyvät helpommin hienorakeisiin partikkeleihin kuin karkeampaan ainekseen, joten sedimentin hiukkaskoko muiden tekijöiden ohella vaikuttaa näiden esiintymiseen. Metallien biosaatavuus sedimentissä laskee niiden sitoutuessa sedimenttimateriaaliin ja muodostaessa erilaisia yhdisteitä, jolloin myös haitallisten vaikutusten esiintymistodennäköisyys pienenee.

### 5.3.3 Muut orgaaniset haitta-aineet

Orgaanisten tinayhdisteiden ja raskasmetallien lisäksi Huruslahden pohjasedimentistä on löydetty kohonneita öljyhiilivetyjen, polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH) sekä polykloorattujen dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) pitoisuuksia.

Huruslahden pohjasedimentissä havaitut öljyhiilivedyt koostuvat todennäköisesti pohjaan painuneista ja kiintoaineeseen sitoutuneista raskaista jakeista, koska kevyemmät osat ovat vuosien saatossa ehtineet hajota tai kulkeutua pois alueelta. Raskaat jakeet painuvat tyypillisesti vesistöissä pohjaan ja sedimentoituvat. Lisäksi ne sitoutuvat vedessä oleviin hiukkasiin. Raskaat öljyjakeet ovat hitaasti hajoavia ja jotkut aineosat ovat jopa hajoamattomia. Runsaasti orgaanista ainetta sisältävä sedimentti sisältää samoja yhdisteitä luontaisesti kuin öljykin, joten näitä yhdisteitä ei pystytä aina analyysissä välttämättä erittelemään.

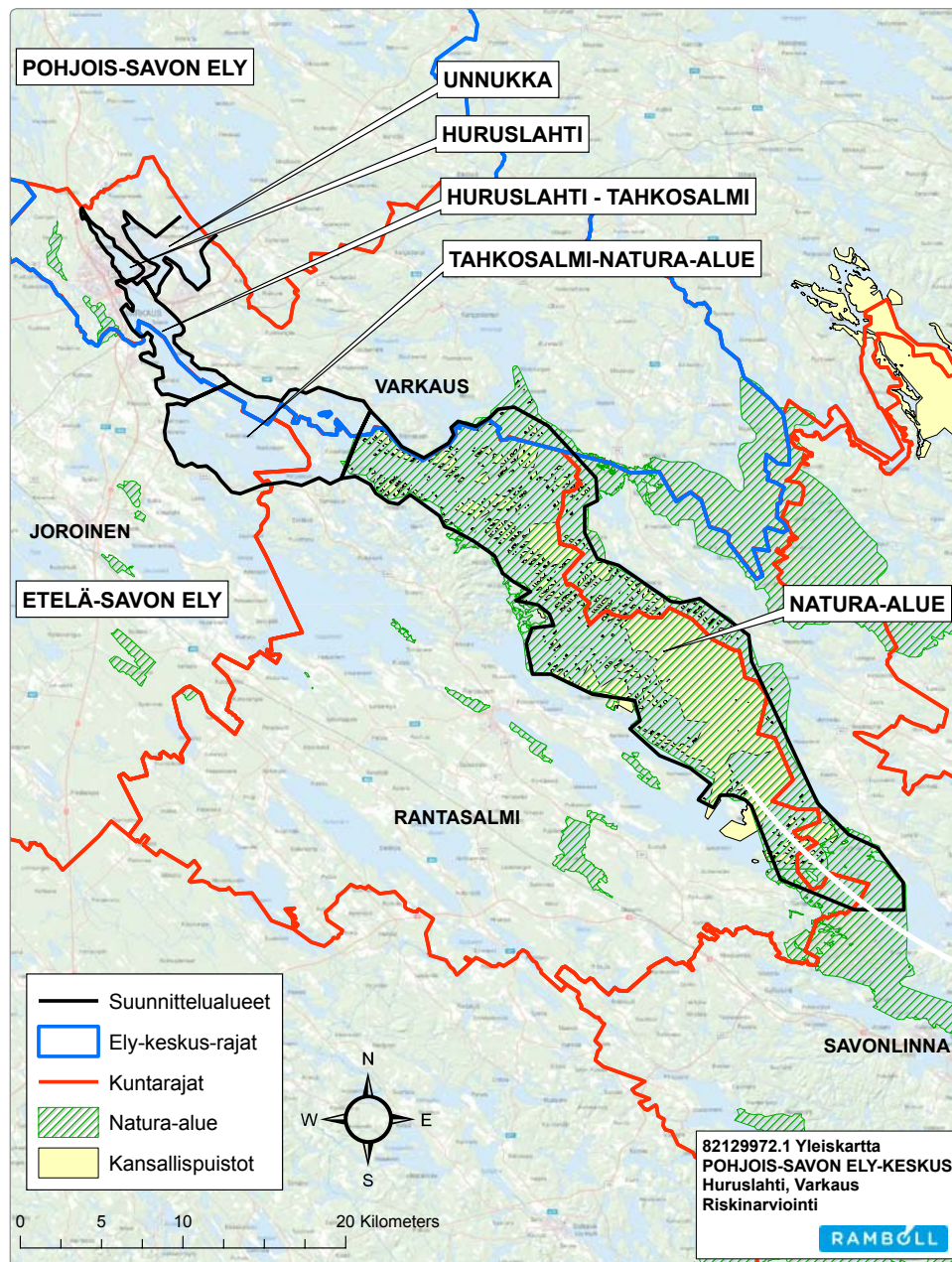
Huruslahden sedimentissä havaitut PAH-yhdisteet koostuivat pääosin naftaleenista, fenantreenista, antraseenista, fluoranteenista ja pyreenistä. PAH-yhdisteiden kertymisestä kaloihin on kirjallisuudessa esitetty niukasti tieteellisiä tutkimustuloksia, mutta yleisesti PAH-yhdisteiden kertymisen sedimentistä vesieliöihin on todettu vähäiseksi. Vesieliöiden altistuminen PAH-yhdisteille rajoittuu pääosin suoraan kosketukseen sedimenttiin (Ramboll Finland & Esko Rossi Oy 2010). PAH-yhdisteiden hajoaminen ympäristössä vaihtelee eri yhdisteiden välillä merkittävästi ja riippuen myös ympäristöolosuhteista. Pääsääntöisesti PAH-yhdisteiden hajoaminen on kuitenkin hidasta.

Polyklooratuista dibentso-p-dioksiineista (PCDD) ja polyklooratuista dibentsofuraaneista (PCDF) käytetään yleisnimitystä dioksiinit tai dioksiinit ja furaanit. Dioksiineista on paljon toksikologista tietoa, mutta yhdisteiden myrkyvaikutuksen mekanismeja ei kuitenkaan tunneta täysin. Dioksiinit ja furaanit ovat ympäristössä käytännöllisesti katsoen hajoamattomia. Vesiympäristössä dioksiinit esiintyvät sedimentin kiintoaineeseen kiinnittyneinä. Vesipakoisina ja rasvahakuisina ne kertyvät kaikissa eliöissä rasvaan ja siirtyvät seuraavan tason saalistavaan eläimeen rasvan mukana. Dioksiinien ja furaanien myrkyllisyys vaihtelee eliöryhmittäin. Ihmiset altistuvat dioksiineille ja furaaneille eniten elintarvikkeiden välityksellä. Suurin saanti (yli 80 %) aiheutuu kalaravinnosta. Kalaravinnosta peräisin olevasta saannista suurin osa aiheutuu Itämeren silakan syönnistä. Koska näyttää siltä, että dioksiinit voivat kertyä selkärangattomiin ilman myrkyvaikutusta, kulkeutuminen ravintoketjuissa voi olla merkittävää. PCDD/F-yhdisteet ovat selvästi haitallisia selkärangaisille vesieliöille kuin selkärangattomille ja myös vaikutuksia selkärangaisiin vesieliöihin on tutkittu huomattavasti selkärangattomia enemmän. (Esko Rossi Oy 2005).

## 5.4 Vaikutusalueen raja

Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset on esitetty kullekin vaikutukselle erikseen. Vaikutuksia tarkasteltiin pääsääntöisesti seuraavan perusjaon mukaisesti:

- Lähivaikutusalue:
  - Huruslahti
- Välivaikutusalue:
  - Pohjoinen: Huruslahti - Tahkosalmen välinen alue
  - Eteläinen: Tahkosalmi - Linnansaaren Natura-alueen välinen alue
- Kaukovaikutusalue:
  - Linnansaaren Natura-alue



Kuva 5-3. Vaikutusten tarkastelualueen osa-alueet.





## 6. Taloudelliset vaikutukset

Taloudelliset vaikutukset eivät kuulu YVA-lain mukaiseen vaikutusarviointiin. Tässä työssä haluttiin poikkeuksellisesti arvioida myös taloudelliset vaikutukset tasavertaisina muiden vaikutusten rinnalla.

### 6.1 Investointi- ja käyttökustannukset

Hankekuvausten mukaisten investointi- ja käyttökustannusten määrät näkyvät taulukosta 6-1. Kustannusvaikutusten arviointi perustui luvussa 4 esitettyihin yksikköhintoihin.

Investointikustannuksiin on katsottu sisältyvän tarvittavien laitteistojen ja materiaalien hankinnat, esikäsittely- ja välivarastoalueiden perustaminen, peittomateriaalien hankinta ja ruoppausmassojen kuljetus- ja loppusijoituskustannukset Riikinnevan jätekeskukseen. Käyttökustannuksiin sisältyvät kunnostuksen valvonta sekä vaikutusten tarkkailu. Ruoppausvaihtoehdoissa käyttökustannuksiin on arvioitu lisäksi kuivatusvesien käsittelyjärjestelmän käyttö- ja ylläpitokuluja.

Kuten taulukosta (Taulukko 6-1) voidaan nähdä, aiheutuu koko Huruslahteen kohdistuvista kunnostustoimenpiteistä erittäin merkittäviä kustannusvaikutuksia. Suurimmat kustannukset aiheutuvat koko Huruslahden ruoppaamisesta.

### 6.2 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Kustannusvaikutustarkastelu jouduttiin kunnostuksen yleissuunnitelman puuttuessa tekemään hyvin yleisellä tasolla, jolloin arviointiin liittyy epävarmuutta. Peittämisvaihtoehdoissa epävarmuutta aiheutuu peittomateriaalien saatavuudesta sekä niiden hankintaan liittyvistä kustannuksista. Ruoppausvaihtoehdoissa epävarmuutta aiheutuu etenkin ruoppausvyöhykkeen tuomista haasteista työskentelyteholle sekä tarvittavalle kalustolle, mutta myös ruoppausmassojen esikäsittelytarpeista sekä kuivatusvesien käsittelytarpeesta. Ruoppausjärjestelmän ajoittuessa useamman vuoden ajalle voivat kuivatusvesien käsittelystä aiheutuvat käyttökustannukset muodostua merkittäväksi kustannusvaikutukseksi. Vaihtoehtojen välisiin eroihin epävarmuudella ei ole vaikutusta.

Taulukko 6-1. Hankekuvausten perusteella tehdyt arviot kustannusvaikutuksista.

| Vaihtoehto                                  | Investoinnit M€ | Käyttökustannukset €/a |
|---------------------------------------------|-----------------|------------------------|
| VE 0 ei toimenpiteitä                       | -               | 25 000                 |
| VE 0+ tehostettu monitorointi               | -               | 50 000 – 100 000       |
| VE 1A pilaantuneimpien alueiden peittäminen | 1 – 1,5         | 50 000 – 100 000       |
| VE 1B koko Huruslahden peittäminen          | 50 – 65         | 100 000 – 200 000      |
| VE 2A pilaantuneimpien alueiden ruoppaus    | 3 – 3,5         | 100 000 – 200 000      |
| VE 2B koko Huruslahden ruoppaus             | 80 – 100        | 200 000 – 300 000      |
| VE 3 Virtausolosuhteiden muuttaminen        | 1,5 – 2,5       | 50 000 – 100 000       |

# 7. Vaikutukset veden laatuun

## 7.1 Nykytila

Alueen vesistöt kuuluvat Vuoksen päävesistöalueen (valuma-alue nro 4) Haukiveden-Kallaveden alueeseen (4.2). Huruslahti kuuluu Haukiveden (4.21) valuma-alueeseen ja siinä tarkemmin Haukiveden lähialueeseen (4.211). Unnukan alue (4.271) purkaa pääosin vetensä Huruskosken voimakanavan kautta Huruslahden alaosaan ja sieltä Pirtinvirtaa pitkin Haukiveden lähialueeseen (4.211). Ämmäkosken patoa käytetään lähinnä tulvavesien juoksutukseen, joskin kalaporras sekä läheinen Kämärinkosken kalatie ovat aina auki. Taipaleen kanavan käyttö juoksutuksiin on hyvin vähäistä, mutta kuitenkin mahdollista. Voimakanavan, Ämmäkosken padon ja Kämärinkosken virtaamatietoja ei tallenneta ympäristöhallinnon tietojärjestelmään (Hertta).

Huruslahteen vettä virtaa valuma-alueen lisäksi tehdään voimakanavan kautta yläpuoliselta Unnukan alueelta. Huruslahden pohjoispäähän johdetaan Unnukan vettä putkella Helvejärven kautta. Juoksutuksen tavoitteena on parantaa Huruslahden pohjukan vedenlaatua. Juoksutuksen suuruus on enintään 40 litraa sekunnissa. Huruslahti on pääosin matalahko, mutta lahden eteläpäässä on Stora Enso Oyj:n jätevedenpuhdistamon edustalla yli 20 metrin syväne. Huruslahden pohjoisosassa lähellä rautatiekannasta on toinen syväne, jossa vesisyvyys on enimmillään noin 16 metriä.

Voimakanavan virtaama vaihtelee säännöstelytarpeiden mukaan. Huruslahdesta vesi virtaa alapuoliseen vesistöön Pirtinvirran kautta. Yleisvirtaussuunta Huruslahdella on pohjoisesta etelään. Pirtinvirran virtaaman suuruus vaihtelee vuodenajasta riippuen. Pirtinvirran virtaamaan vaikuttavat myös tehdasalueen purkuvedet, jotka johdetaan Pirtinvirtaan.

Merkkiainetutkimusten mukaan voimakanavan vedet virtaavat suurelta osin lähellä Päiviönsaaren rantaa purkau-

tuen Pirtinvirran kautta Haukiveteen. Voimakanavan virtaama on minimissään noin 25 - 30 m<sup>3</sup>/s, normaali virtaama noin 90 m<sup>3</sup>/s ja maksimi tulvakaudella noin 125 m<sup>3</sup>/s.

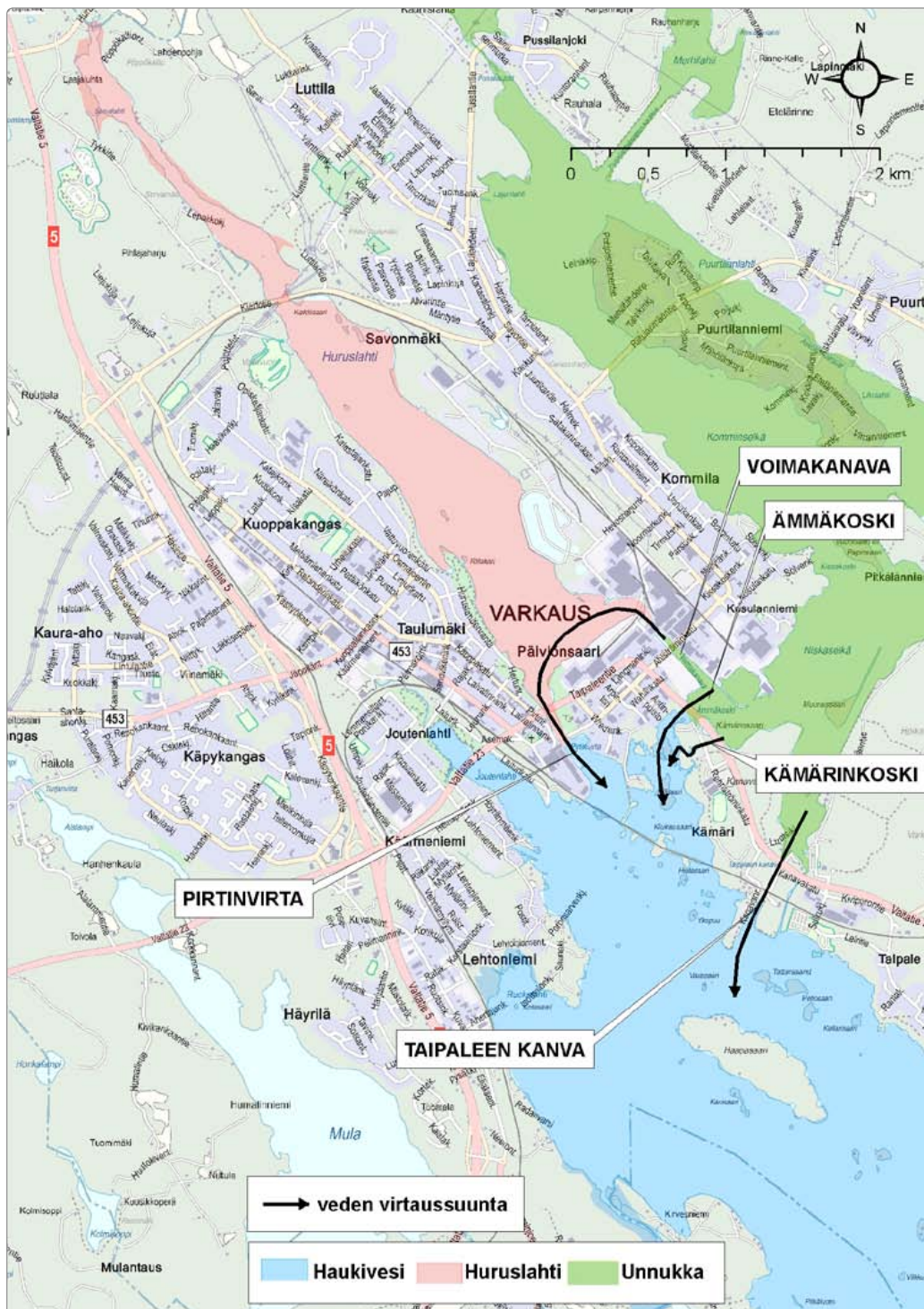
Haukiveteen virtaa pohjoisesta Unnukan kautta vettä noin 118 m<sup>3</sup>/s, pääosa Pirtinvirran kautta. Lännestä virtaa huomattavasti vähemmän vettä, noin 18 m<sup>3</sup>/s. Aivan lähialueelta valuvalla vedellä on hyvin vähäinen merkitys Haukiveden vesimäärään. Haukiveden valuma-alue purkaa vesiään Savonlinnan kohdalla Pihlajaveteen.

### 7.1.1 Vedenlaatu

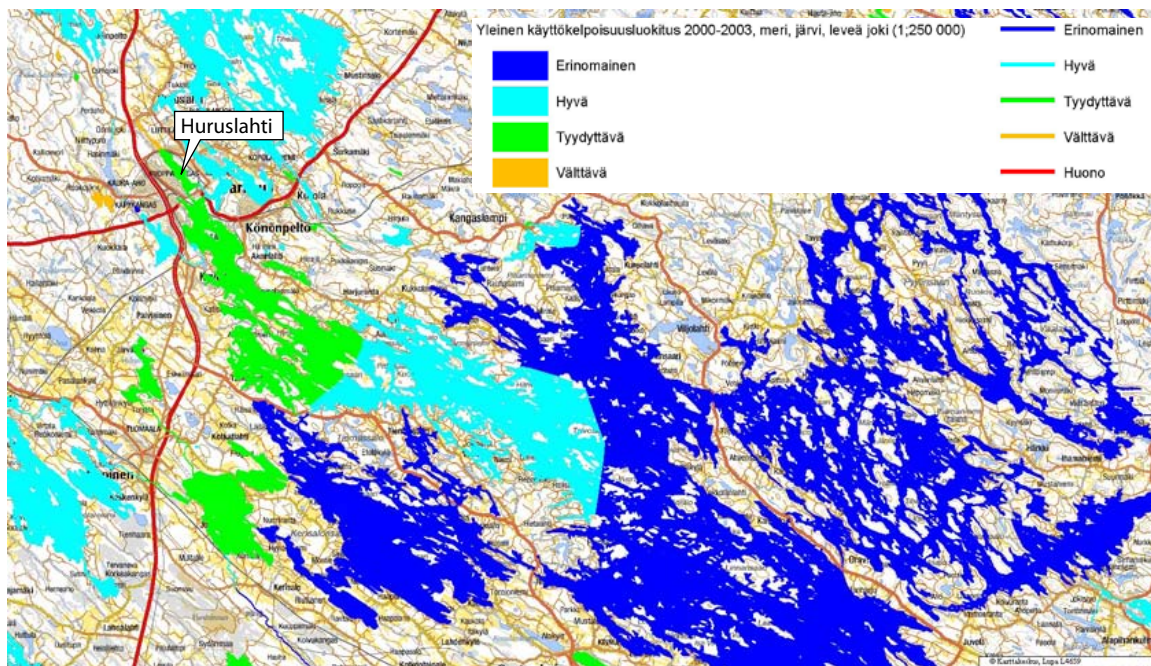
Suurimmat Haukiveden pistekuormittajat ovat Varkauden metsäteollisuus ja Varkauden kaupunki. Pienempiä pistekuormittajia alueella ovat Kangaslammin puhdistetut jätevedet, jotka johdetaan suoraan Haukiveden pohjoisosaan sekä Rantasalmen ja Joroisten kuntien puhdistetut jätevedet, jotka päätyvät virtaamien mukana Haukiveteen. Lähivaluma-alueilta tuleva kuormitus on peräisin maatalouden, metsätalouden ja pienten taajamien päästöistä.

Eri ilmansuunnista Haukiveteen virtaavat vedet poikkeavat veden laadultaan huomattavasti toisistaan. Vedet sekoittuvat keskeisellä Haukivedellä, jolloin pohjoisesta, Varkauden suunnalta, tulevat ravinnepitoiset vedet laimentuvat idästä tulevilla kirkkailla, Tappuvirran vähäravinteisimmilla vesillä.

Vedenlaadultaan erinomaisessa tilassa olevat suuret järvet sijaitsevat pääosin Vuoksen vesienhoitoalueen keski- ja eteläosissa. Niihin kuuluvat mm. keskeiset Saimaan osaltaat, kuten Suur-Saimaa, Pihlajavesi, Puruvesi, Luonteri, Lietvesi ja suurin osa Haukivedestä.



Kuva 7-1. Hankealueen vesistöt ja virtaukset.



Kuva 7-2. Pintavesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus (2000-2003) Vuoksen vesienhoitoalueella (Lähde: Hertta)

## Huruslahti

Huruslahti on vesistötyypittelyssä määritetty pieneksi humusjärveksi (Ph). Ympäristöhallinnon tekemän kemiallisen tilan arvioinnin mukaan Huruslahden vedenlaatuluokka on ollut hyvää huonompi. Vedenlaatu eroaa selvästi pohjoisosan (maantiesillan erottama alue) ja eteläosan välillä, pohjoisosan ollessa selvästi rehevämpi. Veden laatua heikentää pohjan lähellä usein esiintyvä heikko happitilanne. Heikon happitilanteen korjaamiseksi syvänteitä on hapetettu vuodesta 1990 alkaen ensin yhdellä ja vuodesta 1993 alkaen kahdella ilmastimella. Vesi on happamuuden suhteen ollut likimain neutraalia happamuutta kuvaavan pH-arvon ollessa keskimäärin 6,7 (neutraalin veden pH on 7). Huruslahden vedestä ei ole todettu organotinoja (Taulukko 7-1). On ilmeistä, että suuren virtaaman ja vähäisen liukoisuuden takia veteen liuenneet organotinapitoisuudet ovat sedimentin läheisessäkin vedessä hyvin pieniä.

Haukiveden vuosien 2010 - 2011 kalataloudellisen yhteistarkkailuraportin mukaan (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2011) Huruslahdella on havaittavissa viitteitä siitä, että kesäajan ravinnepitoisuudet ja levämäärät olisivat kehittyneet hieman huonompaan suuntaan verrattuna 2000-luvun alkupuoleen. Ravinnepitoisuudet ja levämäärät ovat kuitenkin pienten humusjärvien tyypissä edelleen hyvää tasoa. Pidemmällä aikajaksolla tarkasteltuna

muutossuuntaus on ollut myönteinen, sillä Huruslahdesta purkautuvassa Pirtinvirrassa veden ravinnepitoisuudet ovat laskeneet lievästi vuodesta 1990 vuoteen 2010.

Huruslahden hapetetuilla syvänteillä happitilanne on viime vuosina ollut entistä parempi. Huruslahden pohjukassa sen sijaan happitilanne on ollut heikko etenkin loppukesäisin ja alueen happitilanne on viime vuosina edelleen heikentynyt. Ajoittain happitilanne pohjukassa on ollut niin heikko, että kalojen selviäminen on ollut mahdollista ainoastaan päällyksivedessä.

Vuoden 2009 tutkimuksissa Huruslahden vedestä kahdelta syvyydeltä analysoidut organotinapitoisuudet olivat alle laboratorion määrittämissä (1 ng/l). Aiemmassa tutkimuksessa vuodelta 2008 Huruslahden vesinäytteessä oli havaittu pieni TBT-pitoisuus (1,2 ng/l). Vesianalyysien ja liukoisuustestien tulosten perusteella on ilmeistä, että organotinoja kulkeutuu Huruslahden alapuoliseen vesistöön lähinnä kiintoainekseen kiinnittyneinä.

## Haukivesi

Haukivesi kuuluu ekologisessa tyypittelyssä suurten humusjärvien tyyppiin (Sh). Haukivesi on keskeisen Saimaan suhteellisesti kuormitetuin allas. Veden laatu vaihtelee suuresti Haukiveden eri osa-alueilla. Haukiveden Varkauden

yläpuolisella osalla vedenlaatu on hyvä, Varkauden alapuolella vedenlaatu heikkenee rehevyydestä johtuen, mutta paranee jälleen Savonlinnalla kohti mentäessä.

Haukiveden kalataloudellisen yhteistarkkailuraportin mukaan (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2011) Unnukan kautta tulevaan ainevirtaamaan suhteutettuna Varkauden pistekuormittajien osuus Haukiveden fosforikuormituksesta on noin 15 % ja typpikuormituksesta noin 8 %. Edellisvuosien tapaan kuormituksen vaikutukset näkyivät selvimmin Akonniemen edustalla, heikommin Siitinselän alueella ja Vuoriselällä vaikutukset olivat hyvin vähäisiä. Kuormitusvaikutus Haukivedellä näkyy erityisesti pohjaa lähellä olevan veden laadussa, jossa on havaittavissa happipitoisuuden laskua sekä typpi- ja sähköjohtavuusarvojen nousua. Fosforipitoisuudessa kuormitusvaikutus näkyy heikommin.

Huruslahti-Tahkosalmi –osa-alueella veden organotina-pitoisuudet ovat olleet alle määritysrajan.

### 7.1.2 Sedimentin laatu

Huruslahdessa organotinayhdisteet ovat kertyneet pääasiassa lahden sedimentaatioalueille, kuten syvänteisiin ja niiden lähialueille. Suurimmat TBT-pitoisuudet on todettu pintaa syvemmissä sedimenttikerroksissa, mikä viittaa siihen, että päästö on jo aikaa sitten loppunut. Syvyysuuntainen pilaantuminen organotinoilla päättyy Huruslahden pohjoispään syvänteiden pisteissä syvyyteen 25 senttimetriä, jota alemmissa sedimenttikerroksissa on havaittu vain pie-

niä pitoisuuksia. Lähempänä tehdasaluetta organotinojen suuria pitoisuuksia esiintyy vielä 30 senttimetriä syvemmilläkin sedimentissä. Huruslahden pohjassa on runsaasti puuta, purua ja kuitua.

Huruslahden alueelta otettujen sedimentti-, kala- ja vesinäytteiden haitta-ainepitoisuudet on esitetty ohessa (Taulukko 7-1). Taulukossa on esitetty keskimääräiset pitoisuudet, hajonta sekä 90 %:n fraktiili, eli pitoisuus, jonka alapuolelle 90 % kaikkien näytteiden pitoisuuksista osui. Huruslahden sedimentissä on organotinojen lisäksi selvästi kohonneita raskasmetallien (elohopea, sinkki, kupari ja nikkel) pitoisuuksia.

Huruslahden ja Tahkosalmen väliin jäävän Siitinselän pohja on huonokuntoinen ja hyvin rehevä. Alueen sedimentissä on organotinojen lisäksi selvästi kohonneita raskasmetallien (elohopea, sinkki, kupari) pitoisuuksia (Taulukko 7-2).

Tahkosalmen ja Linnansaaren Natura-alueen välisellä alueella tutkittujen sedimenttien pitoisuudet ovat olleet alle 5 % Huruslahdella todetuista pitoisuuksista. Tutkittujen näytteiden organotinojen yhteispitoisuus on ollut keskimäärin noin 200 µg/kg, josta TBT:n osuus on ollut vajaa puolet (Taulukko 7-3).

Linnansaaren Natura-alueen sedimentistä tutkittujen näytteiden organotinojen yhteispitoisuus on ollut samaa tasoa kuin Tahkosalmen ja Natura-alueen välillä eli keskimäärin noin 200 µg/kg. TBT:n osuus summapitoisuudesta on ollut noin 40 % (Taulukko 7-4).

Taulukko 7-1. Huruslahden sedimentin, kaloista otettujen näytteiden sekä veden organotinojen ja raskasmetallien pitoisuuksia.

| Huruslahti         | ka ja SD       | Kaikki sedimentit | Ranta-sedimentit | Sedimenttikeräin | Kalat    | Vesi µg/l |
|--------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|----------|-----------|
| <b>Organotinat</b> | ka- ja hajonta | 3507±6081         | 1362 ±1140       | 810±260          | 23 ±13   | <1,0      |
| <b>µg/kg</b>       | n              | 58                | 6                | 3                | 10       | 2         |
|                    | 90 % fraktiili | 11291             | 2540             | 1026             | 41       | -         |
| <b>TBT</b>         | ka- ja hajonta | 2505±4534         | 1078 ±918        | 476±236          | 19±12    | <1,0      |
| <b>µg/kg</b>       | n              | 58                | 6                | 3                | 10       | 2         |
|                    | 90 % fraktiili | 7902              | 2025             | 672              | 37       | -         |
| <b>Elohopea</b>    | ka- ja hajonta | 1,0±1,2           | 1,1              | -                | 0,3 ±0,1 | <0,05     |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 21                | 1                | -                | 7        | 2         |
|                    | 90 % fraktiili | 1,7               | -                | -                | 0,4      | -         |
| <b>Kupari</b>      | ka- ja hajonta | 130±88            | 89               | -                | -        | <5        |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 13                | 1                | -                | -        | 2         |
|                    | 90 % fraktiili | 224               | -                | -                | -        | -         |
| <b>Nikkeli</b>     | ka- ja hajonta | 85±51             | 58               | -                | -        | <5        |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 13                | 1                | -                | -        | 2         |
|                    | 90 % fraktiili | 138               | -                | -                | -        | -         |
| <b>Sinkki</b>      | ka- ja hajonta | 270±125           | 370              | -                | -        | <10       |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 17                | 1                | -                | -        | 2         |
|                    | 90 % fraktiili | 414               | -                | -                | -        | -         |

Taulukko 7-2. Huruslahden ja Tahosalmen välisen alueen sedimentti- ja kalanäytteiden haitta-ainepitoisuudet.

| Huruslahti-Tahkosalmi | ka ja SD       | Kaikki sedimentit | Ranta-sedimentit | Sedimentti-keräin | Kalat     | Vesi |
|-----------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------|------|
| <b>Organotinat</b>    | ka- ja hajonta | 280±223           | 86±58            | 129±54            | 4,6±3,7   | -    |
| <b>µg/kg</b>          | n              | 36                | 6                | 3                 | 11        | -    |
|                       | 90 % fraktiili | 574               | 136              | 175               | 9,4       | -    |
| <b>TBT</b>            | ka- ja hajonta | 141±130           | 41±30            | 35±5              | 2,9±2,2   | -    |
| <b>µg/kg</b>          | n              | 36                | 6                | 3                 | 11        | -    |
|                       | 90 % fraktiili | 280               | 68               | 39                | 5,4       | -    |
| <b>Elohopea</b>       | ka- ja hajonta | 0,9±1,1           | -                | -                 | 0,26±0,07 | -    |
| <b>mg/kg</b>          | n              | 10                | -                | -                 | 9         | -    |
|                       | 90 % fraktiili | 2,2               | -                | -                 | 0,34      | -    |
| <b>Kupari</b>         | ka- ja hajonta | 95±46             | -                | -                 | -         | -    |
| <b>mg/kg</b>          | n              | 4                 | -                | -                 | -         | -    |
|                       | 90 % fraktiili | 137               | -                | -                 | -         | -    |
| <b>Nikkeli</b>        | ka- ja hajonta | 70±22             | -                | -                 | -         | -    |
| <b>mg/kg</b>          | n              | 4                 | -                | -                 | -         | -    |
|                       | 90 % fraktiili | 90                | -                | -                 | -         | -    |
| <b>Sinkki</b>         | ka- ja hajonta | 390±376           | -                | -                 | -         | -    |
| <b>mg/kg</b>          | n              | 7                 | -                | -                 | -         | -    |
|                       | 90 % fraktiili | 720               | -                | -                 | -         | -    |

Taulukko 7-3. Tahkosalmen ja Linnansaaren välisen alueen sedimentin ja kalojen haitta-ainepitoisuudet.

| Tahkosalmi –Natura | ka ja SD       | Kaikki sedi-mentit | Ranta-sedimentit | Sedimentti-keräin | Kalat   | Vesi |
|--------------------|----------------|--------------------|------------------|-------------------|---------|------|
| <b>Organotinat</b> | ka- ja hajonta | 202±195            | 150±185          | 39±42             | 6,9±2,7 | -    |
| <b>µg/kg</b>       | n              | 30                 | 2                | 3                 | 4       | -    |
|                    | 90 % fraktiili | 385                | 255              | 73                | 9,1     | -    |
| <b>TBT</b>         | ka- ja hajonta | 88±100             | 65±86            | 5,3±0,9           | 3,0±1,5 | -    |
| <b>µg/kg</b>       | n              | 30                 | 2                | 3                 | 4       | -    |
|                    | 90 % fraktiili | 202                | 114              | 6                 | 4,5     | -    |
| <b>Elohopea</b>    | ka- ja hajonta | 0,7±0,7            | 1,5              | -                 | -       | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 3                  | 1                | -                 | -       | -    |
|                    | 90 % fraktiili | 2,2                | -                | -                 | -       | -    |
| <b>Kupari</b>      | ka- ja hajonta | 76±31              | 98               | -                 | -       | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 2                  | 1                | -                 | -       | -    |
|                    | 90 % fraktiili | 94                 | -                | -                 | -       | -    |
| <b>Nikkeli</b>     | ka- ja hajonta | 77±33              | 100              | -                 | -       | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 2                  | 1                | -                 | -       | -    |
|                    | 90 % fraktiili | 95                 | -                | -                 | -       | -    |
| <b>Sinkki</b>      | ka- ja hajonta | 305±134            | 400              | -                 | -       | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n              | 2                  | 1                | -                 | -       | -    |
|                    | 90 % fraktiili | 381                | -                | -                 | -       | -    |

Taulukko 7-4. Linnansaaren Natura-alueen sedimentin haitta-ainepitoisuudet.

| Natura             | ka ja SD            | Kaikki sedimentit | Ranta-sedimentit | Sedimentti-keräin | Kalat fw  | Vesi |
|--------------------|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------|------|
| <b>Organotinat</b> | ka- ja hajonta (SD) | 188±172           | -                | -                 | 0,44±0,09 | -    |
| <b>µg/kg</b>       | n                   | 17                | -                | -                 | 5         | -    |
|                    | 90 % fraktiili      | 398               | -                | -                 | 0,5       | -    |
| <b>TBT</b>         | ka- ja hajonta      | 78±74             | -                | -                 | 0,44±0,09 | -    |
| <b>µg/kg</b>       | n                   | 17                | -                | -                 | 5         | -    |
|                    | 90 % fraktiili      | 177               | -                | -                 | 0,5       | -    |
| <b>Elohopea</b>    | ka- ja hajonta      | -                 | -                | -                 | -         | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n                   | -                 | -                | -                 | -         | -    |
| <b>Kupari</b>      | ka- ja hajonta      | -                 | -                | -                 | -         | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n                   | -                 | -                | -                 | -         | -    |
| <b>Nikkeli</b>     | ka- ja hajonta      | -                 | -                | -                 | -         | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n                   | -                 | -                | -                 | -         | -    |
| <b>Sinkki</b>      | ka- ja hajonta      | -                 | -                | -                 | -         | -    |
| <b>mg/kg</b>       | n                   | -                 | -                | -                 | -         | -    |

### 7.1.3 Sedimentin liike

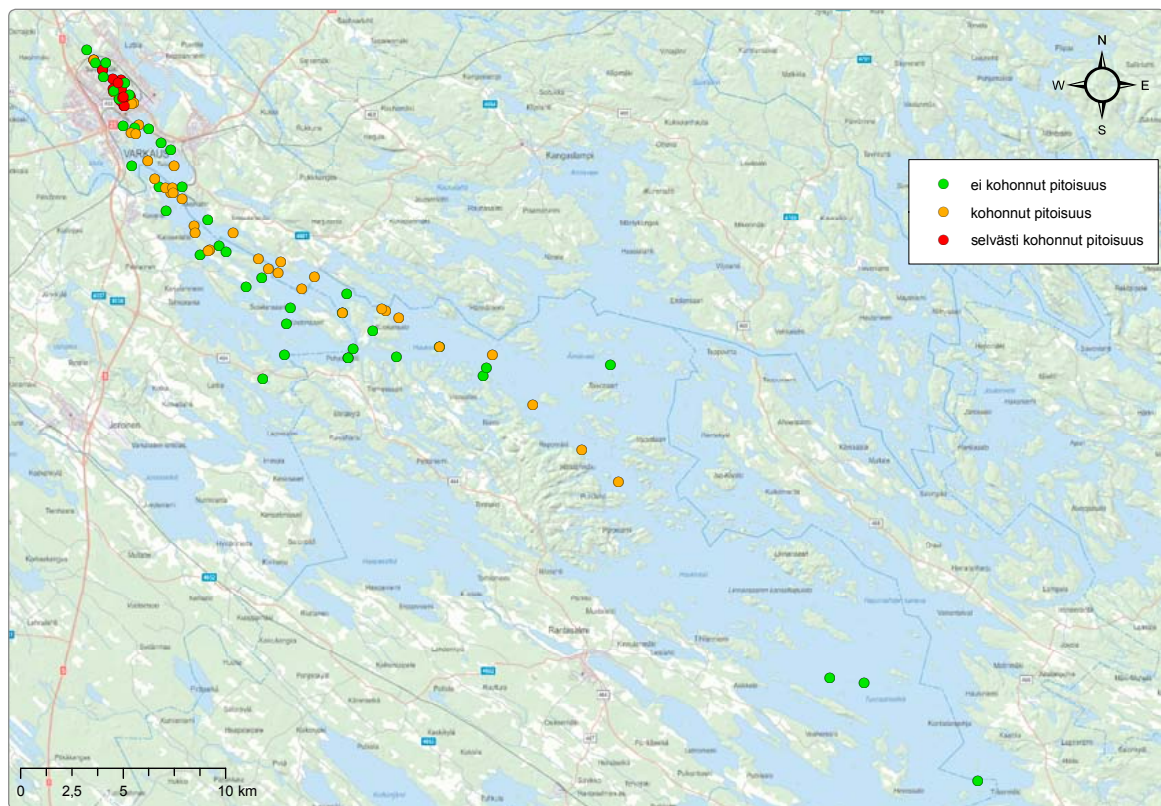
Huruslahden veden virtaukset valuma-alueelta tulevan virtauksen ja voimakanan säännöstelyn seurauksena liikuttavat sedimentin pintaosaa voimakkaasti etenkin matalammilla alueilla ja voimakanan virtausreitillä. Syvännelueiden hapetukseen käytettävät hapettimet tehostavat mahdollisesti virtauksia myös syvänteissä. Veden virtaukset ja sedimentin sisäinen dynamiikka (sedimenttihiukkasten liike ja olosuhteet) siirtävät sedimenttihiukkasia, humusta, niiden mukana myös organotinoja sedimentin pintaosiin, mikä on havaittu alueella tehdyissä tutkimuksissa. Tarkkaa arviota voimakanan juoksuusten ja hapettimien vaikutuksesta organotinoiden kulkeutumiseen ei käytettävissä olleiden tutkimustietojen perusteella ole kuitenkaan pystytty tekemään.

Huruslahdelta virtausten mukana liikkeelle lähtevät haitta-aineet kulkeutuvat Pirtinvirran kautta Haukiveden pohjoisosaan. Veden virtaus Haukiveden pohjoisosassa on voimakasta, mistä syystä Huruslahdesta tulevat haitta-aineet eivät ilmeisesti ole kerääntyneet Pirtinvirran alapuoliselle

alueelle, vaan levinneet melko tasaisesti suureen osaan Haukivettä. Osansa haitta-aineiden leviämisessä on voinut olla myös Saimaan syväväylän liikenteellä, sillä kohonneita haitta-ainepitoisuuksia on havaittu etenkin syväväylän varrella.

### 7.2 Arviointimenetelmät

Päästöjen ja niiden aiheuttamien pitoisuusmuutosten arviointi vastaanottavissa vesistöissä perustuu pääosin Esko Rossi Oy:n (2012) tekemään Huruslahden ja Haukiveden riskinarvioinnin ja riskienhallintasuunnitelman päivitykseen. Vaikutuksia arvioitiin laskennallisella tarkastelulla, jossa käytettiin olemassa olevia Huruslahden sedimenttien pitoisuustietoja, Pirtinvirran virtaamaa sekä kirjallisuuslähteisiin ja muissa kohteissa tehtyihin havaintoihin perustuvia arvioita hankevaihtoehdoissa aiheutuvista päästöistä.



Kuva 7-3. Sedimentin organotinapitoisuudet Huruslahden ja Haukiveden alueilla.

### 7.3 Vaikutusten tarkastelualue

Arvioinnissa keskityttiin tarkastelemaan Huruslahden, Huruslahden alapuolisille vesialueille, Pirtinvirtaan sekä Haukivedelle hankevaihtoehdoista aiheutuvia vaikutuksia. Laskennallisessa tarkastelussa keskityttiin tarkastelemaan tilannetta erityisesti Pirtinvirrassa, koska se on ensimmäinen Huruslahdesta tulevaa kuormitusta vastaanottava vesistönsä ja koska Pirtinvirrasta oli käytettävissä virtaamätietoja sekä veden laadun analyysituloksia.

### 7.4 Arviodut vaikutukset veden ja sedimentin laatuun

#### 7.4.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Mikäli Huruslahteen ei kohdisteta aktiivisia kunnostustoimenpiteitä, jatkuu tilanne haitta-aineiden kulkeutumisen osalta nykyisellään. Aikaa myöten haitta-aineiden määrä Huruslahden sedimentissä vähenee pilaantuneiden sedimenttien kulkeutuessa alavirtaan sekä toisaalta peittyessä puhtailla uusilla sedimenttiaineksilla.

Kulkeutuvien organotinojen kokonaismäärän perusteella niiden kokonaispitoisuus Pirtinvirran vedessä voi olla nykytilanteen jatkuessa noin 0,0007 µg/l. Tributyyliitin (kationin) ympäristölaatu normi pintavesille on 0,0002 µg/l (Valtioneuvoston asetus 1022/2006 vesi ympäristölle vaarallisista aineista). Ympäristölaatu normit ovat pitoisuuksien vuosikeskiarvoille. Tributyyliitin ympäristölaatu normi enimmäispitoisuudelle on 0,0015 µg/l. Tulokset osoittavat, että Huruslahden sedimenteistä Haukiveteen nykytilanteessa kulkeutuvat organotinat eivät heikennä Haukiveden veden laatua. Haukivedestä vesi virtaa Pihlajaveteen Savonlinnan Haapavedeltä laskennallisen keskivirtaaman ollessa 490 m³/s eli yli viisinkertainen Pirtinvirran keskivirtaamaan verrattuna.

Taulukossa (Taulukko 7-5) on esitetty laskelma alavirtaan kulkeutuvien organotinojen vaikutuksista Haukiveden sedimenttien organotinojen kokonaismääriin.

Taulukossa 6-5 esitetyn laskelman perusteella Huruslahdesta Haukiveteen kulkeutuvilla organotinoilla ei ole käytännössä merkitystä Haukiveden sedimenttien organotinojen kokonaismääriin. On ilmeistä, että organotinojen hajoaminen Haukiveden sedimenteissä ylittää Huruslahdesta Pirtinvirran kautta tulevan lisäyksen, joten Haukiveden sedimenttien organotinamäärät eivät kasva nykytilanteeseen nähden. Hajoamisnopeudeksi tähän riittää vajaa 0,1 % vuodessa, mikä tarkoittaa puoliintumisaikana noin 85 vuotta.

TBT:n hajoamisnopeus sedimenteissä vaihtelee kuitenkin paljon ja pitkään sedimenteissä ollut TBT hajoaa hitaasti. ORBIS-hankkeen (Salminen 2010) tulokset osoittivat, että pilaantuneiden sedimenttien kohteissa dibutyyliitin ja monobutyyliitin pitoisuuksia voidaan käyttää hajoamisen indikaattoreina. Haukiveden sedimenteissä kyseisten yhdisteiden osuudet ovat tutkimusten mukaan olleet huomattavia, mikä osoittaa TBT:n hajoamista tapahtuvan.

Huruslahdessa olleiden keräimien kiintoaineesta ei ollut määritetty muiden haitta-aineiden kuin organotinojen pitoisuuksia, eikä esimerkiksi elohopean kulkeutumista voitu laskea. Elohopean pitoisuus Huruslahden sedimentissä on pienempi kuin organotinojen pitoisuus joten on ilmeistä, että elohopeaa kulkeutuu Pirtinvirran kautta vähemmän kuin organotinoja. Elohopea kulkeutuu yleensä huomattavalla osin myös liukoissa muodossa, mutta Huruslahden vedestä tehtyjen elohopeamääritysten tarkkuus 0,05 µg/l ei ollut riittävä kulkeutumisen laskemiseksi. Elohopean ja elohopeayhdisteiden ympäristölaatu normi on 0,05 µg/l eikä sen ylittäviä pitoisuuksia ole todettu Huruslahden vedestä.

Taulukko 7-5. Huruslahdesta Haukiveteen kulkeutuvien organotinojen (2 kg/a) vaikutus Haukiveden sedimenttien organotinojen kokonaismääriin nykytilanteessa.

| Osa-alue                | Sedimentin organotinojen kokonaismäärä osa-alueella kg | Osuus Pirtinvirran alapuolisten alueiden organotinamäärästä % | Pirtinvirrasta tulevasta organotinamäärästä jää alueelle kg/a | Muutos organotinamäärässä % / vuosi |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Huruslahti - Tahkosalmi | 600                                                    | 23,1                                                          | 0,46                                                          | 0,08                                |
| Tahkosalmi - Natura     | 1 000                                                  | 38,5                                                          | 0,77                                                          | 0,08                                |
| Natura                  | 1 000                                                  | 38,5                                                          | 0,77                                                          | 0,08                                |

## 7.4.2 VE 1 sedimenttien peittäminen

Sedimentin peittämisessä aiheutuu työaikana kiintoaineen vapautumista veteen ja kulkeutumista alavirtaan. Kiintoaineen mukaan veteen vapautuu ja alavirtaan kulkeutuu myös sedimentin sisältämiä haitta-aineita. Edellä kuvattujen mitoitustarvojen perusteella laskettujen veteen leviävän kiintoaineen määrien ja Pirtinvirran keskivirtaaman  $90 \text{ m}^3/\text{s}$  mukaan laskien veden kiintoainepitoisuuden lisäys on normaalisti työn aikana peittämisessä  $2,2 \dots 4,4 \text{ mg/l}$ .

Voimakkaimmin pilaantuneiden alueiden peittämisessä (VE 1A) organotinojen laskennallinen kokonaispitoisuus Pirtinvirran vedessä on normaalisti  $0,02 \dots 0,03 \text{ } \mu\text{g/l}$  eli noin 10-23 -kertainen TBT:n lyhytaikaiseen ympäristölaatu-normiin  $0,0015 \text{ } \mu\text{g/l}$  verrattuna. Koko Huruslahden sedimentin peittämisessä (VE 1B) keskimääräinen organotinojen pitoisuuden nousu Pirtinvirran vedessä on keskimäärin  $0,01 \dots 0,02 \text{ } \mu\text{g/l}$  eli noin 7-13 -kertainen TBT:n lyhytaikaiseen ympäristölaatu-normiin  $0,0015 \text{ } \mu\text{g/l}$  verrattuna. Suurimmillaan koko Huruslahden peittämisessä aiheutuvat pitoisuudet ovat pilaantuneimpien alueiden peittämisen aikana, eli vastaavat kuin vaihtoehdossa **VE 1A**.

Peittämisen aikana voi aiheutua häiriötilanteen yhtey-

dessä arviolta työvuoron mittainen päästöpulssi, jonka aikana organotinojen pitoisuus voi nousta Pirtinvirrassa yli satakertaiseksi TBT:n lyhytaikaiseen ympäristölaatu-normiin nähden. Päästöpulssin seurauksena myös Haukiveden pohjoisosassa voidaan todennäköisesti havaita lyhytaikaisesti ympäristölaatu-normin ylittäviä organotinapitoisuuksia. Elohopean pitoisuus jää edellä mainittuja mahdollisia erikoistilanteita lukuun ottamatta elohopean ympäristölaatu-normia pienemmäksi. Edellä lasketut pitoisuudet koskevat vain töiden aikaa. Koska kunnostustyöt eivät ole jatkuvia, keskimääräinen vuorokautinenkin pitoisuuksi-en nousu jää työn aikaisia laskennallisia pitoisuuslisäyksiä pienemmiksi. Vuositasolla keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat huomattavasti töiden aikaisia lisäyksiä pienempiä, mutta TBT:n vuositason ympäristölaatu-normi ylittyy kuitenkin selvästi.

Sedimenttiperäisessä päästössä organotinojen biosaattava (liukoinen) pitoisuus on huomattavasti kokonaispitoisuutta pienempi. Liukoisetkin pitoisuuslisäykset näyttävät peittämisen pienimpiä päästötilanteita lukuun ottamatta ylittävän TBT:n lyhytaikaisen ympäristölaatu-normin mukaisen pitoisuuden Pirtinvirran keskivirtaamatilanteessa (Taulukko 7-6).

Taulukko 7-6. Organotinojen ja elohopean pitoisuudet (summapitoisuudet) peittämistyön aikana Pirtinvirrassa.

| Kunnostus-vaihtoehto | Päästöosuus % | Kiintoaineen pitoisuus Pirtinvirrassa mg/l | Kokonaispitoisuus vedessä $\mu\text{g/l}$ |      | Liukoinen pitoisuus vedessä $\mu\text{g/l}$ |      |
|----------------------|---------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|------|---------------------------------------------|------|
|                      |               |                                            | OT                                        | Hg   | OT                                          | Hg   |
| VE 1A,B Peittäminen  | 5 %           | 2,2                                        | 0,02                                      | 0,01 | 0,0009                                      | 0,00 |
| VE 1A,B Peittäminen  | 10 %          | 4,4                                        | 0,03                                      | 0,01 | 0,0017                                      | 0,00 |
| VE 1A,B Peittäminen  | Häiriö        | 44                                         | 0,34                                      | 0,13 | 0,0171                                      | 0,01 |

OT = organotinat, Hg = elohopea

Taulukko 7-7. Pirtinvirrasta Haukiveteen kulkeutuvien organotinojen vaikutus Haukiveden sedimenttien organotinojen kokonaismääriin peittämisvaihtoehdoissa.

| Osa-alue                                                           | Sedimentin organotinojen kokonaismäärä nykyisin kg | Osuus Pirtinvirran alapuolisten alueiden organotinamäärästä % | Pirtinvirrasta tulevasta organotinamäärästä jää alueelle kg | Muutos organotinojen kokonaismäärässä % |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>VE 1A, organotinapäästö <math>3 \dots 6 \text{ kg}</math></b>   |                                                    |                                                               |                                                             |                                         |
| Huruslahti - Tahkosalmi                                            | 600                                                | 23,1                                                          | $0,7 \dots 1,4$                                             | $0,1 \dots 0,2$                         |
| Tahkosalmi - Natura                                                | 1 000                                              | 38,5                                                          | $1,2 \dots 2,4$                                             | $0,1 \dots 0,2$                         |
| Natura                                                             | 1 000                                              | 38,5                                                          | $1,2 \dots 2,4$                                             | $0,1 \dots 0,2$                         |
| <b>VE 1B, organotinapäästö <math>40 \dots 80 \text{ kg}</math></b> |                                                    |                                                               |                                                             |                                         |
| Huruslahti - Tahkosalmi                                            | 600                                                | 23,1                                                          | $9,2 \dots 18,5$                                            | $1,5 \dots 3,1$                         |
| Tahkosalmi - Natura                                                | 1 000                                              | 38,5                                                          | $15 \dots 30$                                               | $1,5 \dots 3,0$                         |
| Natura                                                             | 1 000                                              | 38,5                                                          | $15 \dots 30$                                               | $1,5 \dots 3,0$                         |

Haukivedellä veden organotinapitoisuus laskee voimakkaasta laimenemisesta johtuen nopeasti ympäristölaatumormia pienemmäksi. Pirtinvirran kautta kiintoaineen mukana Haukivedelle kulkeutuvat organotinat nostavat Haukiveden osa-alueiden sedimentin organotinamäärää laskennan mukaan 0,1...0,2 % pilaantuneimpien alueiden peittämisessä ja 1,5...3 % koko Huruslahden peittämisessä (Taulukko 7-7).

Kunnostuksessa vapautuvan kiintoaineen mukana Haukivedelle kulkeutuu myös Huruslahden sedimentin sisältämiä muita haitta-aineita (kupari, nikkeli, sinkki, PAH-yhdisteet), joiden pitoisuudet nousevat vaikutusalueen sedimentissä. Sedimentin pitoisuuksien nousu Haukivedellä ei todennäköisesti ole tasaista, vaan noudattaa alueella nykyisin havaittua jakaumaa, jossa suurimmat pitoisuudet esiintyvät syväväylän varrella. Erityisesti koko Huruslahden peittämisvaihtoehdossa voivat Haukiveden pohjoisosan sedimenttien raskasmetallipitoisuudet nousta eliölle haitalliselle tasolle.

### 7.4.3 VE 2 sedimenttien ruoppaus

Ruoppauksessa vapautuu aina jonkin verran ruopattavaa materiaalia veteen ruoppausmenetelmästä riippuen. Karkaavan kiintoaineen määriä arvioitiin menetelmäsuudessa kuvattujen mitoitusarvojen perusteella.

Kiintoainepitoisuuden lisäys vedessä on normaalisti työn aikana ruoppauksessa 4,4...8,9 mg/l. Pirtinvirran keskivirtaamalla laskien organotinojen pitoisuus nousee Pirtinvirran vedessä pilaantuneimpien alueiden ruoppauksen aikana (**VE 2A**) 0,03...0,07 µg/l. Lisäys on huomattavan suuri, noin 20–50 -kertainen TBT:n lyhytaikaiseen ympäristölaatumormiin 0,0015 µg/l verrattuna. Vuositasolla keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat huomattavasti töiden aikaisia lisäyksiä pienempiä, mutta TBT:n vuositasen ym-

päristölaatumormi ylittyy kuitenkin selvästi. Peittämisen tapaan ruoppausvaihtoehdossa on mahdollista, ettei pilaantuneimpien syvänealueiden ruoppaaminen välttämättä olennaisesti vähennä organotinojen kulkeutumista Haukiveden alueelle jatkossa, koska haitta-aineiden päästölähdettä Huruslahden alueella ei tunneta tarkemmin ja päästö voi aiheutua syvänteiden sijasta matalammilta, alhaisemmat pitoisuudet omaavilta alueilta.

Pirtinvirran keskivirtaamalla ja laskien organotinojen pitoisuus nousee Pirtinvirran vedessä koko Huruslahden ruoppauksessa (**VE 2B**) töiden aikana keskimäärin 0,02...0,03 µg/l. Pitoisuusnousu on suurinta silloin, kun ruopataan voimakkaimmin pilaantuneita alueita, eli vastaavaa kuin vaihtoehdossa VE 2A. Ruoppauksen päästöjen seurauksena TBT:n lyhytaikainen ympäristölaatumormi ylittyy Pirtinvirran vedessä. Vuositasolla keskimääräiset pitoisuuslisäykset ovat huomattavasti töiden aikaisia lisäyksiä pienempiä, mutta TBT:n vuositasen ympäristölaatumormi ylittyy myös kuitenkin selvästi.

Ruoppauksesta aiheutuvien päästöjen vaikutukset Haukiveden osa-alueiden sedimenttien haitta-ainepitoisuuksiin vastaavat peittämisvaihtoehtoja (Taulukko 7-7). Pirtinvirran kautta kiintoaineen mukana Haukivedelle kulkeutuvat organotinat nostavat Haukiveden osa-alueiden sedimentin organotinamäärää laskennan mukaan 0,1...0,2 % pilaantuneimpien alueiden ruoppauksessa ja 1,5...3 % koko Huruslahden ruoppauksessa. Kunnostuksessa vapautuvan kiintoaineen mukana Haukivedelle kulkeutuu myös Huruslahden sedimentin sisältämiä muita haitta-aineita (kupari, nikkeli, sinkki, PAH-yhdisteet), joiden pitoisuudet nousevat Haukiveden sedimentissä. Erityisesti koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa voivat Haukiveden pohjoisosan sedimenttien raskasmetallipitoisuudet nousta eliölle haitalliselle tasolle.

Taulukko 7-8. Sedimentin organotinojen ja elohopean pitoisuudet (summapitoisuudet) ruoppauksen aikana Pirtinvirrassa (kuivatusvesien vaikutusta ei ole huomioitu).

| Kunnostus-vaihtoehto | Päästöosuus % | Kiintoaineen pitoisuus Pirtinvirrassa mg/l | Kokonaispitoisuus vedessä µg/l |      | Liukoinen pitoisuus vedessä µg/l |      |
|----------------------|---------------|--------------------------------------------|--------------------------------|------|----------------------------------|------|
|                      |               |                                            | OT                             | Hg   | OT                               | Hg   |
| VE 2A,B Ruoppaus     | 5 %           | 4,4                                        | 0,03                           | 0,01 | 0,0017                           | 0,00 |
| VE 2A,B Ruoppaus     | 10 %          | 8,9                                        | 0,07                           | 0,03 | 0,0034                           | 0,00 |

OT = organotinat, Hg = elohopea

Taulukko 7-9. Sedimentin organotinojen ja elohopean pitoisuudet (summapitoisuudet) penkereen rakentamisen aikana Pirtinvirrassa.

| Kunnostus-vaihtoehto | Päästöosuus % | Kiintoaineen pitoisuus Pirtinvirrassa mg/l | Kokonaispitoisuus vedessä µg/l |      | Liukoinen pitoisuus vedessä µg/l |      |
|----------------------|---------------|--------------------------------------------|--------------------------------|------|----------------------------------|------|
|                      |               |                                            | OT                             | Hg   | OT                               | Hg   |
| VE 3 Penger          | 10 %          | 0,7                                        | 0,001                          | 0,00 | 0,0001                           | 0,00 |
| VE 3 Penger          | 20 %          | 1,4                                        | 0,003                          | 0,00 | 0,0001                           | 0,00 |
| VE 3 Penger          | Häiriö        | 14,2                                       | 0,03                           | 0,04 | 0,0014                           | 0,00 |

OT = organotinat, Hg = elohopea

### Sedimentin kuivauksen vaikutukset

Ruoppauksen edellyttämässä sedimentin kuivauksessa muodostuu jätevesiä. Ruoppausvaihtoehdossa organotinojen ja elohopean pitoisuudet nousevat vesistössä veteen liettyvän kiintoaineen lisäksi ruoppauslietteen kuivauksesta tulevan veteen liuenneen osuuden vaikutuksesta. Pilaantuneiden sedimenttien kunnostuksen yhteydessä esiintyvää elohopean todellista vapautumista pohjalta ja muuntumista eliöstölle haitalliseen muotoon (metyloitu-mista) on hyvin vaikea ennustaa. Koska elohopean liukene-mista ei ollut tutkittu kokeellisesti, elohopean liukene-minen jää epäselväksi. Kymijoen tutkimusten (SYKE 2009) tu-losten mukaan elohopea on Kymijoen sedimentissä hyvin niukkaliukoisena, mahdollisesti sulfideihin sitoutuneena. Kymijoen veden kokonaiselohopeasta on 20...30 % ollut liukoisa ja siitä 10...20 % edelleen liukoisa metyylie-lohopeana. Kymijoen koeruoppauksessa (Vesivalo ym. 2002) liukoinen Hg- pitoisuus oli alapuolisessa vesinäytteessä vain noin puolet yläpuolella todetusta liukoisesta pitoisuu-desta. Koeruoppauksen perusteella sedimentistä vapautuu aineita, jotka sitovat liukoista elohopeaa. Huruslahden se-dimentin elohopeapitoisuus ei ole kovin suuri, joten elo-hopean pitoisuuskin huomioon ottaen sen muodostamat riskit ovat kunnostuksen yhteydessä organotinoihin verrat-tuna vähäisiä.

Vesistöön kuivatusvesistä aiheutuva organotinojen pitoi-suuslisäys määrittyy käsittelyn jälkeisen pitoisuuden, pur-kuajan ja virtaamatilanteen mukaan. Käsittelemättömien kuivatusvesien tapauksessa tributyylitinan vuositasen ympäristölaatusnormin 0,0002 µg/l rajoissa pysymi-nen edellyttäisi pitkää, noin kymmenen vuoden purku-aikaa. Laskelma osoittaa, että ruoppauslietteen kuivatus-vedet tulee käsitellä elohopean ohella myös liukoisia or-

ganotinoja tehokkaasti poistavalla menetelmällä. Samalla saadaan poistettua tehokkaasti myös muut Huruslahden sedimentissä esiintyvät haitta-aineet kuivatusvesistä. Kuivatusvesistä aiheutuvia pitoisuusvaikutuksia vastaanot-tavassa vesistössä ei voitu arvioida, koska päästöt riippuvat voimakkaasti valittavasta käsittelymenetelmästä.

### 7.4.4 VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Penkereen rakentamisessa vapautuu sedimenttiainesta veteen pohjan pölytyessä penkereen rakennusmateriaalin läjityksen aikana. Penkereen rakentaminen voi lisäksi voi-mistaa voimakkaan uoman eroosiota, jolloin kiintoainet-ta voi kulkeutua alavirtaan enemmän kuin nykytilanteessa.

Penkereen rakentamisessa veteen leviävän kiintoai-neen määrien ja Pirtinvirran keskivirtaaman 90 m³/s mu-kaan laskien veden kiintoainepitoisuuden lisäys on nor-maalisti 0,7...1,4 mg/l. Penkereen rakentamisessa organ-otinojen laskennallinen kokonaispitoisuus Pirtinvirran ve-dessä on normaalisti 0,001...0,003 µg/l eli enintään noin kaksinkertainen TBT:n lyhytaikaiseen ympäristölaatusnor-miin 0,0015 µg/l verrattuna. Penkereen rakentamisen aika-na voi aiheutua häiriötilanteen yhteydessä arviolta työvu-o-ron mittainen päästöpulssi, jonka aikana organotinojen ko-konaispitoisuus voi nousta yli kymmenkertaiseksi TBT:n ly-hytaikaiseen ympäristölaatusnormiin nähden. Elohopean pitoisuus jää edellä mainittuja mahdollisia erikoistilanteita lukuun ottamatta elohopean ympäristölaatusnormia pie-nemmäksi.

Muiden sedimentin haitta-aineiden päästöt jäävät pen-kereen rakentamisessa todennäköisesti niin alhaiseksi, ett-eivät ne muodosta eliöille haitallisia pitoisuuksia vedessä tai sedimentissä.

## 7.5 Muut vesistövaikutukset

Huruslahden pohjasta vapautuva sedimenttimateriaali on orgaanista, joten kunnostustöillä voi olla vaikutuksia haitta-ainepitoisuuksien ohella veden fysikaalis-kemialliseen laatuun. Orgaanisen sedimentin vapautumisesta voi aiheutua happikatoa jo entisestään heikon happitilanteen omaaviin Huruslahden syvänteisiin, millä puolestaan voi olla kaloja karkottava vaikutus. Esimerkiksi Vuosaaren sataman ruoppaustöiden aikana ja jälkeen tehdyissä tutkimuksissa todettiin, että työkohteissa ja niiden välittömässä läheisyydessä ravinnepitoisuudet olivat selvästi tavanomaisia pitoisuuksia korkeampia. Esimerkiksi kokonaisfosforipitoisuus voi olla hetkellisesti noin 50 % suurempi työkohteella normaalitilanteeseen verrattuna. Kokonaistyyppipitoisuudessa ero oli selvästi pienempi. (Vuosaaren satamahankkeen julkaisuja 1/2004 ja 1/2005).

Vaikutukset veden ravinne- ja happipitoisuuteen rajoittuvat pääosin Huruslahden alueelle lähelle työskentelykohdetta. Ravinnekuormituksen seurauksena Huruslahden rehevyys voi entisestään lisääntyä, millä on edelleen vaikutuksia lahden ekologiaan vedenlaatu muutosten ohella. Voimakkaimmat vaikutukset aiheutuvat peittämisen ja penkereen rakentamisen poikkeustilanteita lukuun ottamatta ruoppausvaihtoehdoissa. Vaikutukset rajoittuvat kestoltaan työaikaan. Koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa vaikutusten ajallinen kesto on pitkä, jolloin kohonneita ravinnepitoisuuksia sisältävää vettä kulkeutuu myös Haukivedelle pitkän ajan. Tällä voi olla Haukiveden pohjois-

osan rehevyyttä lisäävä vaikutus.

Sedimentin peittäminen toisaalta vähentää jatkossa Huruslahden sisäistä kuormitusta eli ravinteiden vapautumista takaisin veteen. Sedimentin ruoppaaminen poistaa haitta-aineiden ohella sedimentoituneita ravinteita ja orgaanista ainetta vähentäen jatkossa Huruslahden sisäistä kuormitusta. Tällä voi pitkällä aikavälillä olla lahden vedenlaatua parantava vaikutus.

Virtausolosuhteiden muuttumisen seurauksena Huruslahden veden vaihtuvuus voi vähentyä, jolloin vesialueen ravinne- ja happitilanne voivat muuttua nykyistä heikommiksi. Vaikutuksen tarkempi arviointi edellyttäisi tarkempien suunnitelmien ja virtausmallinnusten tekemistä. Huruslahden virtausolosuhteet voivat muuttua myös sedimentin peittämis- ja ruoppausvaihtoehdoissa

## 7.6 Yhteenvedo vaikutuksista vesistöihin

Nykytilanteen jatkuessa organotoinojen hajoaminen Haukiveden sedimenteissä ylittää Huruslahdesta Pirtinvirran kautta tulevan lisäyksen, joten Haukiveden sedimenttien organotinamäärät eivät kasva nykytilanteeseen nähden tulevaisuudessa.

Kunnostustoimenpiteistä aiheutuva kiintoainepitoisuuksien lisäys Pirtinvirrassa laskettiin veteen leviävän kiintoaineen määrien ja Pirtinvirran virtaaman mukaan. Pitoisuudet laskettiin virtaamalla 30, 90 ja 125 m<sup>3</sup>/s. Veden kiintoainepitoisuus on Pirtinvirrassa normaalista kylmänä vuodenaikana hyvin pieni, < 1 mg/l, mutta avovesiaikana

Taulukko 7-10. Kiintoaineen leviäminen veteen eri kunnostusvaihtoehdoissa.

| Kunnostusvaihtoehto                          | Päästöosuus % | Kiintoainepäästö t/d | Kiintoaineen pitoisuus Pirtinvirrassa eri virtaamilla mg/l |      |     |
|----------------------------------------------|---------------|----------------------|------------------------------------------------------------|------|-----|
| Virtaama Pirtinvirrassa (m <sup>3</sup> /s): |               |                      | 30                                                         | 90   | 125 |
| VE 1 Peittäminen                             | 5 %           | 7,2                  | 6,7                                                        | 2,2  | 1,6 |
| VE 1 Peittäminen                             | 10 %          | 14,4                 | 13                                                         | 4,4  | 3,2 |
| VE 1 Peittäminen                             | Häiriö        | 144                  | 133                                                        | 44   | 32  |
|                                              |               |                      |                                                            |      |     |
| VE 2 Ruoppaus                                | 5 %           | 14,4                 | 13                                                         | 4,4  | 3,2 |
| VE 2 Ruoppaus                                | 10 %          | 28,8                 | 26                                                         | 8,9  | 6,4 |
|                                              |               |                      |                                                            |      |     |
| VE 3 Penger                                  | 10 %          | 2,3                  | 2,1                                                        | 0,7  | 0,5 |
| VE 3 Penger                                  | 20 %          | 4,6                  | 4,3                                                        | 1,4  | 1,0 |
| VE 3 Penger                                  | Häiriö        | 46                   | 427                                                        | 14,2 | 10  |

Taulukko 7-11. Sedimentin organotoinojen ja elohopean pitoisuudet Pirtinvirrassa kunnostustöiden aikana.

| Kunnostus-<br>vaihtoehto   | Päästöosuus % | Kiintoaineen pitoi-<br>suus Pirtinvirrassa<br>mg/l | Pitoisuus<br>Pirtinvirrassa µg/l |      | Liukoinen pitoisuus<br>Pirtinvirrassa µg/l |      |
|----------------------------|---------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|------|--------------------------------------------|------|
|                            |               |                                                    | OT                               | Hg   | OT                                         | Hg   |
| VE 1 Peittäminen           | 5 %           | 2,2                                                | 0,02                             | 0,01 | 0,0009                                     | 0,00 |
| VE 1 Peittäminen           | 10 %          | 4,4                                                | 0,03                             | 0,01 | 0,0017                                     | 0,00 |
| VE 1 Peittäminen           | Häiriö        | 44                                                 | 0,34                             | 0,13 | 0,0171                                     | 0,01 |
| VE 2 Ruoppaus              | 5 %           | 4,4                                                | 0,03                             | 0,01 | 0,0017                                     | 0,00 |
| VE 2 Ruoppaus              | 10 %          | 8,9                                                | 0,07                             | 0,03 | 0,0034                                     | 0,00 |
| VE 3 Penger                | 10 %          | 0,7                                                | 0,001                            | 0,00 | 0,0001                                     | 0,00 |
| VE 3 Penger                | 20 %          | 1,4                                                | 0,003                            | 0,00 | 0,0001                                     | 0,00 |
| VE 3 Penger                | Häiriö        | 14,2                                               | 0,03                             | 0,04 | 0,0014                                     | 0,00 |
| Ympäristölaatuunormi (TBT) |               | Lyhytaikainen                                      | 0,0015 µg/l                      |      |                                            |      |
| Asetus 1022/2006           |               | Pitkäaikainen                                      | 0,0002 µg/l                      |      |                                            |      |

OT = organotinat yhteensä, Hg = elohopea, TBT = tributyyliini

kiintoaineen määrä lisääntyy levien lisääntymisen takia olen kesällä 3...4 mg/l (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2012a, 2012b). Vedestä ei ole todettu merkittäviä organotoinojen tai elohopean pitoisuuksia, joten taustapitoisuuksia ei käsitelty laskelmissa.

Yhteenveto päästölaskelmista eri kunnostusvaihtoehtoissa ja virtaamatilanteissa on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 7-10).

Taulukossa (Taulukko 7-10) pitoisuus Pirtinvirrassa on laskettu työpäivän (10 h) ajalle sedimentin tilavuuspainolla 1,2 kg/dm<sup>3</sup> ja 24 %:n kuiva-aineen osuudella.

Laskennalliset kiintoainepitoisuudet Pirtinvirrassa muodostuvat erityisesti alivirtaamatilanteesta melko suuriksi, jolloin myös selvää veden samentumista on havaittavissa. Peittämisen ja penkereen rakentamisen poikkeustilanteissa kiintoainepitoisuus voisi nousta Pirtinvirrassa lyhytaikaisesti selvästi havaittavalle tasolle myös ylivirtaamatilanteessa. Keskivirtaaman vallitessa kiintoaineen pitoisuuslisäykset Pirtinvirrassa olisivat kaikissa vaihtoehtoissa normaalin toiminnan aikana niin pieniä, että näkyvää samentumaa ei pitäisi esiintyä.

Mikäli virtausolosuhteiden muuttaminen yhdistetään peittämisen tai ruoppausvaihtoehtoon, ovat toimenpiteistä yhteensä aiheutuvat päästöt likimain vaihtoehtojen erillisten päästöjen summa penkereen rakentamisen aikana.

Penkereen valmistuttua voi sillä olla peittämien tai ruoppauksen päästöjen kulkeutumista vähentävä vaikutus.

Kaikki kiintoaine ei kulkeudu Huruslahdelta virtauksen mukana Pirtinvirtaan, vaan karkea kiintoaine laskeutuu työskentelyalueen lähellä pohjaan. Hieno kiintoaine voi kuitenkin kulkeutua pitkälle. Varovaisuusperiaatetta noudattaen arvioidun kiintoainepäästön oletettiin kulkeutuvan kokonaisuudessaan Pirtinvirtaan. Toimenpiteiden keskeytyessä esimerkiksi yön ajaksi kiintoaineen pitoisuus vedessä laskee ja vuorokausikeskiarvona pitoisuuslisäykset ovat edellä laskettuja pienempiä.

Huruslahti – Tahkonsalmi välillä veden kiintoainepitoisuus pienenee sedimentaation ja hieman myös lisääntyvän virtaaman vaikutuksesta. Organotoinojen nykyisen esiintymisen perusteella Pirtinvirrasta kulkeutuneesta sedimentistä laskeutuu Huruslahti – Tahkonsalmi välille vajaa neljännes.

Sedimenttiperaisessa päästössä organotoinojen biosaattava (liukoinen) pitoisuus on huomattavasti kokonaispitoisuutta pienempi. Kokonaispitoisuudet ylittävät laskennan perusteella asetuksen 1022/2006 TBT:n suurimman sallitun pitoisuuden ympäristölaatuunormin 0,0015 µg/l kaikissa kunnostusvaihtoehtoissa. Liukoisetkin pitoisuuslisäykset näyttävät penkereen rakentamista ja peittämisen pienimpiä päästötilanteita lukuun ottamatta ylittävän TBT:n lyhytaikaisen ympäristölaatuunormin mukaisen pitoisuuden

keskivirtaamatilanteessa. Vuositasolla liukoiset pitoisuudet alittavat kuitenkin myös TBT:n varsinaisen ympäristönlautu-normin 0,0002 µg/l kaikissa kunnostusvaihtoehdoissa.

Taulukossa (Taulukko 7-11) esitetyissä laskelmissa Pirtinvirrassa virtaamana on käytetty keskivirtaamaa 90 m<sup>3</sup>/s. Organotinojen pitoisuus ruopattavassa tai peitettävässä sedimentissä on keskimäärin 7 200 µg/kg ja penke-reen alueella 2 000 µg/kg. Organotinojen liukoisuus on 5 %. Elohopean pitoisuus sedimentissä on oletettu olevan keskimäärin 3 mg/kg ja liukoisuus 10 %.

Kunnostustöissä veteen sekoittunut kiintoaine leviää veden virtausten mukana kulkeutuen vähitellen Pirtinvirran kautta Haukiveteen. Peittämisen ja ruoppauksen aikana organotinojen pitoisuus voi olla Pirtinvirran vedessä monikymmenkertainen TBT:n lyhytaikaiseen ympäristönlautunormiin verrattuna. Virtausoloista riippuen vaikutukset voivat erityisesti ruoppausvaihtoehdossa ulottua myös Tahkosalmi – Natura osa-alueelle ja pahimmillaan Natura-alueelle saakka. Pitoisuudet Haukivedellä laskevat laimene-misestä johtuen kuitenkin nopeasti.

Elohopean pitoisuus vesistössä jää mahdollisia erikoisti-lanteita lukuun ottamatta elohopean ympäristönlautunor-mia pienemmäksi kaikissa kunnostusvaihtoehdoissa.

Ruoppaamalla nostetun sedimentin kuivaamisessa (VE 2) muodostuvassa kuivatusvedessä voi olla suhteellisen suuria organotinojen pitoisuuksia ja vedelle tarvitaan tehokas käsittely ennen takaisin vesistöön johtamista.

## 7.7 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Tässä YVA-menettelyssä on kokonaisuudessaan kyse Huruslahden pilaantuneiden sedimenttien kulkeutumi-sen ja haitallisten vaikutusten vähentämisestä, mistä syystä tässä kappaleessa keskitytään käsittelemään vain aktiivisiin kunnostustöihin liittyviä haitallisten vaikutusten vähentä-miskeinoja.

Veden laatuun kohdistuvien haitallisten vaikutusten vä-hentäminen liittyy kunnostuksen aikaisten päästöjen ra-joittamiseen sekä kunnostuksen toteutusajankohtaan. Kunnostuksenaikaisia päästöjä vähennetään kappaleessa 4 kuvatuilla menetelmillä, joita ovat esimerkiksi soveltuvim-man työmenetelmän valinta sekä erilaisten suojaratkaisui-ten (esim. suojaverhot) käyttö. Huruslahdesta Pirtinvirtaan ja edelleen Haukiveden alueelle kulkeutuvien päästöhän haitallisten vaikutusten vähentämiseksi ei ole yhtä yksiselit-teistä toimivaa ja toteutuskelpoista menetelmää.

YVA-menettelyn aikana on nostettu esiin vaihtoehto sul-kea osittain tai kokonaan Huruslahdelle johtava voimak-a-nava kunnostustöiden ajaksi, jolloin veden virtaus lahdel-la heikentyisi ja kiintoaineen ja haitta-aineiden kulkeutu-minen virtauksen mukana alavirtaan todennäköisesti vä-henisi. Kanavan sulkemisella saattaisi siten olla työnaikais-ten päästöjen leviämistä Haukivedelle tehokkaasti estävä vaikutus. Toisaalta voimakkanavan sulkemisesta kokonaan aiheutuisi arvion mukaan noin 3 500 euron kustannuk-set vuorokaudessa Stora Enson Varkauden tehtaalle, mikä tarkoittaa vuositasolla yli miljoonan euron kustannusta. Kunnostuksen yleissuunnitelmavaiheessa voidaan edel-lä esitetyt näkökulmat huomioiden tarkastella tarkemmin mahdollisuuksia voimakkanavan sulkemiseen työn ajaksi, mikäli hankkeessa päädytään etenemään jonkin aktiivisia kunnostustoimenpiteitä käsittävän vaihtoehdon kanssa. Tarkemman suunnittelun aikana kanavan sulkemisen vai-kutus Huruslahden virtausolosuhteisiin voidaan selvittää etukäteen esimerkiksi hydrologisella tietokonemallilla.

## 7.8 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Huruslahden nykytilanteen kartoittamiseksi tehdyt sedi-menttinäytepisteet ovat sijoittuneet pääasiassa syväenne-alueille ja matalammissa osissa lahtea näytepisteitä on ollut huomattavasti vähemmän. Tämä tuo epävarmuutta hait-ta-aineiden kokonaismäärään ja sitä kautta vapautumiseen kunnostustöiden aikana.

Kulkeutumisen arvioinnissa epävarmuutta sisältyi erityi-sesti Huruslahdesta lähtevän kiintoaineen määrään ja siinä esiintyviin haitta-aineiden pitoisuuksiin. Kiintoaineen mää-rälle saatiin suhteellisen luotettava yläraja-arvio kokonais-kiintoainemääritysten perusteella. Organotinojen pitoisuus alavirtaan leviävässä kiintoaineessa arvioitiin sedimenttike-räimistä saatujen tulosten perusteella. Sedimenttikeräimet sijaitsivat voimakkaimmin pilaantuneiden sedimenttien alueella, joten käytetty pitoisuustieto on todennäköisesti yliarvio. Kulkeutumislaskelmat osoittivat, että organotino-ten kulkeutuminen Huruslahdesta Haukiveteen on nykyisel-lään hyvin pieni. Koska kulkeutumislaskelmat tehtiin varo-vaisuusperiaatetta noudattaen, todellinen kulkeutuminen on todennäköisesti laskettua pienempi. Kulkeutumisriskin tarkempi arviointi edellyttäisi Pirtinvirran kiintoaineen hait-ta-ainepitoisuuksien määrittämistä.

Haukiveden sedimentin haitta-ainepitoisuuksiin kohdis-tuvien vaikutusten arvioinnissa käytettiin lähtötietona tut-

kimuksissa sedimentissä todettuja haitta-ainepitoisuuksia sekä niiden avulla laskettuja määräärvioita. Määrärvioon liittyy epävarmuutta, joka aiheutuu alueen laajuudesta sekä toisaalta tutkimuspisteiden määrästä ja sijoittumisesta. Tarkastelua tuleekin tästä syystä käsitellä lähinnä suuntaa antavana.

Kunnostustöiden päästöt vaihtelevat aina työkohteen erityispiirteiden mukaan ja luotettavan arvion tekeminen edellyttäisi kohdekohtaisia kokeita. Päästöarvioiden epä-tarkkuuksien lisäksi kunnostustöihin liittyvien riskien arvioinnissa veteen leviävän sedimentin kulkeutumisen ja haitta-aineiden liukenemisen ennustaminen on epävarmaa. Huruslahden tapauksessa oli käytettävissä liukoisuustestituloksia. Liukoisuustestit ovat olosuhteiltaan voimakkaammin haitta-aineita liuottavia kuin sedimentin kunnostustyöt, joten käytetyt liukoisuusarviot ovat todennäköisesti turvallisella puolella.

Ravinteiden vapautumisesta veteen kunnostustöiden aikana ei ollut käytettävissä tarkkaa tietoa, mutta Huruslahden ja etenkin lahden syvänteiden nykytilan perusteella sen voidaan arvioida olevan merkittävää.

Tarkasteltaessa vaikutuksia Huruslahden ja Haukiveden vedenlaatuun tulee huomioda, että siihen vaikuttavat myös monet muut tekijät kuin Huruslahden alueelta tuleva kuormitus. Tällaisia tekijöitä ovat mm. valuma-alueelta tuleva luontainen kuormitus, joka voi vaihdella merkittävästikin eri vuosina. Vedenlaatuun pitkällä tähtäimellä vaikuttavat myös teollisuuden ja yhdyskuntien jätevesien aiheuttamien päästöjen ja vaikutusten kehittyminen.



# 8. Vaikutukset vesistöjen ekologiaan

## 8.1 Nykytila

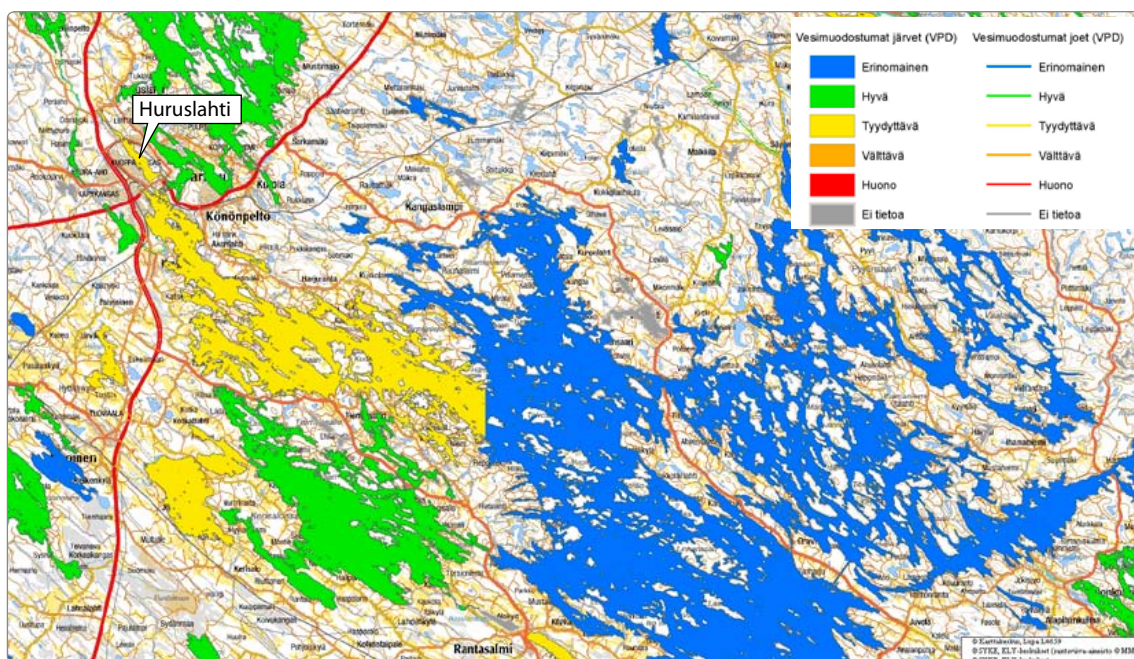
### 8.1.1 Vesistöjen ekologinen tila

Tiedot alueen vesistöjen ekologisesta nykytilasta haettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmästä.

Pintavesien ekologisen tilan luokittelussa Huruslahti on sijoitettu luokkaan tyydyttävä ja tyypitelty pieneksi humusjärveksi (Ph) (Kuva 8-1). Ekologisen tilan arvioissa painotettiin korkeita sedimentin TBT-pitoisuuksia, joiden aiheuttamasta ekologisesta riskistä ei luokituksen tekovaiheessa kuitenkaan ollut suoraa tietoa. Korkeiden pitoisuuksien kuitenkin oletettiin vaikuttavan pohjan eliöyhteisöön. Luokituksessa käytettiin sedimentin TBT-pitoisuuden osalta raja-arvoa 200 µg/kg, joka ylittyy selvästi lähes kaikissa mitauspaikoissa Huruslahden alueella. Luokitukseen liittyvän arvion mukaan tavoitteena oleva luokitus luokkaan hyvä

saavutetaan tai turvataan nykykäytännön lisäksi tehtävillä toimenpiteillä vuoteen 2021 mennessä.

Ekologisessa luokittelussa Huruslahden alapuolinen Siitinselkä-Vuoriselkä vesialue on niin ikään tyydyttävä. Sen luokitustekijöissä pohjaeläimet ja kasviplankton olivat ne osatekijät, jotka ensisijassa aiheuttivat tyydyttävän luokituksen fysikaalis-kemiallisten tekijöiden ollessa hyviä. Sedimentin TBT-pitoisuuden luokitusraja-arvo 200 µg/kg ylittyy tutkimusten mukaan myös paikoin Huruslahden alapuolisilla alueilla. Kyseisen alueen arvion mukaan luokituksen hyvä mukainen tavoitetilä saavutetaan tai turvataan nykykäytännön lisäksi tehtävillä toimenpiteillä vuoteen 2015 mennessä.



Kuva 8-1. Pintavesien ekologisen tilan kokonaisarvio hankkeen vaikutusalueella (lähde: Hertta).

Vuoriselän alapuoliset Haukiveden osat on luokiteltu luokkaan erinomainen ja niiden osalta tavoitetilä on arvioon mukaan saavutettu ja turvattu nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä.

Meneillään olevassa vesistöjen ekologisen luokituksen tarkastamisessa Huruslahden alue näyttäisi Pohjois-Savon ELY-keskukselta saadun ennakkotiedon perusteella luokituvan edelleen tyydyttävään tilaan (henkilökohtainen tiedonanto 2.4.2013). Luokitusta heikentää lahden rehevyys sekä sedimentin haitta-ainepitoisuudet. Varkauden alapuolinen osa Haukivettä näyttäisi Etelä-Savon ELY-keskukselta saadun ennakkotiedon perusteella luokituvan uudessa luokituksessa hyvään ekologiseen tilaan (henkilökohtainen tiedonanto 2.4.2013).

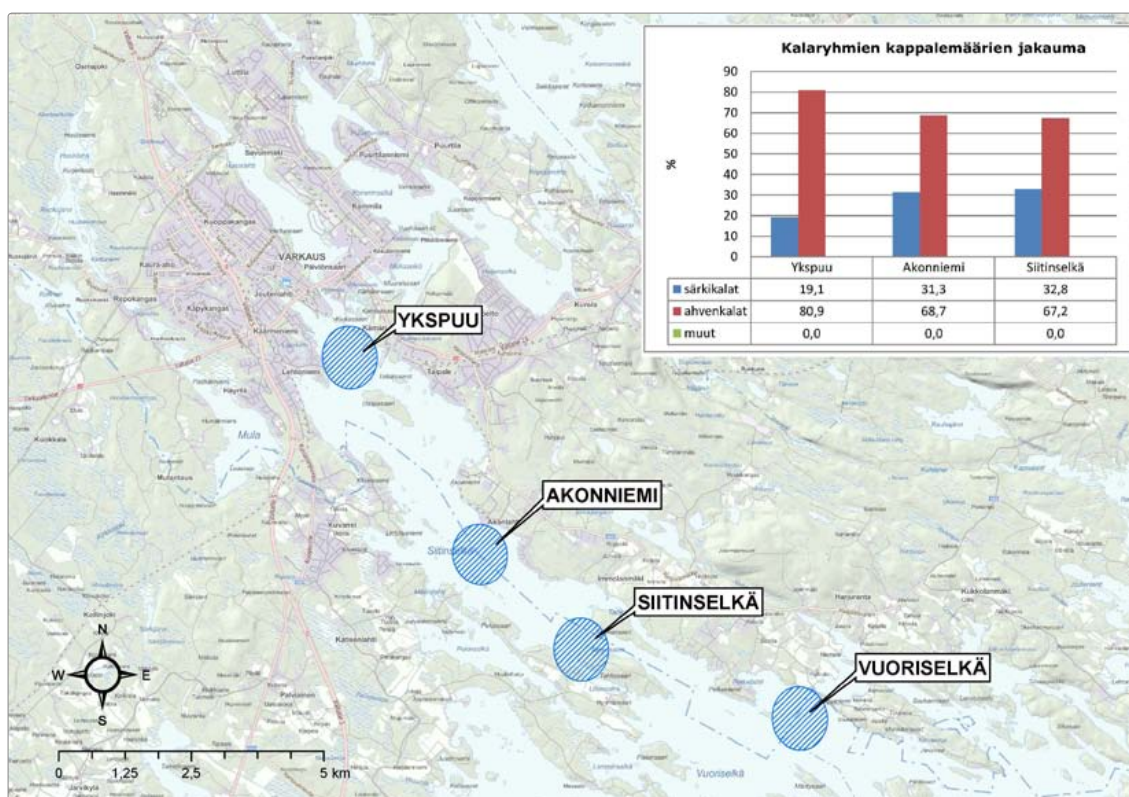
### 8.1.2 Kalasto

Tiedot alueen kalastosta hankittiin olemassa olevista selvityksistä (velvoitetarkailut, kalastotutkimukset) sekä Huruslahden alueella kalojen haitta-ainepitoisuuksien tutkimista varten tehdyillä pyynneillä. Huruslahden osalta kalastoa arvioitiin lisäksi asiantuntijatyönä vesialueen tyyppi ja olosuhteet huomioiden.

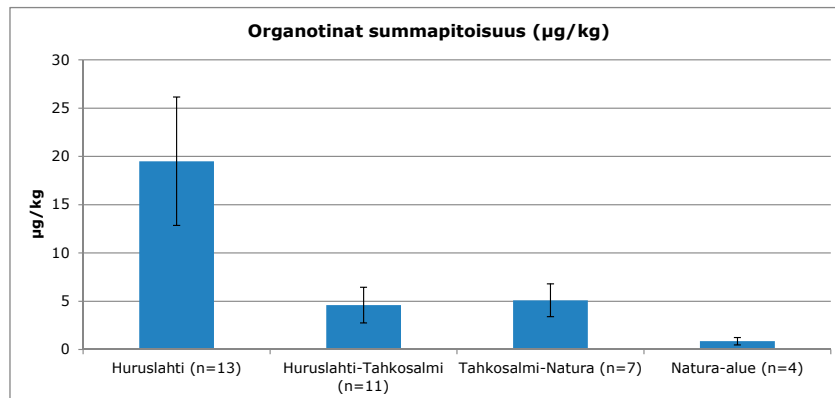
Huruslahden kalasto koostuu lievästi reheville tai reheville pienille humusjärville tyypillisistä lajeista. Kalojen haitta-ainemäärityksiä varten tehdyissä koekalastuksissa Huruslahden alueelta saatiin saaliiksi ahventa, haukea, kuhaa, lahnaa, madetta, siikaa ja säynettä.

Huruslahden alapuolinen Haukivesi on tunnettu nimensä mukaisesti varmana hauen ottipaikkana, mutta myös lahnaa, ahventa ja kuhaa on alueella runsaasti. Lohikaloja saadaan saaliiksi satunnaisesti ja muikkukanta vaihtelee alueen eri osien välillä voimakkaasti. (Haukiveden kalastusalueen Internet-sivut, haettu 9.1.2012)

Haukiveden kalastoa tutkittiin koekalastuksilla vuonna 2010 (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2011). Koekalastuksessa oli vuonna 2010 kolme aluetta (Ykspuu, Akonniemi ja Siitinselkä) joilla koekalastus toteutettiin käyttämällä yleiskatsausverkkoja. Tarkkailuun kuuluu lisäksi Vuoriselän alue, jolla koekalastukset tehdään vuodesta 2007 lähtien kuuden vuoden välein. Näytealoista Ykspuu sijaitsee välittömästi Pirtinvirran eteläpuolella Varkauden tehtaiden lähivaikutusalueella. Tulosten perusteella pääsaalislaji kaikilla alueilla oli ahven, joka muodosti 60 - 75 % kappalemääräisestä saaliista. Etenkin ahvenen poikasvaihettua tavattiin lämpimän kesän ansiosta erittäin runsaasti.



Kuva 8-2. Haukiveden vuoden 2010 koekalastussaliin kappalemääräinen jakautuminen eri kalaryhmiin (Kuvien lähde: Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2011).



Kuva 8-3. Kaloista analysoituja kokonaisorganotinapitoisuuksia vuosina 2008-2012. Pylväillä on esitetty pitoisuuksien keskiarvo tuorepainoa kohti ja palkeilla tulosten keskihajonta. Osa-alueen nimen perässä oleva (n) tarkoittaa kalalajeittain muodostettujen kokoonnäytteiden määrää. Kokoonnäytteet koostuivat 2-6 saman lajin yksilöstä.

Särkikalojen määrä oli Akonniemessä kohtalainen, muilla alueilla vähäinen. Haukea tai lohikaloja mukaan lukien siika, muikku ja taimen ei esiintynyt millään alueella. Kalamäärät olivat runsaimmillaan Akonniemessä ja alenivat jonkin verran Siitinselällä ja Ykspuussa. Sekä kilo- että kappalemääräisen saaliin perusteella Akonniemen kalabiomassa oli runsas sekä Siitinselän ja Ykspuun keskinkertainen. Vuonna 2007 edellisen kertaan tehtyyn koekalastukseen verrattuna kalamäärä oli vuonna 2010 kaikilla alueilla korkeampi. Vähäisintä muutos oli Ykspuussa.

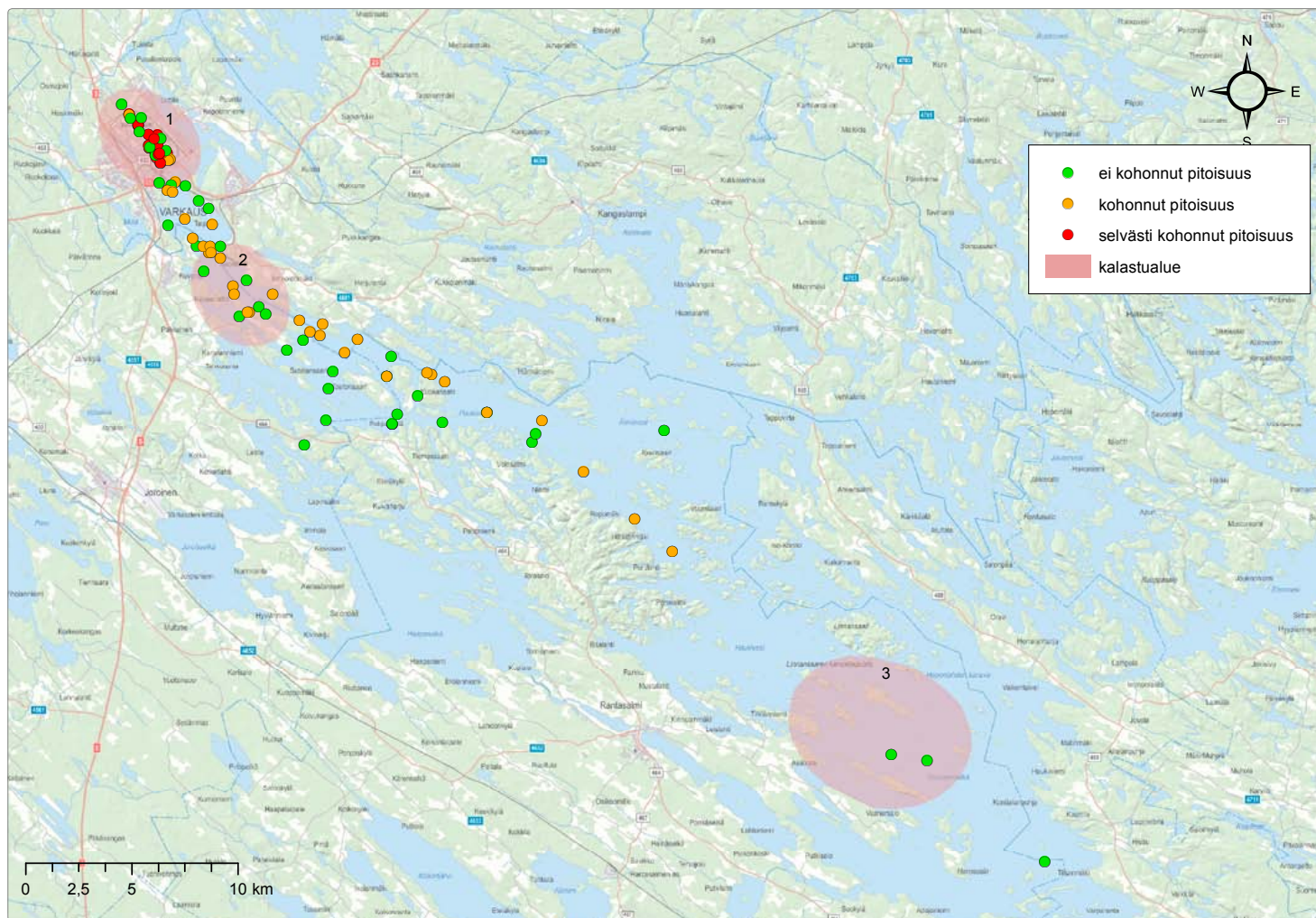
Haukiveden kalastoa tutkitaan lisäksi kolmen vuoden välein tehtävillä koetroolauksilla, jotka tehdään Vuoriselän ja Kuokanselän alueilla järven keskivaiheilla kesä- ja elokuussa. Viimeksi koetroolauksia tehtiin vuonna 2011 ja sitä ennen vuosina 2008, 2003 ja 2002. Vuonna 2011 kesäkuun koetroolauksella saatiin huomattavasti vuotta 2008 paremmat saaliit kokonaissaalimäärän ollessa noin viisinkertainen vuoteen 2008 verrattuna. Muikkusaalis oli Kuokanselällä hyvä ja Vuoriselällä kohtalainen, molemmilla kuitenkin selkeästi parempi kuin vuonna 2008. Kuhaa koetroolauksessa tuli hyvin ja joukossa oli isojen yksilöiden lisäksi runsaasti alamittaisia kuhia ilmentäen vahvaa nuorien kuhien kantaa. Vuoriselällä särki muodosti noin 60 % kokonaissaalimäärästä kun se eteläisemmällä Kuokanselällä muodosti vain noin 20 % kokonaissaaliista. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2011)

Elokuun 2011 koetroolauksella saalismäärät olivat vuoden 2008 tapaan huomattavasti kesäkuuta pienempiä. Vaihtelu johtuu todennäköisesti kalojen, erityisesti muikun siirtymisestä pois koetroolausalueelta.

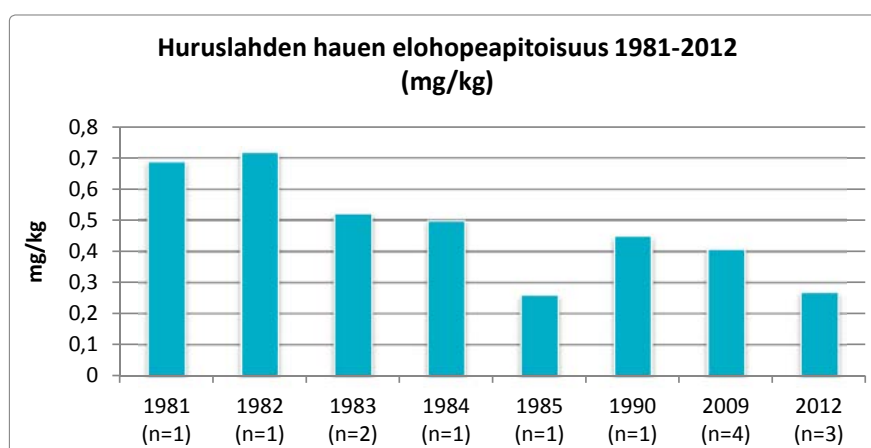
### 8.1.3 Kalojen haitta-ainepitoisuudet

**Huruslahden** kaloista vuosina 2007-2010 tutkitut organotinojen pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 20 µg/kg, mikä on koostunut yli 80 prosenttisesti TBT:stä. Organotinojen analyyseissä on ollut useita kalalajeja (ahven, hauki, kuha, lahna, made, siika ja säyne). Suurimmat pitoisuudet on todettu kuhassa ja (42 µg/kg) ja mateessa (41 µg/kg). Muissa tutkituissa kaloissa (ahven, siika, hauki ja säyne) pitoisuudet vaihtelivat välillä 1,6 - 23 µg/kg. Vuonna 2012 tehtiin lisätutkimuksia (lahna, ahven, hauki) ja tinayhdisteiden kokonaispitoisuudet olivat aiempaan verrattuna alhaisia 3-13 µg/kg. Suurin osa tinayhdisteistä oli aikaisempien vuosien tapaan tributyyliitinaa (TBT), mutta myös dibutyyliitinaa (DBT) ja trifenyylitinaa (TPHT) havaittiin.

**Huruslahdesta** vuosien 1981 - 1984 välisenä aikana pyydyistä hauista analysoidut elohopeapitoisuudet ovat olleet lievästi koholla (Kuva 8-5). Vuosina 1990 ja 2009 tutkituissa kaloissa todetut elohopeapitoisuudet eivät ole olleet erityisen suuria (keskiarvo 0,3 mg/kg). Vuonna 2012 tehtiin lisää elohopeamäärityksiä (lahna, ahven, hauki) ja pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,13–0,38 mg/kg tuorepainoa kohti. Vuonna 2012 pyydyt hauet olivat kooltaan pienempiä (0,1-0,4 kg) kuin aiemmissa tutkimuksissa (0,5-1 kg), mikä voi osaltaan selittää alhaisempia elohopeapitoisuuksia. Kalalle, joka sisältää elohopeaa yli 0,5 mg/kg on annettu yleisesti syöntirajoitussuosituksia.



Kuva 8-4. Vuoden 2012 kalastusalueet.



Kuva 8-5. Huruslahden hauen elohopeapitoisuuksia tuorepainoa kohti 1981-2012.

**Huruslahden ja Tahkosalmen** välisellä alueella suurimmat organotinapitoisuudet on aiemmin todettu ahvenessa (10 µg/kg), kuhassa (9,4 µg/kg) ja hauessa (8,7 µg/kg). Merkittävää eroa ei ole havaittu Huruslahden kalojen elohopeapitoisuuksiin verrattaessa. Haukiveden alueella vuosina 1981 - 1990 haukien elohopeapitoisuudet ovat olleet keskimäärin 0,29...0,47 mg/kg.

Vuonna 2012 koekalastuksia tehtiin Haukiveden Kuokanselältä. Muikusta (1 µg/kg TBT), lahnasta (1 µg/kg TBT) ja ahvenesta (6 µg/kg TBT ja TPhT) havaittiin vain hyvin alhaisia organotinayhdisteiden pitoisuuksia. Elohopeaa havaittiin lahnasta (0,12 mg/kg) ja ahvenesta (0,41 mg/kg), muttei muikusta. Vuonna 2012 Haukiveden Kuokanselällä sekä tinayhdisteiden että elohopean pitoisuudet olivat samaa luokkaa Huruslahden pitoisuuksien kanssa.

**Tahkosalmen ja Linnansaaren Natura-alueen** välisellä alueella kaloista tutkitut organotinojen pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 6,9 µg/kg, mistä vajaa puolet on ollut TBT:tä. Pitoisuudet ovat keskimäärin noin viidesosa Huruslahden pitoisuuksista. Organotinojen analyyseissä on ollut useita kalalajeja (ahven, hauki ja lahna). Suurimmat pitoisuudet on todettu lahnassa (9,2 µg/kg) ja ahvenessa (9 µg/kg). Kalojen elohopeapitoisuuksista ei ole tietoa.

**Linnansaaren Natura-alueen** alueelta (v. 2007-2010) pyydetyistä muikuista havaittu keskimääräinen TBT-pitoisuus oli 0,44 µg/kg. Organotinapitoisuuksia analysoitiin peratusta kalasta (kuvaa ihmisen käyttämää kalaa) ja kokonaisesta kalasta (kuvaa norpan käyttämää kalaa). Pitoisuuseroja eri tavalla käsitellyissä kaloissa ei havaittu.

Vuonna 2012 koekalastuksia tehtiin Linnansaaren kaakkoispuolelta. Tinayhdisteistä (muikku, lahna, ahven) havaittiin ainoastaan tributyylitinaa (0,4 - 2 µg/kg). Elohopeaa havaittiin määritysrajan ylittävä pitoisuus vain ahvenesta (0,11 mg/kg). Sekä tinayhdisteiden että elohopean pitoisuudet olivat Linnansaaren kaakkoispuolella selvästi Kuokanselkää ja Huruslahtea alhaisempia.

#### 8.1.4 Pohjaeläimet

Haukiveden yhteistarkkailussa järvisyvänteiden pohjaeläinseurantaa on tehty määrävuosina 30 vuoden ajan. Pohjaeläimistön tilaa seurataan kolmen mittarin avulla, joita ovat pohjaeläinbiomassa (= pohjaeläinten yhteismassa tietyllä alalla), lajilukumäärä eli lajiston monipuolisuus sekä surviaissääski-indeksi. Surviaissääski-indeksissä eri surviaissääskilajeja on pisteytetty niiden kuormituksen sietokyvyn perusteella siten, että herkäät, vähän kuormitettua pohjaa ilmentävät lajit saavat eniten pisteitä.

Haukiveden pohjoisosassa on kaksi pohjaeläimistön seurantapaikkaa, jotka sijaitsevat Siitinselän ja Tahkosalmen alueilla. Siitinselän seurantapaikalla pohjaeläinnäytteitä otetaan kahdelta eri syvyydeltä. Lisäksi Huruslahden eteläosan syvänteessä on pohjaeläimistön seurantapaikka. Haukiveden pohjaeläintarkkailuraportin (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 2006) mukaan pohjaeläimistön perusteella Huruslahden, Siitinselän ja Tahkosalmen pohjat ovat pysyneet hyvin rehevinä ja Siitinselän ja Tahkosalmen syvänteiden ongelmana on huono happitilanne. Huruslahden pohjan happiolosuhteet ovat sen sijaan tarkkailujakson aikana kohentuneet. Vuoden 2010 raportissa (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 2011) todetaan edelleen, että Huruslahden syvänteen tila on pysynyt aikaisempien vuosien tasolla, mutta että taksoniluvun lisääntyminen voi olla merkki alkavasta kehityksestä parempaan suuntaan.

Haukiveden yhteistarkkailualueella pienimmät pohjaeläinbiomassat on todettu Kinkamonselän, Heposelän ja Vuoriselän syvänteissä. Kyseisillä alueilla biomassat ovat myös pysyneet aikaisempien vuosien tasolla mutta muualla nousseet, mikä ilmentää rehevöitymistä. Paremmasta kehityksestä sen sijaan kertoo se, että pohjaeläintenlajisto näyttäisi monipuolistuneen kaikilla näyteasemilla Heposelkää lukuun ottamatta. Pohjien tilan kehitys on kuitenkin vielä epäselvää, sillä kolmas mittari, surviaissääski-indeksi, ei osoittanut Haukiveden syvänteissä tapahtuneen oleellista muutosta. (Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2011)

#### 8.1.5 Pohjaeläinten haitta-ainepitoisuudet

Pohjaeläinen organotina- ja elohopeapitoisuuksia on analysoitu Unnukan, Huruslahden sekä Siitinselän alueelta vuonna 2010 otetuista pohjaeläinnäytteistä. Huruslahden pohjaeläimissä havaittiin tributyylitinaa ja sen hajoamistuotteita (Taulukko 8-1). Lisäksi tributyylitinaa havaittiin Siitinselällä, mutta pitoisuus oli pieni. Huruslahden yläpuolisessa Unnukassa pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Näyttemäärät olivat tutkimuksessa pieniä ja lisäksi näytteenottoaikoja oli vain kolme, millä on vaikutusta tulosten edustavuuteen.

Tulosten perusteella Huruslahden pohjaeläinten organotinapitoisuudet ovat noin 10...15-kertaisia kaloista analysoituihin organotinapitoisuuksiin verrattuna. Huruslahti-Tahkosalmi -osa-alueella (sis. Siitinselkä) erot pohjaeläimistä ja kaloista analysoiduissa pitoisuuksissa ovat selvästi pienempiä; molemmista analysoidut pitoisuudet ovat kuitenkin olleet hyvin alhaisia.

Taulukko 8-1. Pohjaeläinnäytteiden haitta-ainepitoisuudet kuiva-ainetta kohti.

| Haitta-aine     | Unnukka 2010 | Huruslahti 2010 | Siitinselkä 2010 | Siitinselkä simpukat 2013 |        | Yksikkö  |
|-----------------|--------------|-----------------|------------------|---------------------------|--------|----------|
|                 |              |                 |                  | Pienet                    | Suuret |          |
| Elohopea        | <0,2         | <0,2            | <0,2             | -                         | -      | mg/kg ka |
| Monobutyylitina | <10          | 14              | <10              | 2,3                       | 2,3    | mg/kg ka |
| Dibutyylitina   | <5           | 60              | <5               | 3,5                       | 1,6    | mg/kg ka |
| Tributyylitina  | <1           | 220             | 3                | 11                        | 10     | mg/kg ka |
| Dioktyylitina   | <5           | <5              | <5               | <1                        | <1     | mg/kg ka |
| Trifenyylitina  | <5           | <5              | <5               | 11                        | 3      | mg/kg ka |

(<) = pitoisuus alle laboratorion määrittämissä

Silmämääräisesti tarkastellen Huruslahden ja Unnukan pohjaeläinnäytteet koostuivat pääosin surviaissääsken toukista sekä sulkasääsken toukista, Siitinselän näytteissä oli lisäksi yksittäisiä hernesimpukoita sekä jäänehalkoisjalkaisia. Pohjaeläinnäytteitä otettiin haitta-aineanalyysiä varten, joten näytteille ei tehty tarkkoja lajimäärityksiä.

Simpukoiden haitta-ainepitoisuuksia selvitettiin YVA:n puitteissa tarkemmin vuonna 2013 valmistuneella tutkimuksella, jossa analysoitiin Siitinselän alueen simpukoista organotinayhdisteiden pitoisuudet. Tutkimuksessa analysoitiin erikseen haitta-ainepitoisuudet pienistä simpukkayksilöistä (kokonaispaino 7...18 grammaa, yhteensä 8 kappaletta) sekä suurista yksilöistä (kokonaispaino 18...31 grammaa, yhteensä 7 kappaletta). Erikokoisten simpukoiden tuloksissa ei ollut merkittäviä eroja tributyyliin tai sen hajomustuotteiden osalta (Taulukko 8-1). Trifenyylitinaa pienissä simpukoissa oli enemmän kuin suurissa.

Huruslahden pohjasedimentin haitta-aineiden vaikutuksia pohjaeläimistöön selvitettiin osana tutkimusta, jossa tutkimusalueina oli sellutehtaiden kuormittamia vesistöalueita Suomessa (Hämäläinen ym. 2000). Tutkimusmenetelmänä oli surviaissääsken toukkien

(*Chironomus spp.*) hampaiston morfologisten epämuodostumien esiintymisen selvittäminen tutkimusalueilla. Tulosten perusteella Huruslahden pohjaeläimistön epämuodostumia esiintyi 35 prosentilla yksilöistä, kun vertailualueella, joka ei ollut selluteollisuuden kuormittama, epämuodostumia esiintyi 2,5 prosentilla yksilöistä. Muilla Haukiveden tutkituilla alueilla epämuodostumia esiintyi 5...25 prosentilla yksilöistä. Tutkimuksessa löydettiin viitteitä siitä, että selluteollisuuden päästöillä on vaikutuksia surviaissääsken toukkien kehityshäiriöihin. Tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida todeta mikä tai mitkä sedimentin haitta-aineista ovat ilmiön aiheuttajia.

Vastaavia surviaissääsken toukkien suuosien epämuodostumia on todettu myös esimerkiksi Kymijoen pilaantuneilla sedimenttialueilla elävillä toukilla (Kiiski ym. 2005 a). Kymijoella surviaissääsken toukkien epämuodostumien osuus heti Kuusankosken alapuolella, joen voimakkaimmin pilaantuneella alueella, on jopa 54 %. Epämuodostumien aiheuttajiksi Kymijoessa on esitetty dioksiineja ja furaaneja sekä elohopeaa ja/tai aineiden yhteisvaikutuksia (Kiiski ym. 2005 b).



Kuva 8-6. *Chironomus*-toukan suuosat mikroskooppikuvassa. Vasemmalla normaali, keskellä epämuodostunut ja oikealla epäsymmetrinen. Kuvan lähde: <http://enviroscienceinc.com>

## 8.2 Arviointimenetelmät

Vesieliöille voi aiheutua vaikutuksia, mikäli eliöt altistuvat haitta-aineille ravinnon kautta, sedimenttiä nielemällä ja/ tai suoraan veden välityksellä. Altistuvia eliöitä ovat mikrobisto, selkärangattomat eläimet, kasvit, kalat, petolinnut ja nisäkkäät. Ekologiset riskit on arvioitu olemassa olevan tutkimusaineiston ja kirjallisuuden perusteella. Nisäkkäiden ja lintujen altistumista laskettiin saukkoa ja kalaa syöviä lintuja esimerkkilajeina käyttäen. Norpalle ei tehty altistumislaskelmia, koska kalojen organotinapitoisuudet norpan elinalueella ovat tutkimuksissa olleet hyvin alhaisia.

Nykytilanteen ekologisia riskejä arvioitiin eliöryhmitäin niiden ensisijaiset altistumisreitit huomioon ottaen. Kunnostustöiden yhteydessä veteen sekoittuva sedimentti vaikuttaa haitta-aineiden pitoisuuksiin vedessä ja vesieliöissä. Laskennallisia pitoisuusmuutoksia käytettiin arvion lähtöaineistona. Ekologisten vaikutusten ja riskien arviointi perustuu pääosin Esko Rossi Oy:n (2012) tekemään Huruslahden ja Haukiveden riskinarvioinnin ja riskienhallintasuunnitelman päivitykseen.

## 8.3 Vaikutusten tarkastelualue

Vaikutukset kalastoon ja muuhun vesieliöstöön arvioitiin Huruslahden lisäksi alapuolisilla Haukiveden alueilla aina Linnansaaren Natura-alueelle asti.

## 8.4 Arvioidut vaikutukset vesistöjen ekologiseen tilaan

Vesistöjen ekologiseen tilaan kohdistuvat vaikutukset ovat seurausta pilaantuneen sedimentin haitta-aineiden siirtymisestä eliöihin, joissa aineet voivat aiheuttaa erilaisia vaikutuksia. Vaikutukset yksittäisissä eliöissä voivat puolestaan johtaa populaatiotason vaikutuksiin ja äärimmillään eliöryhmä- ja ekosysteemitason vaikutuksiin.

Ympäristöhallinnon tekemässä vesialueen ekologisen tilan kokonaisarviossa huomioidaan biologisten muuttujien lisäksi myös sedimentin haitta-ainepitoisuus, jolloin vaikutukset sedimenttien haitta-ainepitoisuuksissa voivat vaikuttaa vesialueiden saamaan ekologiseen luokitukseen.

### 8.4.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Huruslahden sedimentin haitta-ainepitoisuudet jatkavat hidasta laskuaan nykytilanteen jatkuessa. Organotinapitoisuudet Huruslahden sedimentissä ovat niin suuria ja hajoaminen toisaalta niin hidasta, että ekologisen luokituksen luokitusrajan perusteena olevan pitoisuuden 200 µg/kg saavuttaminen kestää kymmeniä, kenties satoja vuosia. Haukiveden Huruslahti-Tahkosalmi ja Tahkosalmi-Natura-alue osa-alueilla sedimentin TBT-pitoisuudet ovat pienempiä ja jo nykyisin osin pitoisuustasoa 200 µg/kg alhaisempia. Edellä esitetyn kulkeutumistarkastelun perusteella (Esko Rossi Oy 2012) organotinojen hajoamisnopeus Haukiveden alueella ylittää alueelle Huruslahdesta kulkeutuvan kuormituksen, jolloin pitoisuudet Haukiveden alueella laskevat. Tavoitetason 200 µg/kg saavuttaminen koko kyseisillä Haukiveden osa-alueilla vie arvion mukaan kuitenkin vuosia - kymmeniä vuosia. Linnansaaren Natura-alueen pohjoisosassa havaitut sedimentin organotinapitoisuudet ovat olleet pääosin pienempiä, mutta myös siellä on todettu paikoin tason 200 µg/kg ylittäviä organotinapitoisuuksia.

### 8.4.2 VE 1 sedimenttien peittäminen

Huruslahden pilaantuneimpien sedimenttien peittäminen (**VE 1A**) ei poista organotinoja alueelta, jolloin pitoisuudet laskevat ainoastaan Huruslahden syvänteiden sedimentissä puhtaiden peittomateriaalin laimentavasta vaikutuksesta johtuen. Huruslahden alueelle jää edelleen laajoja se-



Kuva 8-7. Ekologisten vaikutusten muodostumisketju

dimenttialueita, joissa pitoisuustaso on selvästi kohonnut. Peittäminen ei siten vaikuta epäedullisesti Huruslahden ekologiseen luokitukseen, muttei myöskään edesauta sen parantumista.

Pilaantuneimpien alueiden peittämisestä aiheutuvat päästöt eivät arvion mukaan lisää sedimentin organotinapitoisuutta Haukivedellä niin merkittävästi, että ne muuttaisivat Haukiveden alueiden ekologista luokitusta nykyisestä. Päästöt kuitenkin pidentävät aikaa, joka tavoitetilan saavuttamiseen kuluu organotinojen luontaisen hajoamisen kautta.

Koko Huruslahden peittäminen (**VE 1B**) alentaa sedimentin organotinapitoisuutta Koko Huruslahden alueella, mutta ei poista haitta-aineita sedimentistä. Koko Huruslahden peittäminen käytännössä hävittää pohjaeläimistön ja vesikasvillisuuden alueelta joksikin aikaa, jolla puolestaan on vaikutus kalojen elinedellytyksiin sekä koko Huruslahden ekosysteemiin. Pitoisuuslaskelmien tulosten perusteella veteen levinneen sedimentin organotinoista voi aiheutua haittaa herkimmille vesieliöille peittämis-kohteen lähistön lisäksi Pirtinvirrassa ja välillä Huruslahti – Tahkosalmi.

Koko Huruslahden peittämisestä aiheutuvat päästöt todennäköisesti lisäävät sedimentin organotinapitoisuutta Haukiveden pohjoisosassa niin selvästi, että alueen sedimentin organotinapitoisuuden lasku eliöille haitattomalle tasolle kestää pitkään. Päästö pidentää siten merkittävästi aikaa, joka kuluu Haukiveden sedimenttien pitoisuuksien kehittämisessä hyvän ekologisen luokituksen edellyttämälle tasolle. Kiintoaineen mukana Haukiveden alueelle kulkeutuu organotinojen ohella myös muita Huruslahden sedimentissä esiintyviä haitta-aineita. Pitoisuuksien nousu sedimentissä akuutisti eliöille haitalliselle tasolle on kuitenkin epätodennäköistä.

#### 8.4.3 VE 2 sedimenttien ruoppaus

Huruslahden pilaantuneimpien sedimenttien ruoppaus (**VE 2A**) poistaa pilaantuneet sedimentit voimakkaimmin pilaantuneilta syvännealueilta. Huruslahden matalammille alueille jää kuitenkin edelleen voimakkaasti organotinoilla pilaantuneita sedimenttejä, joiden pitoisuudet ovat selvästi kohooneet. Pilaantuneimpien sedimenttien ruoppaaminen ei siten vaikuta epäedullisesti Huruslahden ekologiseen luokitukseen, muttei myöskään edesauta sen parantumista.

Pilaantuneimpien sedimenttien ruoppauksen aiheuttama päästö Haukiveteen vastaa peittämisen tapaan alueelle 2 - 3 vuoden aikana normaalisti kulkeutuvaa organotinamäärää. Päästö ei lisää sedimentin organotinapitoisuutta

niin merkittävästi, että se muuttaisi Haukiveden alueiden ekologista luokitusta nykyisestä. Päästä kuitenkin pidentää aikaa, joka alhaisen pitoisuustason saavuttamiseen kuluu organotinojen luontaisen hajoamisen kautta.

Koko Huruslahden ruoppaus (**VE 2B**) tarkoittaa käytännössä sitä, että Huruslahden olemassa oleva pohjaeläimistö ja vesikasvillisuus tuhoutuvat. Ruoppauksen seurauksena organotinoja sekoittuu veteen nykytilannetta selvästi enemmän, jolloin pitoisuus Pirtinvirran vedessä ylittää TBT:n lyhytaikaisen ympäristölaatu normin, millä voi puolestaan olla haitallinen vaikutus Pirtinvirran kalastoon ja muihin vesieliöihin.

Pitoisuuslaskelmien tulosten perusteella veteen levinneen sedimentin organotinoista voi aiheutua ruoppausvaihtoehdossa haittaa herkimmille vesieliöille ruoppauskohteen lähistön lisäksi Pirtinvirrassa ja välillä Huruslahti – Tahkosalmi. Virtausoloista riippuen vaikutukset voivat erityisesti ruoppausvaihtoehdossa ulottua myös Tahkosalmi – Natura osa-alueelle ja pahimmillaan Natura-alueelle saakka.

Ruoppauksesta aiheutuva samentumavaikutus sekä mahdollinen happitilanteen heikkeneminen heikentävät kalojen elinolosuhteita Huruslahden alueella sekä Pirtinvirrassa ja mahdollisesti myös Haukiveden pohjoisosassa. Veden ravinnepitoisuuksien noustessa ruoppauksen seurauksena lisääntyvät rehevöitymisen vaikutukset Huruslahdessa sekä Haukiveden pohjoisosassa.

Koko Huruslahden ruoppaamisesta aiheutuva vaikutus Haukiveden sedimentin organotinapitoisuuteen pidentää merkittävästi aikaa, joka kuluu Haukiveden sedimenttien pitoisuuksien kehittämisessä hyvän ekologisen luokituksen edellyttämälle tasolle. Pitoisuuksien mahdollisella paikallisella voimakkaalla nousulla voi olla paikallisesti samantapaisia vaikutuksia alueen pohjaeläimistöön, kuin mitä Huruslahdella on esiintynyt, kun otetaan huomioon myös muiden kiintoaineen mukana kulkeutuvien haitta-aineiden yhteisvaikutukset organotinojen kanssa.

#### 8.4.4 VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Penkereen rakentamisen aikainen päästö voi muiden kunnostusvaihtoehtojen tapaan väliaikaisesti nostaa sedimentin organotinapitoisuuksia Haukiveden pohjoisosassa. Penkereen rakentamisen vaikutus Haukiveden sedimentin organotinapitoisuuteen on kuitenkin peittämis- ja ruoppausvaihtoehtoja selvästi vähäisempää. Penkereen rakentamisesta aiheutuva vaikutus veden haitta-ainepitoisuuksiin on mahdollisia häiriötilanteita lukuun ottamatta vähäinen, eikä sillä ole arvion mukaan haitallisia vaikutuksia vaikutusalueen vesiekosysteemissä.

## 8.5 Arvioidut vaikutukset vesieliöiden haitta-ainealtistumiseen

### 8.5.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Organotinat kertyvät vesieliöihin suoraan vedestä kidusten ja ihon kautta sekä epäsuorasti ravinnon kautta. Nykyisin Huruslahden ja Haukiveden kaloissa esiintyvät organotinat ovat todennäköisesti kertyneet ravinnon kautta, sillä vedessä organotinojen bioaktiiviset pitoisuudet ovat sekä laskennallisesti että analyysien perusteella hyvin pieniä.

Nykytilanteen riskien arvioinnissa (Esko Rossi Oy 2012) merkittävimiksi riskeiksi osoittautuivat organotinojen haittavaikutukset pohjaeliöstölle. Pohjaeliöstölle haittoimiksi arvioituihin pitoisuuksiin verrattuna TBT:n pitoisuus on Huruslahden sedimentissä enimmillään yli kaksi kertaluokkaa suurempi kuin haitattomaksi arvioidut pitoisuudet ja kokonaispitoisuuksien perusteella organotinat heikentävät vesieliöstön elinoloja tausta-alueita lukuun ottamatta kaikilla tarkasteltavilla osa-alueilla. Huruslahden sedimentin organotinat ovat niukkaliukoisia ja liukoisuus huomioidaan ottaen haitalliset vaikutukset rajoittuvat todennäköisesti Huruslahden voimakkaimmin pilaantuneiden sedimenttien alueille.

Huruslahden sedimentin haitta-aineiden kulkeutuminen alapuoleiseen vesistöön nykytilanteen jatkuessa tulevaisuudessa ei lisää vuonna 2010 tehdyn riskinarvioinnin perusteella terveys- tai ekologista riskiä merkittävästi. Vuoden 2012 riskinarvion päivityksen yhteydessä tehty havainto (Esko Rossi Oy 2012), jonka mukaan organotinojen hajoamisnopeus alapuolisissa vesistöosissa ylittää alueille Huruslahdesta kulkeutuvan haitta-ainemäärän, tukee tätä arviota. Toisin sanoen laskelmien mukaan organotinojen pitoisuuksien Haukiveden sedimentissä pitäisi laskea, vaikka Huruslahteen ei kohdistettaisi aktiivisia, päästöjen vähentämiseen tähtääviä kunnostustoimenpiteitä. Samalla myös Haukiveden eliöiden altistuminen vähenee ja organotinoja siirtyy vähemmän ravintoverkkoon.

Huruslahden alapuolisten vesialueiden tila on siis parantumassa, koska Huruslahdesta tuleva haitta-ainekuormitus on nykyisin vähäisempää kuin mitä se on pahimmillaan ollut. Huruslahdella tämä tarkoittaa toisaalta sitä, että sedimentin haitta-ainepitoisuuksien aleneminen on nykyisin selvästi enemmän riippuvaista haitta-aineiden hajoamisesta kuin kulkeutumisesta alavirtaan.

Edellä esitetyn tarkastelun perusteella voidaan vetää johtopäätös, että helposti kulkeutuva osa Huruslahden haitta-aineista on jo kulkeutunut alavirtaan ja jatkossa kulkeutu-

minen on huomattavasti vähäisempää kuin mitä se pahimmillaan on ollut. Pitoisuudet Haukiveden sedimenteissä tulevat jatkuvasti laskemaan, koska haitta-aineiden hajoaminen on Haukivedellä suurempaa kuin Huruslahdesta tuleva haitta-ainelisa.

Kupari, nikkeli ja sinkki ovat eliöille välttämättömiä hivenaineita eivätkä ne kerry ravintoverkossa. Myös PAH-yhdisteiden biokertyvyys sedimentistä vesieliöihin on suhteellisen vähäistä. Vesieliöiden altistuminen kyseisille aineille rajoittuu pääosin suoraan kosketukseen sedimenttiin. Kuparin, nikkelin, sinkin ja PAH-yhdisteiden pitoisuudet sedimentissä ylittävät useat sedimentille eri maissa määritetyt ohjearvot, joten haitat pohjaeliöstölle ovat mahdollisia etenkin kun huomioidaan kyseisten aineiden, organotinojen ja elohopean yhteisvaikutukset.

### 8.5.2 VE 1 sedimenttien peittäminen

Peittoalueella pitoisuudet pintasedimentissä pienenevät ja vapautuminen veteen vähenee, mutta toisaalta kunnostus itsessään hävittää pohjaeliöstön ja mahdolliset vesikasvit kohdealueelta. Työkohteen lähellä veteen muodostuva suuri (> 10 mg/l) kiintoainepitoisuus karkottaa kaloja. Veden organotinapitoisuudet nousevat työkohteen lähellä TBT:n lyhytaikaistakin ympäristölaatuunormia suuremmiksi ja sen perusteella herkimmille vesieliöille haitalliselle tasolle.

Pitoisuuslaskelmien tulosten perusteella veteen levinneen sedimentin organotinoista voi aiheutua peittämisvaihtoehdossa haittaa herkimmille vesieliöille työskentelykohteen lähistön lisäksi Pirtinvirrassa ja välillä Huruslahti – Tahkosalmi. Käytännössä herkkymät vesieliöt ovat tässä tapauksessa ravintoverkon alatasolla olevia planktoneliöitä sekä pohjaeläimiä. Virtausoloista riippuen vaikutukset voivat mahdollisesti ulottua myös Tahkosalmi – Natura osa-alueelle ja pahimmillaan Natura-alueelle saakka. Havaittavat haittavaikutukset vesistössä ovat kuitenkin epätodennäköisiä, sillä alle 0,1 µg/l pitoisuudessa akuuttitoksisia vaikutuksia ei yleensä ole todettu. Koko Huruslahden peittämisessä työvaihe on ajalliselta kestoaltaan pitkä, jolloin pitkään jatkuva pitoisuusnousu voi aiheuttaa haitallisia vaikutuksia vesieliöissä.

Kunnostustöiden yhteydessä organotinojen suoran kertymisen osuus eliöihin todennäköisesti lisääntyy, kun pitoisuudet vedessä nousevat. Kunnostustöiden aikaisiksi organotinojen liukoisiksi pitoisuuslisäyksiksi Pirtinvirran vedessä laskettiin peittämisen normaalitilanteille 0,001 – 0,003 µg/l. Kertyminen kaloihin ei tapahdu välittömästi, joten kertymistä laskettaessa on aiheellista käyttää vuorokau-

sikeskiarvoja. Vuorokausikeskiarvoina liukoiseksi pitoisuuslisäyksi Pirtinvirran vedessä muodostuu peittämisessä normaalitilanteille 0,0005 – 0,0014 µg/l. Pitoisuuslisäykseksi kaloissa muodostuu silloin enimmillään 1,9 – 3,3 µg/kg tuorepainoa. Nykyisin Huruslahden kaloissa todettuun keskimääräiseen organotinojen pitoisuuteen 20 µg/kg verrattuna kunnostustöistä aiheutuva laskennallinen pitoisuuslisä kaloissa on peittämisessä siten enimmillään 10 – 16 %. Tällä ei arvioida olevan havaittavaa vaikutusta kalojen elinkykyyn tai lisääntymiseen. Koko Huruslahden peittämisessä pitoisuusnousu kaloissa on enimmillään samaa tasoa, mutta koko kunnostusjaksoa tarkastellen vähäisempää, kun suurimman osan peitetään lievemmin pilaantuneita alueita. Edellä esitetyt pitoisuusmuutokset koskevat Huruslahden eteläosaa ja Huruslahti - Tahkosalmi aluetta.

Kunnostustöistä aiheutuvat elohopean pitoisuuslisäykset vedessä osoittautuivat Esko Rossi Oy:n (2012) tarkastelussa merkityksettömän pieniksi eikä kunnostustöillä myöskään ole käytännöllistä merkitystä kalojen elohopeapitoisuuksiin. Kunnostustöiden aiheuttama elohopean pitoisuuden nousu tai lisääntymis on edellä todettujen altistumisarvojen perusteella merkityksettömän pieni kaikissa kunnostusvaihtoehdoissa.

Muiden sedimentin raskasmetallien pitoisuudet vedessä kasvavat vastaavasti ja niiden yhteisvaikutukset organotinojen kanssa voivat aiheuttaa vaikutuksia herkimille lajeille kunnostuskohteen alueella. Akuutisti myrkyllisiä pitoisuuksia ei arvion mukaan kuitenkaan pääse muodostumaan aineiden ominaisuuksista ja laimenemisestä johtuen. Kupari, nikkeli ja sinkki ovat eliöille tarpeellisia hivenaineita, jotka vasta suurina pitoisuuksina aiheuttavat haitallisia vaikutuksia eliöille.

Akuuttien haittavaikutusten lisäksi TBT:n jo pienissä pitoisuuksissa aiheuttamat hormonitoiminnan häiriöt todennäköisesti lisääntyvät koko vaikutusalueella kunnostustöiden seurauksena. Hormonitoiminnan häiriöt kohdistuvat pääosin edellä mainittuihin plankton- ja pohjaeläimiin, joiden yhteisöt voivat häiriön seurauksena muuttua herkimpien lajien yksilömäärien vähentyessä.

### 8.5.3 VE 2 sedimenttien ruoppaus

Ruoppaamalla Huruslahden sedimentin haitta-ainepitoisuuksia saadaan pienennettyä, mutta samalla häviävät pohjaeläimistö sekä vesikasvit. Työn aikana veteen vapautuu haitta-aineita sisältävää sedimenttiä, jonka seurauksena vesieliöiden altistuminen lisääntyy.

Organotinojen pitoisuuslisäykseksi kaloissa muodostuu 2,8 – 5,7 µg/kg tuorepainoa kunnostuksen aikana, kun ruopataan pahimmin pilaantuneita alueita. Nykyisin

Huruslahden kaloissa todettuun keskimääräiseen organotinojen pitoisuuteen 20 µg/kg verrattuna aiheutuva laskennallinen pitoisuuslisä ilman kuivatusvesien vaikutusta on 14 - 29 %. Koko Huruslahden ruoppauksessa pitoisuusnousu kaloissa on enimmillään samaa tasoa, mutta koko kunnostusjaksoa tarkastellen vähäisempää, kun suurimman osan ruopataan lievemmin pilaantuneita alueita. Ruoppauksen aikaisella organotinojen pitoisuusnousulla ei arvioida olevan havaittavaa vaikutusta kalojen elinkykyyn tai lisääntymiseen, mutta yhteisvaikutukset muiden sedimentin haitta-aineiden kanssa voivat aiheuttaa vaikutuksia herkimille lajeille aivan päästökohteen läheisyydessä. Kauempana akuuttitoksia vaikutuksia ei ilmene laimenemisestä johtuen. Pitoisuusmuutokset eivät koske koko Huruslahtea, vaan ainoastaan Huruslahden eteläosaa ja Huruslahti - Tahkosalmi osa-alueita. Kunnostustöillä ei ole käytännöllistä merkitystä kalojen elohopeapitoisuuksiin.

Pitoisuuslaskelmien tulosten perusteella veteen levinneen sedimentin organotinoista voi aiheutua ruoppausvaihtoehdossa haittaa herkimille vesieliöille työskentelykohteen lähistön lisäksi Pirtinvirrassa ja välillä Huruslahti – Tahkosalmi. Virtausoloista riippuen vaikutukset voivat mahdollisesti ulottua myös Tahkosalmi – Natura osa-alueelle ja pahimmillaan Natura-alueelle saakka.

### 8.5.4 VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Penkereen rakentamisen aikana organotinojen laskennallinen kokonaispitoisuus Pirtinvirran vedessä on normaalisti 0,001 – 0,003 µg/l eli enimmillään noin kaksinkertainen TBT:n lyhytaikaiseen ympäristölaatuunormiin 0,0015 µg/l verrattuna (Taulukko 7-11). Organotinojen liukoiseen pitoisuuteen penkereen rakentaminen aiheuttaa 0,0001 – 0,0014 µg/l muutoksen laskelmien perusteella. Penkereen rakentamisen häiriötilanteessa esiintyvä organotinojen pitoisuus voi olla parikymmenkertainen TBT:n lyhytaikaiseen ympäristölaatuunormiin nähden. Elohopean pitoisuus jää edellä mainittua mahdollista häiriötilannetta lukuun ottamatta elohopean ympäristölaatuunormia pienemmäksi.

Penkereen rakentamisen aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisäys Huruslahden kaloissa on 0,6 – 1,1 µg/kg tuorepainoa. Tämä tarkoittaa noin 3 - 5 %:n lisäystä Huruslahden kaloista todettuun keskimääräiseen pitoisuuteen. Vaihtoehdossa VE 3 on epätodennäköistä, että veteen levinneen sedimentin organotinoista aiheutuisi haitallisia vaikutuksia vesieliöille rakentamisen aikana. Rakentamisen aikana veteen aiheutuu kuitenkin jonkin verran samentumista, mikä karkottaa kaloja. Lisäksi pohjaeläimet ja vesikasvillisuus tuhoutuvat penkereen alueelta. Virtausolosuhteiden muuttamisen vaikutus haitta-ai-

neiden vapautumiseen ja kulkeutumiseen Huruslahdesta alapuolisille vesialueille rakennustöiden jälkeen edellyttäisi tarkempia suunnitelmia sekä virtausmallinnusta.

## 8.6 Muut vaikutukset vesieliöstöön

Aktiivisilla kunnostustoimenpiteillä käytännössä tuhoataan pohjaeläimistö kunnostuksen kohteena olevilta alueilta. Kunnostuksesta voi aiheutua myös veden samentumista, joka voi johtaa kalojen karkottumiseen alueelta. Veteen vapautuva sedimenttimateriaali voi lisätä veden ravinnepitoisuutta ja siten alueen levätuotantoa. Eloperäisen sedimenttimateriaalin hajotessa veden happipitoisuus voi laskea, jolloin kalat karkottuvat alueelta ja myös muiden vesieliöiden elinolosuhteet heikentyvät.

Nykytilanteen jatkuessa pitoisuuslisät kaloissa Haukiveden alueella ja etenkin Linnansaaren alueella ovat niin pieniä, ettei niillä arvioida olevan havaittavaa vaikutusta alueilla esiintyvien saukon tai norpan haitta-ainealtistumiseen. Muikussa organotinapitoisuudet olivat aiempien vuosien tapaan myös vuoden 2012 tutkimuksessa alhaisia. Pilaantuneiden sedimenttien peittämisessä ja ruoppauksessa vaikutukset vesieliöstöön voivat ulottua Linnansaaren Natura-alueelle asti, jolloin myös saukon ja norpan kokema haitta-ainealtistuminen voi vähäisesti kasvaa, mutta se tulee pysymään kuitenkin siedettävänä pidetyllä tasolla. Altistumisen nousu kunnostustoimenpiteistä johtuen jää myös ajalliselta kestoaltaan tilapäiseksi.

## 8.7 Yhteenvedo vaikutuksista vesistöjen ekologiaan

Nykytilanteen riskinarviossa todettiin Huruslahden pilaantuneista sedimenteistä aiheutuvan riski lähinnä Huruslahden pilaantuneimmilla alueilla eläville pohjaeläimille. Riskit selkärangkaisille eläimille osoittautuivat merkitykselliseksi.

Kunnostustöistä voi edellä esitetyn tarkastelun perusteella pahimmillaan aiheutua haittaa herkimmille vesieliöille koko vaikutusten tarkastelualueella. Plankton- ja pohjaeläinyhteisöt muodostavat perustan vesiekosysteemin ravintoverkolle, jolloin niihin kohdistuvat vaikutukset voivat heijastua myös niistä seuraaville trofiatasoille. Huruslahden pahimmin pilaantuneiden sedimenttien kunnostuksen aikana organotinojen pitoisuuden kaloissa laskettiin nousevan enimmillään noin 25 % Huruslahden kaloissa nykyisin todetusta keskimääräisestä pitoisuudesta. Tällä ei arvioida olevan havaittavaa vaikutusta kalojen elinkykyyn tai lisääntymiseen.

Pilaantuneimpien alueiden kunnostuksen jälkeen (VE 1A ja VE 2A) TBT:n kokonaispitoisuudet ovat suurella osalla Huruslahden sedimenttiä edelleen hyvin paljon haittamaksi arvioituja pitoisuuksia suurempia. Huruslahden sedimentin organotinojen niukkaluokisuus huomioon ottaen haitat pohjaeliöstölle ovat peittämisen tai ruoppauksen jälkeen kuitenkin epätodennäköisiä. Toisaalta peittäminen tai ruoppaaminen hävittää pohjaeliöstön kohdealueelta ja pohjaeliöstön palautuminen kestää vuosia. Koko Huruslahden peittämisessä ja ruoppauksessa (VE 1B ja VE 2B) hävitetään käytännössä koko lahden pohjaeläimistö ja kasvit, mutta toisaalta kunnostuksen jälkeen olosuhteet eliöstön uudelleen kehittämiselle ovat suotuisat. Kunnostusvaihtoehdon VE 3 ratkaisussa haitta-aineiden pitoisuudet Huruslahden sedimentissä eivät muutu merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna. Huruslahden veden laatu voi kuitenkin heikentyä veden vaihtuvuuden vähentyessä ja esimerkiksi organotinojen pitoisuudet kaloissa voivat nousta nykytilanteeseen verrattuna.

Kunnostustöistä aiheutuvat elohopean pitoisuuslisäykset vedessä osoittautuivat merkityksellisen pieniksi eikä kunnostustöillä myöskään ole käytännöllistä merkitystä kalojen elohopeapitoisuuksiin. Kunnostustöiden aiheuttama elohopean pitoisuuden nousu tai lisääntymis on edellä todettujen altistumisarvojen perusteella merkityksellisen pieni kaikissa kunnostusvaihtoehdoissa.

Taulukko 8-2. Organotinojen kertyminen Huruslahden ja Pirtinvirran kaloihin enimmillään kunnostuksen aikana. Nykyisin todettu Huruslahden kalojen keskimääräinen organotinapitoisuus on 20 µg/kg.

| Kunnostusvaihtoehto | Päästöosuus % | Liukoinen pitoisuus vedessä työn aikana µg/l | Liukoinen pitoisuus vedessä vuorokausikeskiarvona µg/l | Pitoisuuslisä kaloissa µg/kg tuorepainoa |
|---------------------|---------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| VE 1 Peittäminen    | 5 %           | 0,0011                                       | 0,0005                                                 | 1,9                                      |
| VE 1 Peittäminen    | 10 %          | 0,0020                                       | 0,0008                                                 | 3,3                                      |
| VE 2 Ruoppaus       | 5 %           | 0,0017                                       | 0,0007                                                 | 2,8                                      |
| VE 2 Ruoppaus       | 10 %          | 0,0034                                       | 0,0014                                                 | 5,7                                      |
| VE 3 Penger         | 10 %          | 0,0001                                       | 0,00004                                                | 0,16                                     |
| VE 3 Penger         | 20 %          | 0,0002                                       | 0,00007                                                | 0,28                                     |

Muiden Huruslahden sedimentistä todettujen haitta-aineiden (metallit, PAH-yhdisteet) suhteelliset pitoisuudet olivat niiden toksisuus ja ravintoketjuissa kertyminen huomioon ottaen vähäisempiä kuin organotinojen ja elohopean pitoisuudet. On ilmeistä, että metalleista tai PAH-yhdisteistä ei aiheudu merkityksellisiä ekologisia riskejä kunnostuksen aikana missään kunnostusvaihtoehdossa.

## 8.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Teknisiä menetelmiä eri kunnostusvaihtoehdoissa muodostuvien päästöjen vähentämiseksi on kuvattu edellä hankkeen vaihtoehtojen kuvauksen yhteydessä kappaleessa 4. Haitallisia vaikutuksia kalastoon voidaan ehkäistä teknisten ratkaisujen lisäksi ajoittamalla kunnostustyöt kuntuaikojen ulkopuolelle. Vesilinnustolle kunnostustöistä aiheutuvia haittoja voidaan vähentää ajoittamalla työt pesimäajan ulkopuolelle.

## 8.9 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Nykytilanteen ekologisten riskien arvioinnissa käytettävissä ollut aineisto oli ekologisten vuorovaikutusketjujen määrän huomioon ottaen suppea. Erityisesti organotinojen suorat vaikutukset pohjaeliöihin yhdessä sedimentin muiden haitta-aineiden kanssa olivat vaikeita arvioida. Käytettävissä olleiden aineistojen perusteella suorat vaikutukset ovat todennäköisiä, mutta vaikutusten suuruuden ja laajuuden tarkempi arviointi edellyttäisi lisää pitoisuustietoja ja testituloksia. Epävarmuutta liittyy erityisesti muiden sedimentin haitta-aineiden biosaataavuuteen ja sen muutokseen kunnostuksen aikana, joka on vaikutusten ilmenemisen kannalta olennaista tietoa.

Veteen muodostuvien pitoisuuksien todellisten vaikutusten arviointi on epävarmaa ilman tarkkoja tietoja kohdealueen lajistosta. Vesieliöihin kohdistuvien suorien vaikutusten arvioinnissa käytettiin keskeisille haitta-aineille olemassa olevia ympäristönläatunormeja, jotka perustuvat haitattomiksi arvioituihin pitoisuuksiin. Haitattomien pitoisuuksien arvioinnissa on pyritty siihen, että pitoisuus on kaikille eliöille turvallinen. Huruslahden alueen lajisto on erityisesti päästölähteen lähistöllä altistunut ihmistoiminnasta tulevalle kuormitukselle eikä keskeisellä vaikutusalueellaan ilmeisesti esiinny erityisen vaativaa ja herkkää lajistoa. Näillä perusteilla vaikutusten arviointi oli varovaisuusperiaatteen mukainen.

Kunnostustöillä saavutettavaan riskien vähenemiseen liittyy erityisen paljon epävarmuutta. Huruslahden sedimenttien liikkeitä ja vesieliöstön esiintymistä eri pitoisuusalueilla ei tunneta riittäväällä tavalla. Voimakkaimmin saastuneen alueen sedimentit ovat huonokuntoisia, hyvin reheviä ja lajistollisesti köyhiä, mikä todennäköisesti vähentää organotinojen kertymistä ravintoverkkoon ja vastaavasti heikentää peittämällä tai ruoppauksella saavutettavia hyötyjä. Jos esimerkiksi Huruslahden kaloissa todetut haitta-aineet tulevat pääosin matalikkoalueilta eivätkä pahimmin pilaantuneen sedimentin syvänealueilta, kunnostuksen vaikutukset jäävät tältä osin vähäisiksi, vaikka sedimentin suurimmat pitoisuudet saataisiin pienennettyä.



heikentävä toiminta on kiellettyä sekä alueella että sen rajojen ulkopuolella. Sitä, milloin luonnonarvot heikentyvät tai milloin ne merkittävästi heikentyvät, ei ole määritelty luonto- tai lintudirektiivissä.

Mitä tahansa lupa-asiaa tai viranomaisasiaa ratkaistaessa on noudatettava, mitä luonnonsuojelulain 10 luvussa säädetään Natura 2000 -verkostosta. Useimpiin maankäyttöä tai luontoa mahdollisesti muuttavaa toimintaa tavalla tai toisella sääteleviin lakeihin on otettu tätä koskeva viittaus-säännös luonnonsuojelulain 65 ja 66 §:iin.

*"Jos hanke tai suunnitelma joko yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää valtioneuvoston Natura 2000 -verkostoon ehdottaman tai verkostoon sisällytetyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty tai on tarkoitus sisällyttää Natura 2000 -verkostoon, hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan on asianmukaisella tavalla arvioitava nämä vaikutukset. Sama koskee sellaista hanketta tai suunnitelmaa alueen ulkopuolella, jolla todennäköisesti on alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Edellä tarkoitettu vaikutusten arviointi voidaan tehdä myös osana ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/1994) 2 luvussa tarkoitettua arviointimenetelyä. (24.6.2004/553)"*

Luonnonsuojelulain 65 ja 66 §:n säännökset merkitsevät tiivistetysti sitä, että hankkeet tai suunnitelmat eivät saa yksistään eivätkä yhdessä **merkittävästi heikentää** niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi alue on sisällytetty Natura 2000-verkostoon. Mikäli on todennäköistä, että tällaisia vaikutuksia on, tulee vaikutukset arvioida. Lupa voidaan myöntää tai suunnitelma hyväksyä vasta kun arviointi- ja lausuntomenettely osoittaa, etteivät vaikutukset ole merkittäviä. Kyseeseen tulevat tällöin paitsi Natura-alueelle kohdistuvat toiminnot myös sellaiset alueen ulkopuolelle sijoittuvat hankkeet, joiden vaikutukset ulottuvat Natura-alueelle. Toisaalta alueen sisällekin voi kohdistua luontoa muuttavia toimintoja, mikäli ne eivät merkittävästi heikennä Natura-alueen suojeluperusteita.

### Luontodirektiivi

Luontodirektiivin tavoitteena on luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston ja niiden elinympäristöjen suojelu. Direktiivin mukaisesti toteutetuilla toimenpiteillä pyritään varmistamaan Euroopan yhteisön tärkeinä pitämien luontotyyppien ja lajien suotuisa suojelutaso. Keskeisiä toimenpiteitä ovat Natura 2000 -alueiden perustaminen, lajien tiukan suojelun järjestelmä sekä hyödyn-tämisen sääteily.

Luontodirektiivin liitteissä lueteltuja, yhteisön tärkeinä pitämiä luontotyypppejä ja lajeja on Suomessa seuraavasti:

- Liite I, 69 luontotyyppiä, suojelukeino Natura 2000 -alueet (SCI-alueet, Sites of Community Importance)
- Liite II, 88 lajia, suojelukeino Natura 2000 -alueet (SCI-alueet, Sites of Community Importance)
- Liite IV, 73 lajia, tiukan suojelun järjestelmä (Luonnonsuojelulaki 49 §)

Luontodirektiivin liitteisiin on valittu yhteisön tärkeinä pitämiä luontotyypppejä ja lajeja, jotka ovat vaarassa hävitä luontaisilta levinneisyysalueiltaan, joilla on pienet kannat tai levinneisyysalueet, jotka ovat hyviä esimerkkejä kyseisen luonnonmaantieteellisen alueen ominaispiirteistä tai jotka ovat kotoperäisiä lajeja. Osa luontodirektiivin luontotyypeistä ja lajeista on määritelty ensisijaisesti suojeltaviksi, ja ne on osoitettu direktiivin liitteissä I ja II tähdellä (\*). Niiden suojelusta yhteisö on erityisvastuussa.

### Natura-arvioinnin tarveharkinta

Tarveharkinnassa otetaan esiin viisi näkökohtaa: 1) hankkeen tai suunnitelman kuvaus, 2) Natura-alueen ja siihen kohdistuvien vaikutusten kuvaus, 3) vaikutusten merkittävyyden arviointi, 4) lieventävien toimenpiteiden ja vaihtoehtojen sekä yhteisvaikutusten tarkastelu sekä 5) johtopäätökset ja arvio vaikutuksista.

Tarveharkinnan johtopäätös voi olla:

- 1) Ei heikennä Natura-arvoja, Natura-arviointia ei tarvita
- 2a) Heikentää, Natura-arviointi tehtävä
- 2b) Vaikutusten ilmeneminen epävarma, Natura-arviointi tehtävä

Natura -luontoarvot, joita SCI-perustein Natura-verkostoon valitulta alueelta on tarkasteltava, ovat:

- luontodirektiivin liitteen I luontotyyppit
- luontodirektiivin liitteen II lajit

## 9.3 Aineisto ja menetelmät

YVA:n yhteydessä tehtiin Natura-arvioinnin tarveharkinta Linnansaaren Natura-alueen osalta. Vesiympäristössä esiintyvistä luontodirektiivin liitteen II lajeista tässä hankkeessa tulivat arvioitavaksi erityisesti saimaannorppa ja saukko. Lintudirektiivin liitteen I lajeista arvioinnin kannalta oleellisia olivat vesilinnut sekä kaloja ravintonaan käyttävät linnut. Työssä arvioitiin lajien ravinnonkäyttöä sekä mah-

dollista haitta-aineiden kertymistä nykytilassa ja eri kunnostusvaihtoehdoilla. Hanketta ja arvioitavia hankevaihtoehtoja on kuvattu edellä mm. kappaleissa 4 ja 5.

Natura-arvioinnin tarveharkinnassa käytettiin tietolähteenä mm. Linnansaaren Natura-tietolomaketta sekä Linnansaaren kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelmaa. Vaikutusten osalta arvioinnin lähtötietoina toimivat alueella tehtyt riskinarvioinnit (mm. Esko Rossi Oy 2012). Tarveharkinnassa arvioitiin alustavasti miltä osin kunnostaminen voisi vaikuttaa Linnansaaren Natura-alueen luontodirektiivin liitteen II lajeihin ja liitteen I luontotyypeihin. Arvioinnissa huomioitiin myös alueella esiintyvät luontodirektiivin liitteen I linnut.

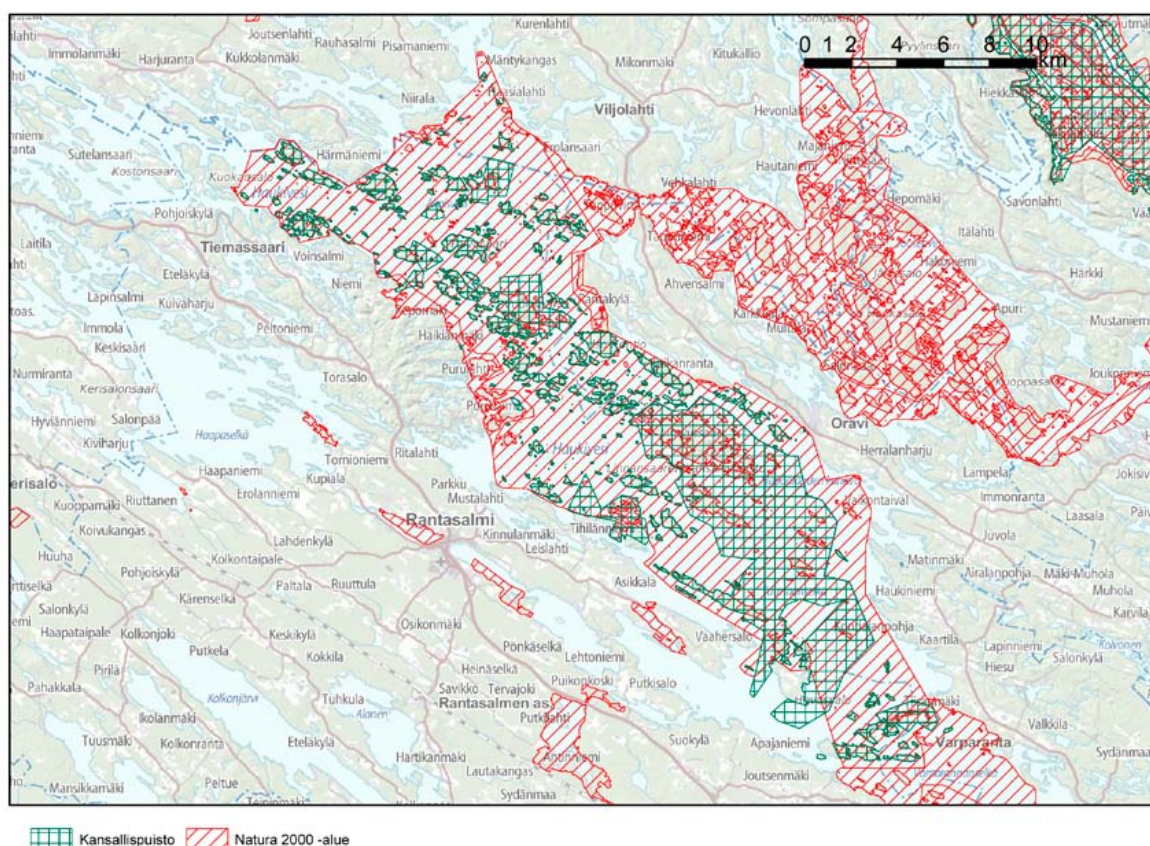
Muut Huruslahden läheisyydessä sijaitsevat luonnonsuojelualueet sijoittuvat maa-alueille (kuva 9-1). Huruslahden sedimenttien puhdistusvaihtoehdoista ei arvioida aiheutuvan maa-alueella sijaitseviin luonnonsuojelualueisiin kohdistuvia vaikutuksia. Arviointi on tästä syystä kohdennettu vain Linnansaaren Natura-aluetta käsitteleväksi.

## 9.4 Linnansaaren natura-alue

### 9.4.1 Sijainti ja yleispiirteet

Huruslahden hankealue sijoittuu samalle vesistöalueelle kuin Linnansaaren Natura-alue (FI0500002, SCI). Etäisyyttä hankealueelta Linnansaaren Natura-alueelle on noin 17 kilometriä.

Linnansaaren Natura-alue on pinta-alaltaan 26 546 ha. Linnansaaren Natura-alueelle sijoittuu myös Linnansaaren kansallispuisto, johon Natura-alueesta kuuluu 9 465 ha (vesipinta-alan osuus tästä on 5 700 ha). Linnansaaren kansallispuistoa luonnehtivat toisaalta pienet kallioiset ja louhikoiset männikkösaaret ja luodot, toisaalta suuret, useamman metsätypin kuviomat saaret. Haukiveden osalta alue edustaa tyypillistä Saimaan järviluontoa. Haukivesi on kaaria järviruokotyyppiä, mutta se on pohjoisosiltaan rehevöitynyt Varkauden alueelta tulevien jätevesien vaikutuksesta. Vesi on luonteeltaan dystrofinen eli niukkaravintainen, humuspitoinen ja ruskeavetinen.



Kuva 9-2 Linnansaaren Natura-alue ja kansallispuisto.

Linnansaaren alue on tärkeää saimaannorpan elinaluetta, ja se on myös erittäin merkittävä suurjärvien saaristo-luonnon suojelemisessa. Alueella on merkitystä myös metsänsuojelun kannalta, toisaalta luonnontilaisten metsien suojelun kannalta ja toisaalta kulttuurivaikutteisten kaski- ja laidunmetsien säilyttämiseksi. Linnansaaren kansallispuisto on myös linnustoltaan huomionarvoinen.

Linnansaaren kansallispuiston tärkein käyntikohde on puiston pääsaari, jossa sijaitsevat mm. Sammakoniemen leirintäalue, Linnansaaren torppa ja alueen tunnettu näköalapaikka Linnavuori. Pääsaari sijaitsee noin 38 kilometrin etäisyydellä Huruslahdesta. Linnansaaren torppa ympäristöineen on valtakunnallisesti arvokas perinnemaisema, jossa säilytetään ihmisen kaskiviljelykaudella aikaansaamaa maisemaa ja suojellaan siitä riippuvaisia lajeja. Alue onkin poikkeuksellisen hyvin säilynyt esimerkki 1900-luvun alun aikaisesta saaristoasutus- ja kaskiviljelykausiin kulttuuriperinnöstä, maisemasta ja rakennuksista.

#### 9.4.2 Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit

Linnansaaren Natura-alueella esiintyvät luontodirektiivin liitteen I mukaiset Natura –luontotyypit on esitetty ohessa taulukossa.

*Taulukko 9-1. Linnansaaren alueella esiintyvät Natura-tietolomakkeessa mainitut direktiiviluontotyypit ja niiden arvioitu osuus Natura-alueen koko pinta-alasta. Ensisijaisesti suojeltavat luontotyypit on merkitty taulukossa tähdellä.*

| Luontotyyppi                                                                                                                  | Osuus alueen koko pinta-alasta, % |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Vuorten alapuoliset tasankojoet, joissa on <i>Ranunculus fluitans</i> ja <i>Callitriche-Batrachium</i> -kasvillisuutta (3260) | <1 %                              |
| *Fennoskandian runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt (6270)                                                                  | <1 %                              |
| Kostea suurruohokasvillisuus (6430)                                                                                           | <1 %                              |
| Kasvipeitteiset silikaattikalliot (8220)                                                                                      | <1 %                              |
| Kalliodien pioneerikasvillisuus (8230)                                                                                        | <1 %                              |
| *Boreaaliset luonnonmetsät (9010)                                                                                             | 4 %                               |
| Boreaaliset lehdot (9050)                                                                                                     | <1 %                              |
| *Fennoskandian metsäluhdet (9080)                                                                                             | <1 %                              |
| *Puustoiset suot (91D0)                                                                                                       | <1 %                              |

Linnansaaren hoito- ja käyttösuunnitelmassa on Natura-tietolomakkeessa mainittujen luontotyyppien ohella todettu alueella esiintyvän myös vaihettumis- ja rantasoita (7140, pinta-ala 20 ha), harjumetsiä (9060, pinta-ala 41 ha) sekä hakamaita ja kaskilaitumia (9070, pinta-ala 60 ha).

Lisäksi Linnansaaren hoito- ja käyttösuunnitelmassa on täsmennetty Natura-tietolomakkeessa esitettyjä luontotyyppien peittävyysarvioita. Hoito- ja käyttösuunnitelmassa pinta-alaltaan laajimmiksi luontotyypeiksi on taulukoitettu boreaaliset lehdot (266 ha), boreaaliset luonnonmetsät (148 ha) ja puustoiset suot (64 ha). Näiden Linnansaaren alueen yleisimpien luontotyyppien ominaispiirteistä ja suojelun nykytilasta on esitetty lyhyet kuvaukset ohessa.

#### Boreaaliset luonnonmetsät

Vanhat luonnonmetsät ovat metsien kliimaksi- tai myöhäisiä sukkessiovaiheita, joihin ihmistoiminta on vaikuttanut vain vähän tai ei lainkaan. Nykyiset vanhat luonnonmetsät ovat vain pieniä jäänteitä Fennoskandian alkuperäisistä luonnonmetsistä. Voimaperäinen metsätalous, jota toteutetaan käytännöllisesti katsoen kaikkialla Pohjoismaissa on suurelta osin hävittänyt vanhojen luonnonmetsien olemassaolot.

Alunperin luonnonmetsiä oli koko boreaalisella ja hemiboreaalisella vyöhykkeellä lukuun ottamatta orohemiarktista puutonta aluetta. Nykyisin suurin osa luonnonmetsistä on alueiden pohjoisosissa ja eteläosissa on vain pieniä sirpaleita jäljellä.

#### Boreaaliset lehdot

Lehtoja on boreaalisen vyöhykkeen ravinteisilla multamailloilla. Kuusi on yleisin puulaji, mutta lehtipuiden osuus on myös usein merkittävä. Korkeat ruohot ja saniaisat vallitsevat, mutta lajisto vaihtelee suuresti Fennoskandian eri osissa. Lehtoja luonnehtii kerroksellinen kasvillisuus: pohjakerros on aukkoinen, vain osittain sammalien peitossa, ruohot ja heinät vallitsevat kenttäkerroksessa ja pensas- ja puustokerros ovat runsaslajisia. Borealisista lehdoista on kuvattu lukuisia eri lehtokasvillisuustyyppisiä.

Alunperin lehtoja oli paljon laajemmalla alueella erityisesti Etelä-Suomessa, missä suurin osa lehdoista on raivattu viljelysmaaksi ja niityiksi. Tällä hetkellä lehtojen kokonaispinta-ala on noin yksi prosentti Suomen metsäpinta-alasta. Pääasiallisena uhkana on voimaperäinen metsätalous ja kuusen levittäytyminen (luontaisesti tai istuttamalla).

#### Puustoiset suot

Havu- tai lehtipuumetsiä kosteilla tai märillä turvemilla, joilla vedenpinta on pysyvästi korkealla ja jopa korkeammalla kuin ympäristön vedenpinnantaso. Boreaalisella vyöhykkeellä tämä on laaja-alainen luontotyyppi, johon tässä yhteydessä luetaan kuuluviksi useimmat suoyhdistymiin kuulumattomat puustoiset suot. Kasvilajisto vaihtelee suuresti suotyyppin mukaan. Keskeinen tekijä soiden rakenteellista luonnontilaisuutta arvioitaessa on puusto, sillä puus-

toisten soiden hakkuilla voi olla suuri merkitys suon lajiston säilymisen kannalta. Puustoltaan ja vesitaloudeltaan luonnontilaiset puustoiset suot ovat nykyään harvinaisia.

Vaikutusten arviointi on kohdennettu vesiympäristössä esiintyviin lajeihin saimaannorppaan ja saukkoon, joiden elintavoista on esitetty lyhyet kuvaukset oheassa.

### 9.4.3 Luontodirektiivin liitteen II lajit

Linnansaaren Natura-tietolomakkeessa mainittuja luontodirektiivin liitteen II lajeja ovat saukko (*Lutra lutra*), saimaannorppa (*Phoca hispida saimensis*), kirjoverkkoperhonen (*Hypodryas maturna*) sekä idänlelväsammal (*Plagiomnium drummondii*).

#### Saimaannorppa

Saimaannorppa on kriittisesti uhanalainen laji (46S), erityisesti suojeltava laji (47S) sekä rauhoitettu laji (39S). Saimaannorppa kuuluu myös luontodirektiivin liitteessä IV(a) mainittuihin lajeihin.

Saimaannorppa on norpan alalaji, jota ei esiinny missään muualla maailmassa. Saimaannorppa on pitkäikäinen ja hitaasti lisääntyvä ja aikuiset norpat viihtyvät samoilla alueilla vuodesta toiseen. Norppa synnyttää pääsääntöisesti vain yhden poikasen kerrallaan. Jään alta lumikinokseen kaivettu ja päältä umpinainen lumipesä on suoja vastasyntyneelle poikaselle kylmyyttä ja petoja vastaan. Pesäpaikan valinnassa saimaannorppa vaikuttaa välttävän vakituisia häiriölähteitä (Sipilä 1992).

Haukivesi on saimaannorpan tärkeimpiä esiintymisalueita ja Linnansaaren kansallispuisto on yksi parhaimmista norppa-alueista. Alueella on arvioitu olevan noin 50 - 55 norppaa, eli noin 25 % koko kannasta. Muita tärkeitä norppa-alueita Suomessa ovat Koloveden kansallispuisto sekä Pihlajavesi. Suomen norppakanta on viime vuosina vähentynyt noin 280 yksilöstä noin 260 yksilöön ja noussut vuonna 2010 arviolta 270 yksilöön

ja vuonna 2011 noin 290 yksilöön. Saimaannorpan suojelustrategian (Ympäristöministeriö 2011) tavoitteena on 400 hylkeen kanta vuonna 2020.

Haukivedellä saimaannorppien esiintyminen painottuu Linnansaaren Natura-alueelle, mutta jakaantuu kuitenkin huomattavasti suojelualueen rajoja laajemmalle alueelle. Huruslahdelta etelämmäs siirryttäessä lähimmätkin havainnot saimaannorppien pesistä sijoittuvat kuitenkin yli 10 kilometrin etäisyydelle (Saimaannorpan suojelun strategia ja toimenpidesuunnitelma 2011). Pesien sijoittuminen kuvastaa osaltaan myös alueita joilla norpat liikkuvat ja saalistavat, vaikka norpat liikkuvatkin pesimäalueitaan laajemmilla alueilla.

Saimaannorppakantaan kohdistuvia uhkatekijöitä ovat mm. pieni populaatiokoko, kuoleminen kalanpyydyksiin, pesimäaikainen häiriö, pesimäaikaiset vedenpinnan vaihtelut ja rantarakentaminen. Pitkällä aikavälillä myös ilmastomuutos on saimaannorppakannalle uhkatekijä (Saimaannorpan suojelun strategia ja toimenpidesuunnitelma 2011).

Myös ympäristömyrkyt muodostavat riskin saimaannorpille. Raskasmetalleista ylivuomaisesti vaarallisin hylkeille on elohopea, joka

huuhtoutuu helposti vesistöihin. Saimaannorppakanta

pienenikin 1960- ja 1970-luvuilla todennäköisesti juuri elohopean myrkyvaikutuksen vuoksi, elohopea vaikutti tällöin erityisesti poikas- tuotantoon (Saimaannorpan suojelun strategia ja toimenpidesuunnitelma 2011). Tutkimuksissa on todettu, että saimaannorppien nuorissa ikäluokissa tavatut elohopeapitoisuudet ovat viimeisen runsaan 20 vuoden aikana alentuneet, kuitenkin vielä 2000 luvun alkupuolella saimaannorppien elohopeakuormitus oli edelleen poikkeuksellisen korkea (Hyvärinen ym. 2004). Nykytasolla elohopeae ei pidetä akuuttina uhkana saimaannorppalle.

Saimaannorpan ravinto koostuu 90-prosenttisesti ahvenesta, särjestä, muikusta, kuoreesta ja kiiskestä (Kunnasranta ym. 1999). Muita saimaannorpan saalislajeja ovat mm. kymmenpiikki, salakka ja made sekä isompien kalalajien poikaset. Vuoden aikana norppa syö keskimäärin reilut tuhat kiloa kalaa (Kunnasranta ym. 1999). Keskimäärin norppa syö runsaat pari kiloa kalaa päivässä, syksyllä rasvakerrosta kasvattaessaan kuitenkin jopa 3...4 kiloa päivässä.

### Saukko

Saukko kuuluu Suomen uhanalaisiin eliölajeihin ja on kokonaan rauhoitettu. Saukko on mainittu myös EU:n luontodirektiivin liitteissä II ja IV. Saukkoa esiintyy Linnansaaren Natura-alueen ohella käytännössä koko hankkeen vaikutusalueella.

Saukko on vesiympäristöön sopeutunut näätäeläin, joka saalistaa ravinnokseen kaloja. Kalojen lisäksi saukon tiedetään syövän myös muita nisäkkäitä, hyönteisiä, kasveja, vesikovakuoriaisia, rapuja, sammakoita, simpukoita, linnun munia sekä lintuja. Saukkokannan koko Suomessa on nykyisin noin 3 000...5 000 yksilöä. Saukkokannan nykyisiä uhkatekijöitä ovat tieliikenne, kalanpyydykset ja vesirakentaminen. Aiemmin saukko on kärsinyt myös ympäristömyrkyistä. Vesistöjen haitta-aineisiin liittyen saukko tiedetään erääksi bioakkumuloitavista aineista herkimmin kärsiväksi eläimeksi (Esko Rossi Oy 2005).

### Kalasääski

Haukkojen heimoon kuuluva kalasääski syö yksinomaan kalaa. Sen yleisimpiä saalislajeja ovat monet särkikalat, mm. lahna. Myös ahvenet ja pienet hauet lukeutuvat kalasääsken yleisiin saaliskaloihin. Aikuisen kalasääsken paino on koiraalla noin 1,2–2 kg ja naaraalla 1,5–2,2 kg. Kalasääsken pesimäkannaksi on arvioitu 1150–1300 paria.

### Selkälokki

Selkälokki pesii merialueillamme sekä osalla Suomen suurimmista järvistä. Laji on kaikkiruokainen, mutta tärkeintä ravintoa ovat kalat. Selkälokin pituus on noin 50–60 cm, siipien kärkiväli 120–140 cm ja paino 500–1 200 grammaa. Suomessa arvioidaan nykyisin pesivän noin 7 000 selkälökkiparia. Selkälökkikantaa uhkaavat mm. ravintoon kertyvät ympäristömyrkyt lajin talvehtimisalueilla Afrikassa, sekä myös Itämeren kalasta lintuihin kertyvät ympäristömyrkyt.

## 9.4.4 Uhanalaiset lajit

Linnansaaren Natura-alueella esiintyvä saimaannorppa on luokiteltu äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) lajiksi ja saukko silmälläpidettäväksi (NT) (Rassi ym. 2010). Uhanalaisista lintulajeista alueella esiintyvät kalasääski (NT) ja valkoselkätikka (CR).

Edellä mainittujen Natura-tietolomakkeessa listattujen lajien ohella Linnansaaren hoito- ja käyttösuunnitelmassa on mainittu myös uhanalaista lintulajistoa, joista uusimassa uhanalaisuusarvioinnissa (Rassi 2012) ainoastaan selkälokki (VU) on määritelty edelleen uhanalaiseksi.

Uhanalaisiin lintulajeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on keskitytty vesiympäristöstä ravintonsa hankki- viin lajeihin kalasääsken ja selkälokkiin, joiden elintapoja on kuvattu lyhyesti oheassa.

## 9.4.5 Lintudirektiivin liitteen I lajit

Haukiveden alue edustaa erittäin hyvin Saimaan järviluontoa ja alueen linnusto on muiden suojelualueiden ohella merkittävä. Linnansaaren Natura-alueella esiintyviä Natura-tietolomakkeessa mainitut lintudirektiivin liitteen I lajit ovat:

|                |                              |
|----------------|------------------------------|
| Helmipöllö     | <i>Aegolius funereus</i>     |
| Huuhkaja       | <i>Bubo bubo</i>             |
| Kaakkuri       | <i>Gavia stellata</i>        |
| Kalatiira      | <i>Sterna hirundo</i>        |
| Kehräjä        | <i>Caprimulgus europaeus</i> |
| Kuikka         | <i>Gavia arctica</i>         |
| Kurki          | <i>Grus grus</i>             |
| Laulujoutsen   | <i>Cygnus cygnus</i>         |
| Mehiläishaukka | <i>Pernis apivorus</i>       |
| Metso          | <i>Tetrao urogallus</i>      |

|                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| Palokärki        | <i>Dryocopus martius</i>    |
| Pikkulepinkäinen | <i>Lanius collurio</i>      |
| Pikkusieppo      | <i>Ficedula parva</i>       |
| Pyy              | <i>Bonasa bonasia</i>       |
| Viirupöllö       | <i>Strix uralensis</i>      |
| Valkoselkätikka  | <i>Dendrocopos leucotos</i> |
| Kalasääski       | <i>Pandion haliaetus</i>    |

Edellä mainittujen Natura-tietolomakkeessa listattujen lintudirektiivin liitteen I lajien ohella Linnansaaren hoito- ja käyttösuunnitelmassa on mainittu kaulushaikara, teeri, varpuspöllö ja pohjantikka.

Vaikutusten arvioinnissa on lintudirektiivin liitteen I lajien osalta keskitytty vesiympäristöstä ravintonsa hankkiviin lajeihin, joiden elintapoja on kuvattu lyhyesti oheessa.

#### 9.4.6 Muut tärkeät eläin- ja kasvilajit

|                    |                                           |
|--------------------|-------------------------------------------|
| Pikkutikka         | <i>Dendrocopos minor</i>                  |
| Naavamittari       | <i>Alcis jubatus</i>                      |
| Nunnamittari       | <i>Baptia tibiale</i>                     |
| Ilves              | <i>Lynx lynx</i>                          |
| Karhu              | <i>Ursus Arctos</i>                       |
| Haapariippusammal  | <i>Neckera pennata</i>                    |
| Hirvenkello        | <i>Campanula cervicaria</i>               |
| Idänkurho          | <i>Carlina vulgaris subsp. longifolia</i> |
| Jänönsalaatti      | <i>Mycelis muralis</i>                    |
| Kantokorvasammal   | <i>Jungermannia leiantha</i>              |
| Katvenokkasammal   | <i>Eurhynchium speciosum</i>              |
| Lehtoneidonvaippa  | <i>Epipactis helleborine</i>              |
| Lepikkolaakasammal | <i>Plagiothecium latebricola</i>          |
| Metsänemä          | <i>Epipogium aphyllum</i>                 |
| Pesäjuuri          | <i>Neottia nidus-avis</i>                 |
| Punalatva          | <i>Eupatorium cannabinum</i>              |
| Raidantuoksukääpä  | <i>Haploporus odoratus</i>                |
| Rantaorvokki       | <i>Viola persicifolia</i>                 |
| Ryytisammal        | <i>Geocalyx graveolens</i>                |
| Tihkulehväsaammal  | <i>Plagiomnium elatum</i>                 |
| Tuoksumatara       | <i>Galium odoratum</i>                    |
| Kalliosinisiipi    | <i>Scolitantides orion</i>                |

#### Kuikka ja kaakkuri

Kaakkuri ja kuikka kuuluvat kuikkalintuihin, jotka käyttävät ravinnokseen pääasiassa kalaa, mutta syövät myös äyriäisiä ja hyönteisiä. Etenkin pienten poikasten ruokinnassa linnut käyttävät aluksi hyönteisiä ja toukkia. Kaakkuri on pienin kuikkalintumme täysikokoisen yksilön tyyppillisen painon ollessa noin 1,6 kilogrammaa, kun täysikokoiset kuikat painavat yleensä 2...3 kilogrammaa. Vuonna 2010 tehdyn selvityksen perusteella Suomessa pesii noin 600 - 750 paria kaakkureita (Eklöf ym. 2010). Pohjois-Savon alueella kaakkuri on jo pitkään ollut harvalukuinen; paikallisluonnustokirjassa vuonna 1999 arveltiin pesiväksi kannaksi 10...20 paria. Suomen kuikkakanta arvioidaan noin 10 000 pariksi, joista valtaosa pesii Järvi-Suomessa (BirdLife Suomi ry 2012).

#### Kalatiira

Suomen kalatiirakannaksi on arvioitu 50 000 – 70 000 paria (LuontoPortti Oy 2012). Kalatiira käyttää ravintonaan lähes yksinomaan pientä, alle 10 cm kalaa kuten ahvenia, salakoita ja särkiä. Kesäisin kalatiirat syövät lisäksi hyönteisiä.

#### Laulujoutsen

Laulujoutsenet kuuluvat suurimpiin vesilintuihimme aikuisten yksiköiden painaessa 6...12 kilogrammaa. Laulujoutsen oli 1950-luvulla lähes sukupuuton partaalla Suomessa, mutta rauhoituksen ja onnistuneen valistustyön ansiosta nykykannan koko on arvion mukaan 4 600...6 000 paria (LuontoPortti Oy 2012) ja se on jatkuvasti kasvamassa. Laulujoutsen käyttää ravinnokseen pääasiassa erilaisia vesikasveja, kuten vitalajeja, sorsimoita ja järvikortteita sekä vedessä eläviä äyriäisiä, nilviäisiä ja hyönteisiä. Joutsenia tavataan nykyisin myös pelloilla ruokailemassa.

#### Kaulushaikara

Kaulushaikaroiden elinympäristöä ovat järvissä ja merenlahdilla kosteikot, joissa kasvaa järviuokoa. Kaulushaikat käyttävät ravintonaan kaloja ja sammakoita, joita ne keihästävät tikarinokallaan. Nykyisin kaulushaikaraa tavataan maassamme harvakseltaan etelärannikolla ja Järvi-Suomessa, Suomessa esiintyvän kannan koko on noin 250 paria.

## 9.5 Vaikutusten arviointi

### 9.5.1 Arvioinnin raja

Linnansaaren Natura-alueeseen kohdistuvat Huruslahden sedimenttien käsittelystä aiheutuvat mahdolliset vaikutukset liittyvät sedimenteistä vapautuvien haitta-aineiden kulkeutumiseen Natura-alueen vesialueille asti. Natura-arvioinnin tarveharkinta on mahdollisten vaikutusten luonteesta johtuen kohdennettu erityisesti vesiympäristöissä esiintyviin luontodirektiivin liitteen II lajeihin ja liitteen I luontotyypeihin.

### 9.5.2 Vaikutukset luontodirektiivin liitteen I luontotyypeihin

Linnansaaren Natura-alueella esiintyvissä luontotyypeissä ei tavata vesiympäristöön sijoittuvia luontotyypejä. Huruslahden hankevaihtoehtoilla ei ole Linnansaaren maa-alueilla sijaitseviin luontotyypeihin kohdistuvia vaikutuksia. Hankkeella ei arvioida olevan Linnansaaren Natura-alueella esiintyviin luontotyypeihin kohdistuvia vaikutuksia. Hankkeen mahdollisia vesialueisiin kohdistuvia vaikutuksia on käsitelty mm. kappaleissa 8 ja 10.

### 9.5.3 Vaikutukset luontodirektiivin liitteen II lajeihin ja uhanalaisiin lajeihin

Linnansaaren alueella esiintyvistä luontodirektiivin liitteen II lajeista kirjoittokoperhonen ja idänlehväsammal ovat maa-alueella esiintyviä lajeja, jotka eivät joudu kosketuksiin sedimenttien haitta-aineiden kanssa. Hankkeella ei ole vaikutuksia myöskään Linnansaaren alueella esiintyvään uhanalaiseen perhoslajiin, kalliosinisiipeen. Vaikutusten arviointi on kohdennettu vesiympäristössä esiintyviin lajeihin saimaannorppaan ja saukkoon. Uhanalaiseen lintulajistoon kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu kappaleessa 9.5.4.

#### VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Sikä saukko että saimaannorppa altistuvat Huruslahden sedimenteistä alapuoliseen vesistöön vapautuville haitta-aineille ravintonsa kautta. Huruslahden merkittävimmiksi haitta-aineiksi tiedetään orgaaniset tinayhdisteet sekä raskasmetallit (elohopea, nikkeli, kupari ja sinkki). On kuitenkin mahdollista että muitakin haitta-aineita vapautuu vesistöön. Huruslahden sedimenttien haitta-ainepitoisuuksia on esitelty edellä mm. taulukossa 7-1. Lähempänä Linnansaaren Natura-alueella tutkittujen sedimenttien pi-

toisuudet ovat olleet alle 5 % Huruslahdella todetuista pitoisuuksista (taulukko 7-4). Rossin (2012) kulkeutumis-laskelmat osoittivat, että organotinojen kulkeutuminen Huruslahdesta Haukiveteen on nykyisellään hyvin pieni. Elohopean kulkeutumista ei kuitenkaan voitu laskea, koska keräimien kiintoaineesta ei ollut määritetty muiden kuin organotinojen pitoisuuksia.

Orgaaniset tinayhdisteet siirtyvät ravintoketjussa ravinnon mukana ylemmille tasoille aina nisäkkäisiin asti. Vaikka yleisin tapa TBT:n siirtymisessä eliöön vaikuttaisi olevan ruokailu veden ja sedimentin rajapinnassa (Eggleton & Thomas 2004), akkumuloituu orgaanisia tinayhdisteitä myös ravintoketjussa (Inadera & Shomomura 2005). Tributyyliinalla (TBT) on taipumus kertyä eliöstöön. Orgaanisilla tinayhdisteillä pitoisuuden voimakasta rikastumista ravintoketjussa ei tiettävästi yleensä tapahdu, aihetta kuitenkin tutkitaan edelleen. Esimerkiksi trifenyylitinan (TPT) rikastumista ravintoketjuissa on kuitenkin todettu (Ympäristöministeriö 2007). Hauesta on mitattu korkeampia pitoisuuksia TPT:tä kuin muista kaloista, mikä viittaa TPT:n rikastumiseen akvaattisessa ravintoketjussa.

Elohopean osalta rikastuminen ravintoketjussa on selvää. Epäorgaanisen ja metyylielohopean suhde vaikuttaa kertymiseen, sillä epäorgaaninen elohopea poistuu elimistöstä nopeasti, mutta metyylielohopea hitaasti.

Saimaannorppiin ja saukkoihin kohdistuvien vaikutusten arviointia vaikeuttaa se, ettei niihin kertyneitä elohopea- tai organotinapitoisuuksia ole Haukivedellä paikallisesti määritetty. Määritykset saimaannorppien osalta olisivat mahdollisia esim. norppakannan pesäseurantojen yhteydessä kerätyistä karvanäytteistä (Sipilä/Metsähallitus, lausunto Huruslahden YVA-ohjelmasta). Toistaiseksi kuitenkin ainoa käytettävissä oleva keino on arvioida elohopea ja organotinakertymää saimaannorppien ja saukkojen ravinnon kautta.

Linnansaaren Natura-alueen alueelta (v. 2007-2010) pyydetyistä muikuista havaittu keskimääräinen TBT-pitoisuus oli 0,44 µg/kg. Vuonna 2012 koekalastuksia tehtiin Linnansaaren kaakkoispuolelta. Tinayhdisteistä (muiku, lahna, ahven) havaittiin ainoastaan tributyyliinaa (0,4 - 2 µg/kg). Elohopeaa havaittiin määrittämissä ylittävät pitoisuudet vain ahvenesta (0,11 mg/kg).

Kaloissa havaittujen TBT- ja elohopeapitoisuuksien väheisestä määrästä johtuen nykytilanteessa saimaannorppiin ja saukkoihin ei arvioida kohdistuvan näistä päästöistä aiheutuvia merkittäviä akuutteja riskejä. On kuitenkin huomioitava, että haitta-aineiden vapautumisen Haukiveden suuntaan on odotettavissa jatkuvan vielä vuosikymmeniä.

### VE 1 sedimenttien peittäminen

Sedimenttien peittämisestä aiheutuu päästöjä, jotka nostavat organotinojen ja muiden haitta-aineiden pitoisuuksia Haukiveden pohjoisosassa. Pitoisuuksien nousu vaikuttaa ravintolähteiden kautta haitta-ainekertymiin myös saukois- ja saimaannorppissa.

TBT:n siedettävän saannin arvoksi on nisäkkäille esitetty 2,34 mg ruumiinpainokilogrammaa kohti päivässä (Oregon Department of Environmental Quality 2007). Saukot painavat yleensä 5 – 15 kg, jolloin siedettävän saannin ylittyminen edellyttäisi, että keskikokoinen 10 kg painava saukko söisi päivässä noin 1 000 kilogrammaa kalaa, jossa TBT-pitoisuus on Pirtinvirran keskitasoa (23 µg/kg) peittämisen aikana. Aikuinen saukko syö päivässä 1...1,5 kg kalaa, joten altistuminen organotinoille jää murto-osaan siedettävänä pidettävän saannin rajasta. Tällä perusteella on selvää, ettei myöskään saimaannorpan altistuminen voi kasvaa niin suureksi että suurimman siedettävänä pidettävän saannin raja ylittyisi. Tulee kuitenkin huomioda myös se, että eri eliöiden herkkyys haitta-aineille vaihtelee huomattavasti. Myrkyllisyytensä lisäksi organotinayhdisteiden on todettu häiritsevän myös eliöiden hormonitoimintaa, ja hormoni-toimintoihin vaikuttavien haitta-aineiden vaikutuksista tiedetään toistaiseksi varsin vähän.

Kunnostustoista aiheutuvat elohopean pitoisuuslisäykset vedessä osoittautuivat Esko Rossi Oy:n (2012) tarkastelussa merkityksettömän pieniksi eikä kunnostustoilla siten ole käytännöllistä merkitystä kalojen elohopeapitoisuuksiin. Laskelman perusteella kunnostustöiden aiheuttama elohopean pitoisuuden nousua ei arvioida merkittäväksi myöskään saimaannorpan tai saukon kannalta.

### VE 2 sedimenttien ruoppaus

Pilaantuneimpien sedimenttien ruoppauksen aiheuttama päästö Haukiveteen on vastaava kuin peittämisen aiheuttama. Töiden aikainen päästö Haukivedelle vastaa alueelle nykytilanteessa 2 - 3 vuoden aikana normaalisti kulkeutuvaa organotinamäärää. Edellä vaihtoehdossa VE1 esitetyn tarkastelun perusteella voidaan todeta, ettei saukon tai saimaannorpan altistuminen voi ruoppausvaihtoehdossa kasvaa niin suureksi, että suurimman siedettävänä pidettävän saannin raja ylittyisi. Tähän arvioon liittyvät kuitenkin myös samat tiedon vähäisyydestä johtuvat epävarmuustekijät kuin vaihtoehdossa VE1.

Myös elohopean osalta johtopäätelmät ovat samat kuin vaihtoehdossa VE1. Laskelman perusteella kunnostustöiden aiheuttama elohopean pitoisuuden nousua ei arvioida merkittäväksi saimaannorpan tai saukon kannalta.

### VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Penkereen rakentamisen aikainen päästö voi muiden kunnostusvaihtoehtojen tapaan väliaikaisesti nostaa sedimentin organotinapitoisuuksia Haukiveden pohjoisosassa. Vaikutus jää kuitenkin selvästi vähäisemmäksi kuin peittämis- ja ruoppausvaihtoehdoissa. Virtausolosuhteiden muuttamisesta ei aiheudu saukon tai saimaannorpan TBT:lle tai elohopealle altistumisen kasvamista siedettävänä pidettyä päiväsaantia suuremmaksi.

### 9.5.4 Vaikutukset lintudirektiivin liitteen I lajeihin ja uhanalaisiin lintulajeihin

Linnansaaren Natura-alueella esiintyviä vesiympäristöstä ravintonsa hankkivia lintudirektiivin liitteen I lajeja ja/tai uhanalaisia lajeja ovat kuikka, kaakkuri, kalatiira, laulujoutsen, kaulushaikara, kalasääski ja selkälokki. Edellä mainitut lintulajit altistuvat Huruslahden sedimenteistä alapuoliseen vesistöön vapautuville haitta-aineille ravintonsa kautta.

Kuten edellä on todettu, Huruslahden merkittävimmiksi haitta-aineiksi tiedetään orgaaniset tinayhdisteet sekä raskasmetallit (elohopea, nikkeli, kupari ja sinkki). Elohopea rikastuu ravintoketjussa, ja elohopean kertymiseen vaikuttaa epäorgaanisen ja metyylielohopean suhde. Linnuille haittattomaksi ravinnon elohopean pitoisuudeksi on arvioitu 0,074 mg/kg tuorepainoa kohti. Siedettävän elohopeasaannin arvoksi on linnuille esitetty 13 – 26 µg/kg bw/d (yksilöt-populaatio, Oregon Department of Environmental Quality 2007). Metyylielohopean on tutkimuksissa havaittu myös häiritsevän lintujen hormonitoimintaa ja vaikuttavan tätä kautta lintujen lisääntymismenestykseen (Frederick ym. 2010)

TBT:n on todettu olevan kohtalaisen toksinen erityisesti ravintoketjun yläpäässä oleville linnuille (Hoch, 2001). Organotinayhdisteet kerääntyvät lintujen maksaan, muunaisiin, lihaksiin ja höyheniin. Myös organotinayhdisteet voivat vaikuttaa lintujen lisääntymiseen biorikastumisen myötä. Lintujen sulkasadon yhteydessä TBT:a poistuu niiden kehosta. TBT:n siedettävän saannin arvoksi on linnuille esitetty 6,8 mg ruumiinpainokilogrammaa kohti päivässä (Oregon Department of Environmental Quality 2007), linnuilla esiintyvät vaikutukset tulevat siis esiin vasta nisäkkäitä korkeammilla altistustasoilla.

#### **VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä**

Rossin (2012) kulkeutumislaskemat osoittivat, että organotinojen kulkeutuminen Huruslahdesta Haukiveteen on nykyisellään hyvin pieni. Elohopean kulkeutumista ei kuitenkaan voitu laskea, koska keräimien kiintoaineesta ei ollut määritetty muiden kuin organotinojen pitoisuuksia.

Huruslahdessa on havaittu pohjaeläimissä keskimääräinen TBT-pitoisuus 220 µg/kg kuiva-ainetta kohti. Tällöin 1 kilogramman painoisen linnun pitäisi syödä noin 30 kilogrammaa Huruslahden pohjaeläimiä (kuiva-aineena) tai noin 340 kilogrammaa Huruslahden kalaa päivässä, jotta siedettävänä pidetyn saannin arvo ylittyisi. Kunnostuksen vaikutuksesta pohjaeläinten haitta-ainepitoisuudet voivat kohota myös Huruslahden alapuolisilla alueilla, mutta pitoisuuksien voidaan olettaa jäävän kuitenkin alhaisemmiksi kuin Huruslahden alueella nykyisin on havaittu. Edellä esitetyn perusteella sedimenttien organotinoista ei nykyisellään arvioida muodostuvan merkittävää riskiä Linnansaaren Natura-alueella esiintyvillä lintudirektiivin liitteen I lajeille tai uhanalaisille lintulajeille.

#### **VE 1 sedimenttien peittäminen**

Sedimenttien peittämisestä aiheutuu päästöjä, jotka nostavat organotinojen ja muiden haitta-aineiden pitoisuuksia Haukiveden pohjoisosassa. Pitoisuuksien nousu voi vaikuttaa ravintolähteiden kautta haitta-ainekertymiin myös vesiympäristöstä ravintonsa hankkivaan linnustoon.

TBT:n siedettävän saannin arvoksi on linnuille esitetty 6,8 mg ruumiinpainokilogrammaa kohti päivässä. Siedettävän saannin rajan ylittyminen edellyttäisi, että yhden kilogramman painoisen linnun pitäisi syödä päivässä noin 270 kilogrammaa kalaa, jossa TBT-pitoisuus on Pirtinvirran keskittosa peittämisen aikana. Tulee kuitenkin huomioida myös se, että myrkyllisyytensä lisäksi organotinayhdisteiden on todettu häiritsevän myös eliöiden hormonitoimintaa, ja hormonitoimintoihin vaikuttavien haitta-aineiden vaikutuksista tiedetään toistaiseksi varsin vähän.

Kunnostustöistä aiheutuvat elohopean pitoisuuslisäykset vedessä osoittautuivat Esko Rossi Oy:n (2012) tarkastelussa merkityksettömän pieniksi eikä kunnostustöillä siten ole käytännöllistä merkitystä kalojen elohopeapitoisuuksiin. Laskelman perusteella kunnostustöiden aiheuttama elohopean pitoisuuden nousua ei arvioida merkittäväksi myöskään Linnansaaren Natura-alueella esiintyvillä lintudirektiivin liitteen I lajeille tai uhanalaisille lintulajeille.

#### **VE 2 sedimenttien ruoppaus**

Pilaantuneimpien sedimenttien ruoppauksen aiheuttama päästö Haukiveteen on vastaava kuin peittämisen aiheuttama. Töiden aikainen päästö Haukivedelle vastaa alueelle

nykytilanteessa 2 - 3 vuoden aikana normaalisti kulkeutuvaa organotinamäärää. Edellä vaihtoehdossa VE1 esitetyn tarkastelun perusteella voidaan todeta, ettei lintujen altistuminen voi ruoppausvaihtoehdossakaan kasvaa niin suureksi, että suurimman siedettävänä pidettävän saannin raja ylittyisi. Arvioon liittyvät kuitenkin myös samat tiedon vähäisyydestä johtuvat epävarmuustekijät kuin vaihtoehdossa VE1. Myös elohopean osalta johtopäätelmät ovat samat kuin vaihtoehdossa VE1.

#### **VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen**

Penkereen rakentamisen aikainen päästö voi muiden kunnostusvaihtoehtojen tapaan väliaikaisesti nostaa sedimentin organotinapitoisuuksia Haukiveden pohjoisosissa. Vaikutus jää kuitenkin selvästi vähäisemmäksi kuin peittämisen ja ruoppausvaihtoehdoissa. Virtausolosuhteiden muuttamisesta ei aiheudu linnuston TBT:lle tai elohopealle altistumisen kasvamista siedettävänä pidettyä päiväsaantia suuremmaksi.

### **9.5.5 Johtopäätökset**

Hankkeella ei ole Linnansaaren Natura-tietolomakkeessa suojeluperusteina mainittuihin luontodirektiivin liitteen I luontotyypppeihin kohdistuvia vaikutuksia.

Luontodirektiivin liitteen II lajeihin ja lintudirektiivin liitteen I lajeihin kohdistuvien vaikutusten arviointi on tehty yleispiirteisellä tasolla ja epävarmuuksia sisältävän lähtöaineiston perusteella. Haitta-ainepitoisuuksien sekä niiden vaikutuksiin liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi arviointia suositellaan tarkennettavan, mikäli Huruslahden sedimenttien kunnostuksen osalta toteutettavaksi valitaan vaihtoehto VE1 tai VE2. Haukivesi on äärimmäisen uhanalaisen saimaannorpan tärkeimpiä esiintymisalueita, joten ennen mahdollisiin kunnostustöihin ryhtymistä erityisesti saimaannorpille kunnostustöistä aiheutuvan riskin arviointia on syytä tarkentaa.

### **9.6 Arvioinnin epävarmuustekijät**

Arviointiin aiheutuu huomattavaa epävarmuutta siitä, ettei arvioinnin kannalta keskeisten lajien (saimaannorpan ja saukon) osalta ollut käytettävissä paikallisia tutkimustuloksia haitta-aineiden pitoisuuksista nykytilanteesta. Myös näiden nisäkkäiden ravintokohteiden osalta epävarmuutta aiheutuu tutkimuspisteiden määrästä ja sijoittumisesta. Edellä mainittujen lisäksi kunnostustöihin liittyvien riskien arvioinnissa veteen leviävän sedimentin kulkeutumisen ja haitta-aineiden liukenemisen ennustaminen on epävarmaa. Epävarmuustekijöistä johtuen laskelmia on syytä tarkentaa mikäli kunnostustöihin päätetään ryhtyä.

# 10. Vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen

## 10.1 Nykytila

Hankealue sijoittuu Unnukan ja Haukiveden alueille, jotka edustavat erittäin hyvin Saimaan järviluontoa. Alue kuuluu eteläboreaaliseen kasvillisuusvyöhykkeeseen. Eteläboreaalisen vyöhykkeen metsät ovat pohjoisempia havumetsävyöhykkeen alavyöhykkeitä monimuotoisempia. Monimuotoisuus näkyy muun muassa hyönteisten, pesivien lintulajien ja putkilokasvien runsaampana määränä. Suomen eteläborealisella vyöhykkeellä metsät ovat luonnostaan kuusivaltaisia. Mäntyä esiintyy vain hieman kuusta vähemmän ja männyt kasvavat yleensä siellä missä kuusi ei viihdy. Metsätyypeistä tavallisin on tuore kangas, jossa tyyppisimmät aluskasvillisuuden muodostajat ovat mustikka ja sammalet. Harvinaisista ja uhanalaisista eläin- ja lintulajeista alueella esiintyy mm. saimaannorppa, saukko, kalasääski ja kuikka.

Suomessa on pitkä ja vahva perinne metsä- ja suoluontotyyppien tutkimuksessa, mutta tiedot vedenalaisista luontotyypeistä ja niiden tilasta ovat puutteellisempia. Koska Huruslahden kunnostushankkeella voi olla vaikutuksia pääasiassa ainoastaan vedenalaiseen luontoon, tarkastellaan luontotyyppien osalta tilannetta lähinnä sisävesiluontotyyppien osalta. Huruslahti kuuluu pienten humusjärvien (Ph) tyyppiin ja Haukivesi suurten humusjärvien tyyppiin (Sh). Molemmat luontotyypit kuuluvat uhanalaisluokituksessa luokkaan silmälläpidettävä (NT).

Valtakunnallisesti uhanalaisia järvityyppejä ovat runsaskalkiset järvet, lyhyen viipymän järvet sekä Etelä-Suomeen painottuneet luontaisesti runsasravinteiset järvet. Valtaosa Suomen järvityypeistä on luokiteltu silmälläpidettäväksi. Silmälläpidettävien järvityyppien osuus koko järvipinta-alastamme on jopa noin 90 %. Tämä johtuu järvien laajalajisesta rehevöitymisestä ja kiintoainekuormituksen aiheuttamasta pohjien liettymisestä.

Sisävesien järviluontotyyppien uhanalaistumiseen on merkittävimmin vaikuttanut valuma-alueen maankäyttö, kuten maatalous, metsien ja soiden ojitukset, muut metsätaloustoimet sekä turpeenotto. Näiden vaikutukset näkyvät

virtaamamuutoksina tai ravinteiden, orgaanisen aineksen ja kiintoaineiden kuormituksena vesistöön. Aiemmin merkittäviä vaikutuksia aiheuttaneiden teollisuuden ja yhdyskuntien aiheuttamaa ravinnekuormitusta on sen sijaan saatu vähennettyä, mikä näkyy useiden suurten järvien veden laadun paranemisena. Sisävesiluonnon uhanalaistumista ovat aiheuttaneet myös vesirakentaminen, vesien säännöstely ja rantarakentaminen, pienvesillä myös uittoperkaukset, uomien kaivamiset tulvasuojelussa tai metsäojituksissa sekä lähiympäristön hakkuut. Nämä toiminnot ovat kohdistuneet suoraan vesiluontotyyppiin (Ympäristöhallinto 2012).

### Kaavojen suojelualuemerkinnot

Huruslahden vesistöalueelle sijoittuvia yleiskaavoissa arvokkaina vesialueina huomioituja kohteita on esitelty alla. Varsinaisia luonnonsuojelualueiksi perustettuja alueita on käsitelty edellä kappaleessa 9.

Siitinselän luodot on arvokas vesistöalue (av-merkintä rantayleiskaavassa). Alue sijaitsee noin kuuden kilometrin etäisyydellä Huruslahdesta Joroisten kunnan puolella. Alue sisältää louhikkoisia luotoja ja saarten rantoja, joissa on monipuolinen linnusto.

Säyneselän – Vuoriselän saaret ja luodot on arvokas vesistöalue (av-merkintä). Alue sijaitsee noin 12 kilometrin etäisyydellä Huruslahdesta Joroisten kunnan puolella. Alue sisältää ruoikkorantaisia pääasiassa pajuja kasvavia louhikkosisia luotoja. Alue on linnuston monimuotoisuuden kannalta merkittävä (uhanalaisia ja lintudirektiivin liitteen I lajeja kuikka, kalatiira).

Mäntysaaren lounaiskärki ja rantaluhta sijaitsevat noin 14 kilometrin etäisyydellä Huruslahdesta Joroisten kunnan puolella. Saaren lounaiskärjen silokallioluodolla pesii harmaalokki ja kalatiira. Mäntysaaren Rantaluhta vaihettuu niityksi ja on luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävä. Alue on arvokasta vesistöaluetta, joka tulee säilyttää luonnontilaisena (av/s-merkintä).

Haukiveden Varkauden puoleisella vesialueella on useita pieniä lokki- ja tiirasaaria, jotka on Harjurannan-Härmäniemen osayleiskaavassa merkitty SL-merkinnällä. Vuoriselän pohjoispäässä sijaitseva Vuorisaari on kallioinen lintusaari, joka on myös maisemallisesti merkittävä. Vuoriselän eteläpäässä on kaksi pientä lintuluotoa Mankilansaaren länsirannalla. Kuokanselän puolella kaavalla suojeltuja lintusaaria on Mankilansaaren pohjoispuolella 3 kpl. Samaten 3 luotoa Harronsaaren ja Vuorikiukaan pohjoispuolella ja vielä Härmäniemen ja Vuorikiukaan välissä kolme pientä saarta. Haapioselän puolella, Härmäniemen päässä on muutamia SL-merkittyjä, pieniä lintuluotoja ja –saaria.

## 10.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

YVA-selostuksessa arvioitiin hankkeen vaikutuksia vesi- ja rantaluontoon, kasvillisuuteen ja eläimistöön. Luonnon monimuotoisuuden kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa keskeisenä lähtötietona oli aikaisemmin (2010) laadittu riskinarviointi sekä YVA:n yhteydessä tehty kunnostuksen riskitarkastelu (Esko Rossi Oy 2012) ja etenkin vedenlaatuun sekä vesieliöihin kohdistuvat vaikutukset.

Nykytilanteen ekologiset riskit arvioitiin olemassa olevan tutkimusaineiston ja kirjallisuuden perusteella. Laaja-alaista ekologista arviointia (ekosysteemitaso ja haitta-aineiden vaikutukset ekosysteemissä, laaja alueen ekologinen tila) ei ole tehty käytettävissä olleiden lähtötietojen vähyden vuoksi.

Hankkeen vaikutusalueella myös Linnansaaren Natura-alueen ulkopuolella esiintyy luontodirektiivin liitteen II lajeja saimaannorppaa ja saukkoa. Näihin lajeihin kohdistuvia vaikutuksia on käsitelty edellä kappaleessa 9.

## 10.3 Vaikutusten tarkastelualue

Luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvien vaikutusten tarkastelualue käsitti samat alueet kuin vesistövaikutusten tarkastelu, eli Huruslahden lisäksi alapuoliset vesialueet, joille voi aiheutua vedenlaatuvaikutuksia.

Ekologisia riskejä voi muodostua, mikäli eliöt altistuvat haitta-aineille ravinnon kautta, sedimenttiä nielemällä ja/ tai suoraan veden välityksellä. Altistuvia eliöitä ovat mikrobisto, selkärangattomat eläimet, kasvit, kalat sekä vedestä ravintonsa saavat petolinnut ja nisäkkäät.

## 10.4 Arvioidut vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen

### 10.4.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Riskinarvion perusteella sedimentin organotinoista aiheutuu ilmeisesti haittaa herkimmille pohjaeläinlajeille ainakin Huruslahden alueella. Vaikutuksen merkittävyyden arviointiin sisältyy huomattavaa epävarmuutta sedimentin luonnon yleistilan takia. Huruslahden ja Tahkosalmen välisellä alueella pohjaeläimiin kohdistuvien haittojen todennäköisyys on pienempien pitoisuuksien takia selvästi pienempi kuin Huruslahdessa. Herkimpien lajien kantojen heikentyessä tai hävitessä pohjaeläinyhteisö yksipuolistuu, joka jo sinänsä on luonnon monimuotoisuutta vähentävä vaikutus. Muutokset pohjaeläinyhteisössä voivat heijastua myös ylemmille ravintoverkon tasoille, koska pohjaeläimet ovat monelle vesieliölle tärkeä ravinnon lähde. Tällä voi, yhdessä muiden vesistöön kohdistuvien vaikutusten kanssa (esim. rehevöityminen), olla koko vesialueen vedenalaisen luonnon monimuotoisuutta heikentävä vaikutus. Sen sijaan kaloille, linnuille tai nisäkkäille sedimenttien organotinoista ei aiheudu merkityksellistä riskiä.

Surviaissääsken toukkien hampaistotutkimuksen perusteella (Hämäläinen ym. 2000) voidaan sedimentin haitta-aineiden arvioida muodostavan riskin pohjaeläimille Huruslahden alueella sekä mahdollisesti myös Huruslahden alapuolisilla Haukiveden vesistöalueilla, joilla on todettu kohonneita organotinapitoisuuksia. Surviaissääsket muodostavat osan mm. lepakoiden ravinnosta, jolloin on teoriassa mahdollista, että toukkien itseensä keräämät organotinayhdisteet päätyvät myöhemmin lepakoihin niiden syödessä surviaissääskiä. Asiaa on tutkittu mm. väitöskirjatutkimuksessa Turun yliopistossa (Lilley, T., 2012). Tutkimuksessa analysoitiin organotinapitoisuuksia lepakoiden turkista. Tutkituissa lepakoissa oli mukana yksilöitä, jotka elivät organotinoilla pilaantuneiden sedimenttien alueella sekä toisaalta puhtaiden sedimenttien alueilla eläviä lepakoita. Pilaantuneiden sedimenttien alueilla elävien lepakoiden turkissa oli havaittavissa TBT:n hajoamistuotetta DBT:tä. DBT:n pitoisuus turkissa korreloi sedimentin TBT-pitoisuuden kanssa. Sen sijaan lepakoiden fysiologisten ominaisuuksien kanssa sedimentin TBT-pitoisuudella tai turkin DBT-pitoisuudella ei todettu olevan yhteyttä.

Tutkimuksella saatiin kuitenkin osoitettua yhteys sedimentin organotinayhdisteiden kulkeutumiselle vesiympäristöstä maaympäristöön.

Elohopeapitoisuudet ovat pieniä pienissä kaloissa, joten kaloja ja pohjaeläimiä syöviin lintuihin ja nisäkkäisiin elohopeasta kohdistuvat riskit ovat vähäisiä.

#### 10.4.2 VE 1 sedimenttien peittäminen

Peittäminen tuhoaa vesieliöt ja kasvillisuuden peitettävältä alueelta. Peittämisellä on tällöin merkittävä luonnon monimuotoisuutta paikallisesti heikentävä vaikutus. Vaikutus jää kuitenkin kestoaltaan tilapäiseksi, koska peittomateriaalin muodostama uusi puhdas pohja on otollinen elinympäristö kasveille ja pohjaeläimille.

Peittämisestä aiheutuva kuormitus alapuolisille vesialueille voi heikentää töiden aikana vesieliöiden elinmahdollisuuksia Huruslahti-Tahkosalmi ja Tahkosalmi-Linnansaari alueilla. Haitta-ainealtistumisen lisääntymisen seurauksena erityisesti vaikutusalueen pohjaeläimistö voi yksipuolistua lajistoltaan, jolloin peittämisellä voi olla vesiluonnon monimuotoisuutta heikentävä vaikutus.

Linnuilla havaitut vaikutukset tulevat esiin suhteellisen korkeilla altistustasoilla. Siedettävän saannin arvoksi on linnuille esitetty 6,8 mg ruumiinpainokilogrammaa kohti päivässä (Oregon Department of Environmental Quality 2007). Huruslahdessa on havaittu pohjaeläimissä keskimääräinen TBT-pitoisuus 220 µg/kg. Tällöin 1 kilogramman painoisen linnun pitäisi syödä Huruslahden pohjaeläimiä noin 30 kilogrammaa (kuiva-aineena) päivässä, jotta siedettävänä pidetyn saannin arvo ylittyisi.

Sedimentin peittämisestä aiheutuu ravinteiden, orgaanisen aineksen ja kiintoaineen kuormitusta Huruslahden ja Haukiveden vesistöihin. Tällä voi haitta-aineiden vaikutusten ohella olla vesiluonnon monimuotoisuutta uhkaava vaikutus, mikäli rehevöitymiselle herkäät lajit alkavat hävitä. Toisaalta pilaantuneiden sedimenttien peittäminen todennäköisesti vähentää ravinteiden vapautumista pohjasta takaisin veteen kunnostuksen jälkeen, jolloin etenkin koko Huruslahden peittämisen tapauksessa lahden sisäinen kuormitus vähenee. Tällä voi pitkällä aikavälillä olla vesistön tilaa parantava vaikutus sen jälkeen kun peittämisen hävittämät eliöt ovat palautuneet alueelle. Huruslahti ja Haukiveden pohjoisosat ovat lisäksi jo entuudestaan melko reheviä vesialueita, jolloin rehevöitymiselle herkimpien laji- en voidaan jo arvioida hävinneen alueelta.

#### 10.4.3 VE 2 sedimenttien ruoppaus

Ruoppaus tuhoaa peittämisen tapaan vesieliöt ja kasvillisuuden kunnostusalueelta. Hankkeella on tällöin merkittävä luonnon monimuotoisuutta paikallisesti heikentävä vaikutus. Lisääntyvä haitta-ainekuormitus voi heikentää töiden aikana vesieliöiden elinmahdollisuuksia alueella Haukiveden osa-alueilla ja pahimmillaan jopa Linnansaaren Natura-alueen vesialueilla asti, jolloin erityisesti pohjaeläinlajisto voi yksipuolistua. Vaikutus jää kuitenkin kestoaltaan tilapäiseksi, koska ruoppauksen jälkeinen puhdas tai ainakin puhtaampi pohja on otollinen elinympäristö kasveille ja pohjaeläimille.

Huruslahden vedenlaatuun ruoppauksella on työn aikana pitkälti samanlainen vaikutus kuin peittämisellä: veden ravinne- ja kiintoainepitoisuus kasvavat ja happitilanne voi heikentyä tilapäisesti. Tämä voi voimistaa Huruslahden ja Haukiveden pohjoisosan rehevöitymistä ja edelleen heikentää rehevöitymiselle herkkien lajien elinmahdollisuuksia alueella. Ruoppaus toisaalta poistaa sedimentistä haitta-aineiden lisäksi ravinteita, millä voi pitkällä aikavälillä olla lahden tilaa parantava vaikutus sisäisen kuormituksen vähentyessä. Toisaalta ruoppaus hävittää myös ruopattavan alueen pohjaeläimistön ja vesikasvillisuuden, joiden palautuminen vie aikaa etenkin koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa.

#### 10.4.4 VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Penkereen rakentamisesta aiheutuvat päästöt jäävät todennäköisesti niin pieniksi, ettei niillä tule olemaan haitallisia vaikutuksia vaikutusalueen vesieliöihin tai luonnon monimuotoisuuteen. Penkereen alustava sijaintipaikka sijoittuu tehdasalueen läheisyyteen, jossa ei ole luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaita kohteita.

Virtausolosuhteiden muuttamisella voi olla epäedullinen vaikutus Huruslahden vedenalaiseen luontoon, mikäli veden vaihtuvuus lahdessa alenee merkittävästi ja rehevöitymishaitat sen seurauksena lisääntyvät. Tämä voi pahimmillaan johtaa Huruslahden tilan heikkenemiseen pitkällä aikavälillä ja siten vaikuttaa Huruslahden vesiluonnon monimuotoisuuteen epäedullisesti.

## 10.5 Yhteenveto vaikutuksista luonnon monimuotoisuuteen

Nykytilanteen jatkuessa on mahdollista, että Huruslahdessa sedimentin haitta-aineista aiheutuu haittaa pohjaeläinyhteisölle, joka voi yksipuolistua lajistoltaan. Tämä sekä lajistomuutoksen mahdollinen heijastuminen ylemmille ravintoverkon tasoille voi heikentää luonnon monimuotoisuutta muidenkin eliöryhmien osalta. Vaikutuksen ei kuitenkaan arvioida olevan erityisen merkittävä ja arviointiin liittyy runsaasti epävarmuutta pohjan muutoinkin heikon yleistilan takia. Peittämisellä ja ruoppauksella on tilapäisesti merkittävä luonnon monimuotoisuutta heikentävä vaikutus Huruslahdessa, mutta pidemmän ajan kuluessa vaikutus korjaantuu ja toimenpiteillä on monimuotoisuutta edistävä vaikutus. Peittämisen ja ruoppauksen päästöt voivat tilapäisesti heikentää monimuotoisuutta myös osalla Haukivettä. Virtausolosuhteiden muuttamisella voi pitkällä aikavälillä olla monimuotoisuutta merkittävästi heikentävä vaikutus, mikäli Huruslahden yleinen tila heikkenee veden vaihtuvuuden vähentyessä.

## 10.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Pilaantuneiden sedimenttien kunnostuksesta aiheutuvia vaikutuksia voidaan vähentää valitsemalla kunnostustekniikka ja suunnittelemalla kunnostuksen toteutus siten, että kunnostustyöstä aiheutuva kiinto- ja haitta-ainekuorma jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Myös ruoppausvaihtoehdossa muodostuvien kuivatusvesien tehokkaalla käsittelyllä voidaan vähentää vaikutuksia.

Lintuihin kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää ajoittamalla kunnostustyöt pesimäajan ulkopuolelle. Kalastoon kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää, kun kunnostustyö tehdään kutuajan ulkopuolella.

## 10.7 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Arviointi perustuu pitkälti tehtyihin laskelmiin ja riskinarvioihin. Arviointiin liittyy kaikki se epävarmuus, mikä on aiheutunut laskelmissa käytettyjen lähtötietojen puutteellisuudesta. Lisäksi laskelmiin sisältyy aina tiettyä epävarmuutta. Toisaalta laaditut riskinarviot on pyritty tekemään varovaisuusperiaatetta noudattaen.

# 11. Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen

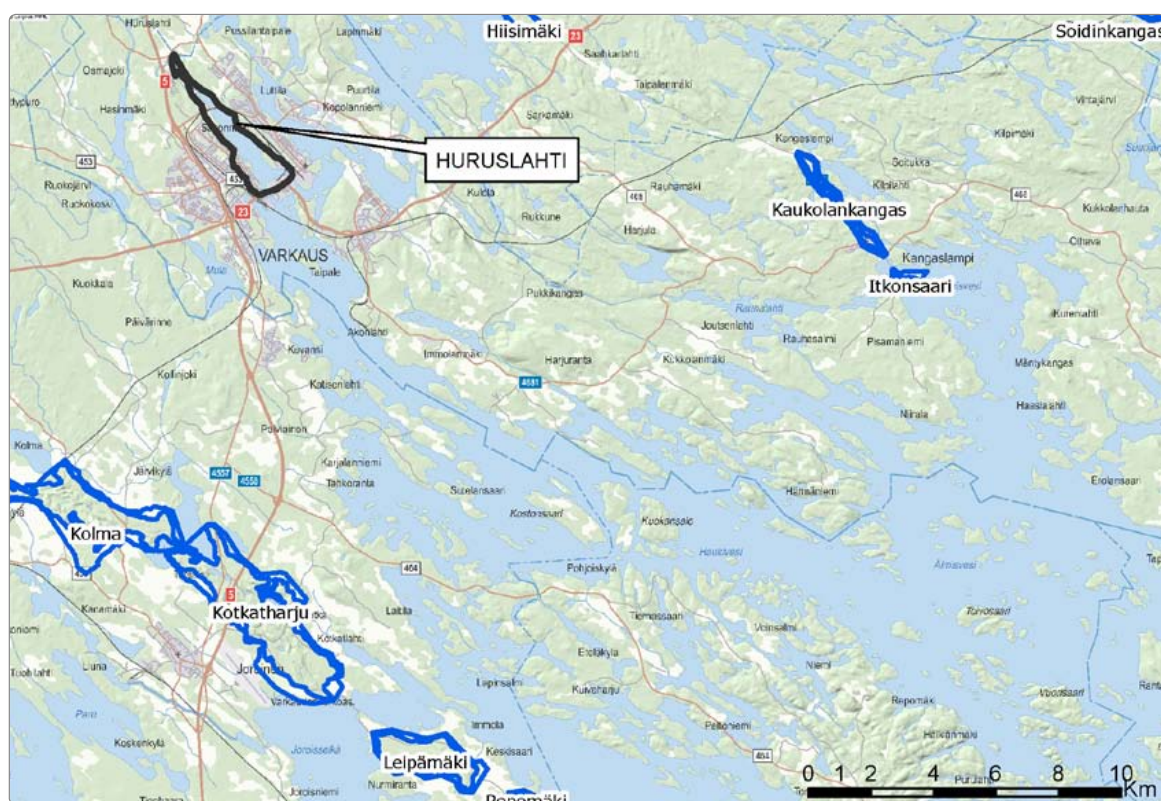
## 11.1 Nykytila

### 11.1.1 Maa- ja kallioperä

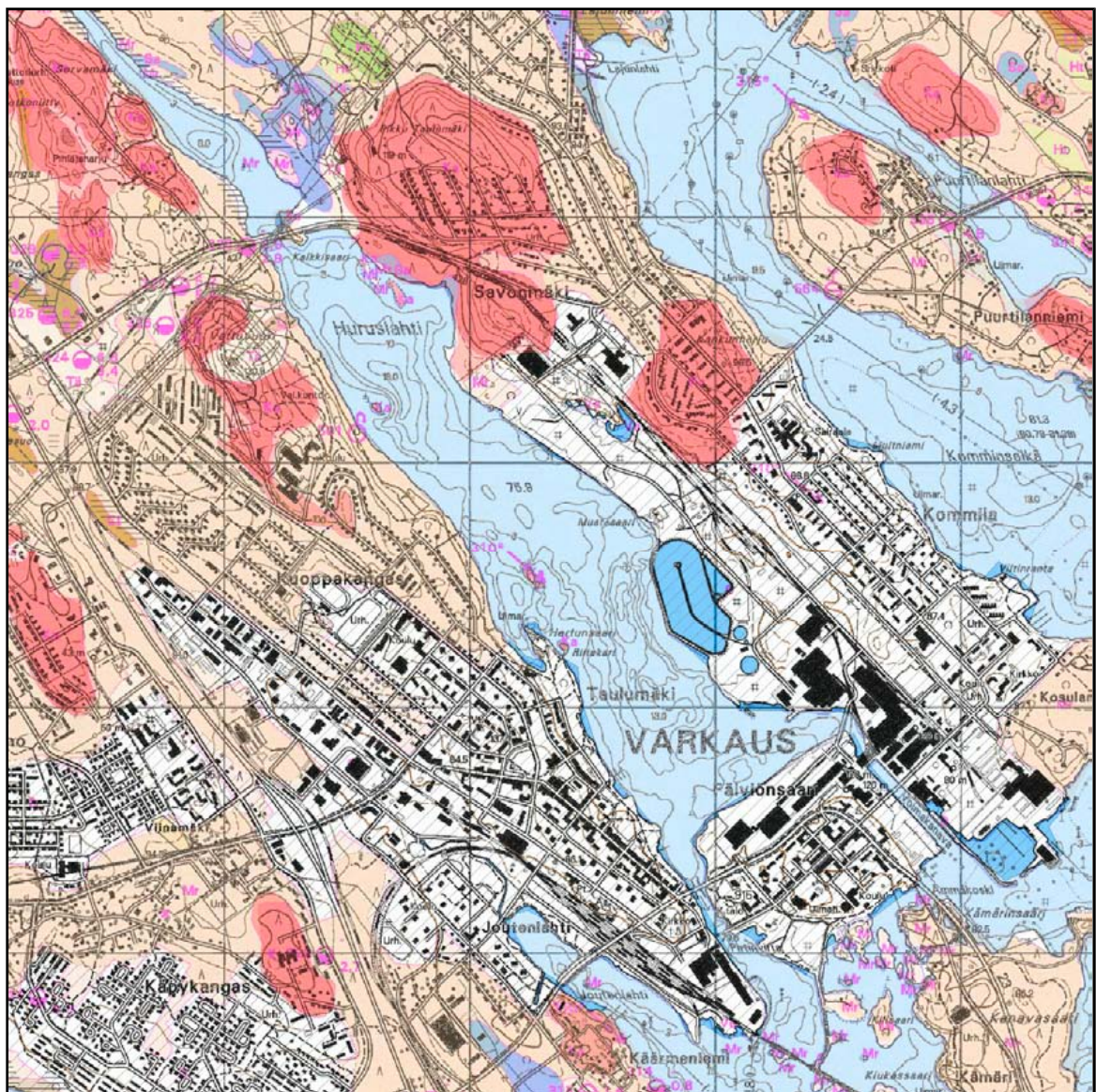
Huruslahden ranta-alueista suurin osa on rakennettu. Maaperä koostuu kartoitetuilla alueilla pääosin moreenista ja lisäksi alueella on kalliopaljastumia (Kuva 11-1). Huruslahden pohjoispuolella on lisäksi jonkin verran savi-alueita.

### 11.1.2 Pohjavesiolosuhteet

Huruslahden lähialueella ei ole ympäristöhallinnon luokittelemia pohjavesialueita. Myöskään Huruslahden ja Linnansaaren Natura-alueen välisellä alueella ei ole vesistöön rajautuvia tai vesistön kanssa yhteydessä olevia luokiteltuja pohjavesialueita.



Kuva 11-2. Pohjavesialueet. Lähde: Ympäristöhallinnon Hertta-tietopalvelu.



Pintamaalaji - Surface sediment

Soistuma (< 0,3 m)

Ohut turvekerros (0,3 - 0,9 m)

Pohjamaalaji - Base sediment

Kalliopaljastuma

Kallioma

Rakka

Pohjamaalaji - Base sediment (continued)

Kiviä

Moreeni

Karkea hieta, hiekka ja sora

Hiesu ja hieno hieta

Liejuinen hienorakeinen maalaji

Pohjamaalaji - Base sediment (continued)

Savi

Lieju

Paksu turvekerros

Pohjamaalaji - Base sediment (continued)

Täytemaa

Kartoittamaton

Vesi

Kuva 11-1. Maa- ja kallioperäolosuhteet Huruslahden alueella. Lähde: [www.geo.fi](http://www.geo.fi)

## 11.2 Arviointimenetelmät

Maaperä- ja pohjavesivaikutusten arvioinnin lähtökohtana olivat haitta-aineiden ominaisuudet, arviot haitta-aineiden pitoisuuksista vedessä ja käsiteltävissä ruoppausmassoissa. Lähtöaineistona käytettiin alueen maaperä- ja kallioperäkarttaa (Geologian tutkimuskeskuksen geo.fi-karttapalvelu) sekä tietoja pohjavesialueista (ympäristöhallinnon ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta). Maaperä- ja pohjavesikarttojen perusteella arvioitiin asiantuntijatyönä haitta-aineiden kulkeutumismahdollisuuksia maaperään ja pohjaveteen.

Hanke ei vaikuta kallioperään, joten kallioperävaikutuksia ei arvioitu erikseen.

## 11.3 Vaikutusten tarkastelualue

Maaperä- ja pohjavesivaikutukset tarkasteltiin Huruslahden alueella, koska mahdollisten kunnostustoimenpiteiden (ruoppaus, peittäminen) aiheuttamat muutokset ympäristössä kohdistuvat pääasiassa Huruslahden alueelle. Lisäksi ainoastaan Huruslahden alueella voidaan edes teoriassa arvioida esiintyvän sellaisia kohonneita haitta-ainepitoisuuksia vedessä tai sedimentissä, joilla voisi olla vaikutuksia maaperän tai pohjaveden laatuun.

## 11.4 Arvioidut vaikutukset

Huruslahden pilaantuneista sedimenteistä itsessään tai sedimentin peittämisestä, ruoppaamisesta tai vesialueen virtausolosuhteiden muuttamisesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen. Huruslahden lähi-alueella ei ole luokiteltu pohjavesialueita. Sedimentissä havaitut haitta-aineet ovat ominaisuuksiltaan sellaisia, että niillä on taipumus sitoutua voimakkaasti kiintoaineeseen. Aineiden kulkeutuminen maaperässä on siten heikkoa eikä kulkeutumista vedestä tai sedimentistä maaperään tai pohjaveteen tapahdu.

Kunnostustöiden aikana veden organotina- ja raskasmetallipitoisuudet kasvavat nykyisestä. Haitta-aineet liikkuvat pääosin veden mukana kulkevassa kiintoaineksessa. Mahdollisessa rantaimetystilanteessa kiintoaines suotautuu pois vedestä, eivätkä haitta-aineet kulkeudu pohjaveteen.

## 11.5 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Maaperä- ja pohjavesivaikutusten arviointiin ei liity merkittävää epävarmuutta. Huruslahden sedimentissä kohonneita pitoisuuksina esiintyvien haitta-aineiden ominaisuudet tunnetaan hyvin eikä sedimentissä esiinny sellaisia haitta-aineita, jotka omaisivat merkittävän kulkeutumispotentiaalin maaperässä tai pohjavedessä.

Huruslahden tai vaikutusalueen rannan lähellä olevia yksityiskaivoja tai niiden veden käyttöä ei ole kartoitettu. Mikäli rantaimetyymistä kuitenkin tapahtuisi, ovat kunnostuksessa vapautuvat haitta-aineet kulkeutumiseltaan heikkoja ja määrät niin vähäisiä, että ne eivät käytännössä aiheuta vaaraa rantakaivojen veden laadulle.



# 12. Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

## 12.1 Nykytila

Vesi itsessään sekä vesieliöistä kalat ovat tärkeimpiä Huruslahden alueella sekä hankkeen vaikutusalueella hyödynnettäviä luonnonvaroja. Vesialueita hyödynnetään kalastuksessa (virkistys- ja ammattikalastus), virkistyskäytössä (uinti, veneily, melonta) sekä löyly- ja kasteluvetenä. Lisäksi vesistöjen ranta-alueita hyödynnetään ulkoilu- ja retkeily-tarkoituksessa.

Savonlinnan kaupunki ottaa kunnallisen vesijohtovetensä valmistuksessa käytettävän raakaveden Haukivedestä. Raakavesi otetaan Vääräsaaren puhdistamon rannasta noin sadan metrin etäisyydeltä ja puhdistetaan flotaatiosuodattimilla ja jälkikäsittellään aktiivihiihuodattimilla.

Huruslahden alapuolisilla Haukiveden alueilla harrastetaan ammattikalastusta ja lisäksi alueen käyttö virkistyskalastustarkoituksiin on vilkasta. Ammattikalastajat pyytävät alueelta etenkin muikkua. Virkistyskalastajien kohdelajeja alueella ovat muikun ohella etenkin kuha, hauki, ahven sekä taimen mutta myös muita lajeja kalastetaan. Kalastukseen ja virkistyskäyttöön kohdistuvien vaikutusten tarkastelu on esitetty jäljempänä kappaleessa 15.

## 12.2 Arviointimenetelmät

Luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvien vaikutusten tarkastelu liittyi kiinteästi eri hankevaihtoehtojen vesistövaikutusten tarkasteluun ja käytetyt arviointimenetelmät olivat samoja kuin vesistö- ja vesieliöstövaikutusten arvioinnissa. Vesistövaikutusten aiheuttamia vaikutuksia luonnonvarojen hyödyntämiseen arvioitiin asiantuntijatyönä vesistövaikutusarvion perusteella. Kalat on yksi merkittävä alueella hyödynnettävä luonnonvara ja vaikutuksia kaloihin sekä kalastukseen on arvioitu erikseen omissa kappaleissaan.

Peittämis- ja virtausolosuhteiden muuttamisvaihtoehtojen osalta arvioitiin tarvittavien materiaalien saatavuutta ja niiden hankinnan vaikutuksia luonnonvarojen käyttöön asiantuntijatyönä.

## 12.3 Vaikutusten tarkastelualue

Luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvien vaikutusten tarkastelualue käsitti samat alueet kuin vesistövaikutusten tarkastelu, eli Huruslahden lisäksi alapuoliset vesialueet, joille voi aiheutua vedenlaatuvaikutuksia.

## 12.4 Arvioidut vaikutukset

### 12.4.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Hankkeen toteuttamatta jättämisellä ei tule olemaan vaikutuksia veden käyttöön luonnonvarana. Laskennallinen pitoisuusmuutos vesistössä jää nykytilanteen jatkuessa niin pieneksi, ettei sen takia ole tarpeen rajoittaa veden käyttöä uimisessa, löyly- tai kasteluvetenä. Savonlinnan kaupungin raakaveden laatuun ei kohdistu riskiä nykytilanteen jatkuessa. Huruslahden sedimentin haitta-aineista ei aiheudu haittoja kalojen hyödyntämiselle luonnonvarana.

### 12.4.2 VE 1, VE 2 ja VE3, kunnostaminen

Huruslahden alueella voi olla tarpeen ainakin paikoin rajoittaa veden käyttöä löyly- ja kasteluvetenä kunnostustyön aikana veteen sekoittuvan sedimentin sisältämien haitta-aineiden takia, koska haitta-aineiden käyttäytymisestä löylyvedessä ei välttämättä ole riittävästi tietoa. Ruoppausvaihtoehdossa vesialueen käyttöä voi lisäksi olla tarpeen rajoittaa kuivatusvesien purkupisteen läheisyydessä. Laskennallinen haitta-ainepitoisuusmuutos Huruslahden alapuolisilla alueilla jää kaikissa kunnostusvaihtoehdoissa niin pieneksi, ettei sen takia ole tarpeen rajoittaa veden käyttöä uimisessa tai löyly- tai kasteluvetenä.

Vesijohtoveden valmistusprosessin olennaisena osana on kiintoaineen poisto, jolloin myös vedessä mahdollisesti olevat kiintoaineeseen sitoutuvat haitta-aineet poistuvat. Kunnostuksessa vapautuvan kiintoaineen ja sen sisältämän haitta-aineen kulkeutuminen vedenottamon alueelle

on niin vähäistä, että on ilmeistä, ettei kunnostustyön vaikutuksia voida nähdä Savonlinnan vedenottamon raakaveden laadussa.

Peittämis- ja penkereenrakentamismuotoissa muodostuu tarve ulkopuolelta tuotaville puhtailla kiviaineksille. Tämä lisää tarvetta maa-ainestenotolle ja vaikuttaa siten luonnonvarojen hyödyntämiseen lisääntyvän maa-ainestenoton kautta. Varkauden alueella ja ympäristössä on olemassa olevia maa-ainestenottoalueita, joilta pilaantuneimpien alueiden peittämisessä ja penkereen rakentamisessa tarvittavat kiviainekset voidaan todennäköisesti hankkia. Vaihtoehtoisesti kiviaineksia voidaan mahdollisesti hankkia esimerkiksi jostakin kaupungin tai alueen yrityksen suuremmasta maanrakennuskohteesta, jossa muodostuu ylimääräisiä kiviaineksia. Penkereen rakentamisessa mahdollisesti tarvittavan louheen hankkiminen edellyttää kalliin louhintaa joko maa-ainestenottoalueella tai edellä mainitulla maanrakennusalueella.

Koko Huruslahden peittämissuunnitelmassa tarvittavien maa-ainesten määrä on erittäin suuri ja edellyttää mahdollisesti uuden maa-ainestenottoalueen perustamista tarvittavien maa-ainesten hankkimiseksi.

## 12.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Haitallisten aineiden määrää Huruslahden vedessä seurataan kunnostustyön aikana. Jos pitoisuudet lähestyvät talousvedelle sallittuja enimmäispitoisuuksia, voidaan rannan lähistöllä olevat yksityiskaivot kartoittaa ja rantaimetyksen mahdollisuutta ja veden laatua kaivoissa tarvittaessa seurata näyttein. Kunnostuksen aikaisilla suojatoimilla vähennetään vedenkäytölle aiheutuvia haittoja. Tarvetta maa-ainestenotolla voidaan vähentää pyrkimällä hyödyntämään peittämisessä ja penkereen rakentamisessa mahdollisissa maanrakennushankkeissa muodostuvia puhtaita ylimääräismassoja.

## 12.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Pohjavesiolosuhteet ovat Huruslahden ympäristössä ja alapuolisilla alueilla selväpiirteiset ja kunnostuksen maaperä- ja pohjavesivaikutusten arvioidaan olevan erittäin vähäiset tai olemattomat, joten epävarmuudet jäävät vähäisiksi.

Tarve muualta tuotaville kiviaineksille riippuu peittämis- ja penkereenrakentamismuotoissa lopulta tarvittavien massojen määrästä.

# 13. Vaikutukset ihmisten terveyteen

## 13.1 Nykytila

Ramboll Finland Oy:n ja Esko Rossi Oy:n vuonna 2010 tekemän riskinarvioinnin tavoitteena oli tunnistaa ja arvioida Huruslahden sekä sen alapuolisten vesialueiden pilaantuneista sedimenteistä lähialueen asukkaille ja muille vesistön käyttäjille sekä luonnonympäristölle aiheutuvat riskit. Riskinarvioinnissa tarkasteltiin laskennallisesti altistumista Huruslahden ja sen alapuolisten vesialueiden haitta-aineille ja tulosten perusteella arvioitiin altistumisen aiheuttamia terveydellisiä ja ekologistia riskejä.

Riskinarviota päivitettiin nykytilan ja kunnostusvaihtoehtojen osalta vuonna 2012 (Esko Rossi Oy 2012). Nykytilannetta koskevassa riskinarviossa terveysriskien suhteen tarkasteltiin seuraavia altistumisreittejä:

- kalojen syönti
- veden tahaton nieleminen uimassa
- ranta-alueen sedimentin tahaton nieleminen

Huruslahden alueella laskennallinen tribuutyyliinan päivittäinen saanti on vuonna 2010 tehdyn riskinarvion perusteella 0,004...0,01 µg/kg. Suomalaisten keskimääräiseksi organotinoille altistumiseksi on laskettu 0,0032 µg/kg vuorokaudessa (Airaksinen ym. 2010). Organotinojen turvallisuudesta pidetty päivittäinen saanti ihmisille on Euroopan Elintarviketurvallisuusviraston mukaan 0,25 µg ruumiinpainokilogrammaa kohti vuorokaudessa. Nykytilanteessa Huruslahden pilaantuneista sedimenteistä ei siten arvion mukaan aiheudu riskiä ihmisten terveydelle, kun noudatetaan sisävesikaloille annettuja syöntisuosituksia.

## 13.2 Arviointimenetelmät

Huruslahden pilaantuneista pohjasedimenteistä ihmisten terveyteen aiheutuvat vaikutukset tarkasteltiin riskinarvion päivityksessä laskennallisesti arvioidun altistumisen perusteella (Esko Rossi Oy 2012). Altistumista arvioitiin samalla laskennallisella tarkastelulla kuin vuoden 2010 riskinarvios-

sa. Altistumista verrattiin tribuutyyliina- ja elohopea-altistumiselle annettuihin suositusarvoihin, joiden perusteella arvioitiin ihmisten terveydelle kohdistuvia riskejä.

## 13.3 Vaikutusten tarkastelualue

Ihmisten terveyteen kohdistuvien vaikutusten tarkastelualueena olivat Huruslahden ja Haukiveden alueet. Tarkastelussa keskityttiin kuitenkin pääasiassa Huruslahden ja Pirtinvirran alueisiin, koska altistumisen lisääntyminen kunnostustöiden seurauksena on näillä alueilla voimakainta.

## 13.4 Arvioidut vaikutukset

### 13.4.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Riskinarvioinnin tulosten perusteella Huruslahden tai sen alapuolisten vesistöalueiden organotinoista ei aiheudu riskiä ihmisten terveydelle nykytilanteessa. Organotinoille altistutaan pääasiassa kalan syönnin kautta ja altistuminen jää pahimmankin laskentatilanteen tuloksissa yli kertaluokkaa terveysperusteisesti asetettua suurinta sallittua päiväannosta pienemmäksi. Organotinat kulkeutuvat erittäin heikosti ihon läpi, eikä ihon kautta tuleva saanti ole ympäristöperusteisessa altistumisessa merkittävää. Euroopan Elintarviketurvallisuusviraston suosituksen mukaan laskettuna 75 kiloinen henkilö voisi syödä Huruslahdesta pyydettyä kalaa noin 900 grammaa joka päivä, kun ravintona käytettävien kalojen pitoisuutena käytetään Huruslahden kaloissa todettua organotinojen keskipitoisuutta 20 µg/kg tuorepainoa kohti. Alempana vaikutusalueella syötävän kalan määrä kasvaa samassa suhteessa kuin kalojen organotinapitoisuus pienenee. Esimerkiksi Huruslahti-Tahkosalmi – osa-alueella kalaa voisi syödä noin nelinkertaisen määrän eli 3,5 kilogrammaa joka päivä.

Elohopealle altistuminen on selvästi organotinayhdisteitä suurempaa, mutta elohopeankin saanti tulee lähes pelkäästään kalasta. Elohopea-altistumisen riskiryhmän muodostavat erityisesti raskaana olevat naiset, sillä herkkimäkösi vaikutuskohteeksi on määritetty sikiön hermosto. Näillä perusteilla siedettäväksi päivittäiseksi saanniksi on laskettu 0,1 – 0,3 µg/kg. Kun riskinarviossa laskettuja saantiarvoja (0,07 – 0,12 µg/kg) verrataan siedettävän saannin arvoihin (0,1 – 0,3 µg/kg), niin voidaan todeta, että naisten altistuminen Huruslahdella voi pahimmillaan olla lähellä siedettävää päivittäistä saantia.

Kalojen elohopea voi muodostaa terveystarvian herkimille kohderyhmille (pienet lapset, raskaana olevat naiset), mutta riski on yhtäläinen useimmilla Suomen sisävesillä. Kun kalojen syönnistä annettuja suosituksia noudatetaan (Eviran ja Varkauden Huruslahden), elohopeasta ei aiheudu merkityksellistä terveystarvian myöskään tulevaisuudessa.

Nykytilanteen riskinarvion mukaan (Ramboll Finland Oy & Esko Rossi Oy 2010) kuparille, nikkelille ja sinkille altistuminen rajoittuu pääosin suoraan kosketukseen sedimenttiin tai esimerkiksi uinnin yhteydessä veden ja siihen sekoittuneen sedimentin nielemisen kautta. Kuparin siedettävänä päivittäisenä saantina pidetään 140 µg/kg/d (Suomen ympäristö 2/2007). Vastaavat arvot ovat nikkelille 50 µg/kg/d ja sinkille 500 µg/kg/d. Koska näiden aineiden saanti sedimentistä rajoittuu rantasedimentille altistumiseen, sedimentistä tuleva saanti on edellä mainittua siedettävän saannin arvoihin nähden merkitykseltöä, joten näistä metalleista ei voi suunnittelualueen sedimenteissä todetuissa pitoisuuksissa aiheutua nykytilanteessa riskiä ihmisten terveydelle.

#### **13.4.2 VE 1, VE2 ja VE 3 aktiivinen kunnostaminen**

Sedimentin peittämisestä tai ruoppaamisesta ei aiheudu suoraan ihmisten terveyteen kohdistuvia vaikutuksia. Kunnostusvaihtoehdoissa haitta-aineiden sekoittuminen veteen lisääntyy, jonka seurauksena pitoisuudet kaloissa kasvavat. Käytännössä ihmisten altistuminen lisääntyy vastaavassa suhteessa kuin pitoisuudet kaloissa. Nykyiset pitoisuudet kaloissa muodostavat vain 10 % laskennallisen saannin siedettävään saantiin verrattuna (Ramboll Finland Oy ja Esko Rossi Oy, 2010).

Pilaantuneimpien sedimenttien peittämis- ja ruoppausvaihtoehdoissa laskettiin kalojen organotinapitoisuuden nousevan 1,9...5,7 µg/kg tuorepainoa. Kalojen keskimääräinen pitoisuus nousee täten arviolta tasolle 23...26 µg/kg. Tällöin 75 kiloinen henkilö voisi syödä Huruslahdesta tai Pirtinvirrasta pyydettyä kalaa noin 650...750 grammaa joka päivä. Huruslahden alapuolisilla vesialueilla vaikutus kalojen haitta-ainepitoisuuksiin on pienempi ja kaloissa nykyisinkin havaitut pitoisuudet pieniä, joten suosituksen mukainen päiväsaantitaso ei ylitä. Siedettävän saannin raja on laskettu pitkäaikaiselle vuosia kestäväälle altistumiselle, joten pitkäkestoisimmissakin hankevaihtoehdoissa (koko Huruslahden peittäminen tai ruoppaus) jää altistuminen siedettävää tasoa alhaisemmaksi. Altistuminen laskettiin edellä olettaen, että tarkasteltavat henkilöt syövät pelkäästään Huruslahdesta pyydettyä kalaa. Pitoisuudet kaloissa muilla osa-alueilla jäävät selvästi pienemmäksi kuin Huruslahdessa, joten kunnostuksen yhteydessä leviävistä organotinoista ei aiheudu terveystarvian myöskään muualla hankkeen vaikutusalueella.

Uimisen aikana tapahtuvan tahattoman veden nielemisen arvioitiin vuoden 2010 riskinarviossa (Ramboll Finland Oy ja Esko Rossi Oy) olevan organotina-altistumisen kannalta merkitykseltöä pieni. Pilaantuneimpien alueiden kunnostustöiden seurauksena veden organotinapitoisuus nousee, mutta uimisen aikaisen altistumisen kannalta pitoisuusnousu pysyy merkitykseltöä. Koko Huruslahden kunnostustöiden aikana on ainakin ajoittain tarpeen rajoittaa Huruslahdella sijaitsevan uimarannan käyttöä työskentellessä uimarannan läheisyydessä.

Ruoppausvaihtoehdossa Huruslahteen johdetaan takaisin ruoppausmassojen kuivatusvesiä, joiden seurauksena purkupisteen läheisyydessä voivat veden organotina- ja elohopeapitoisuudet kohota nykytilanteeseen verrattuna merkittävästi. Kuivatusvesien purkupisteen sijainti voidaan kuitenkin suunnitella siten, ettei siitä välttämättä aiheudu tarvetta uinnin rajoittamiselle ruoppaus sedimenttien esikäsittelyn aikana.

Kunnostustöillä ei riskinarviossa (Esko Rossi Oy, 2012) todettu olevan käytännön merkitystä kalojen elohopeapitoisuuksiin, joten ihmisten altistuminen pysyy elohopean osalta nykytilanteeseen verrattuna olennaisilta osin muuttumattomana. Ihmisten altistuminen muille Huruslahden sedimentin haitta-aineille pysyy kunnostustöiden aikana alhaisena, eikä niistä aiheudu vaikutuksia ihmisten terveydelle.

### 13.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Ihmisten terveyteen kohdistuvia haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää minimoimalla työnaikaiset päästöt sekä noudattamalla Eviran antamia kalansyöntisuosituksia. Huruslahdella sijaitseva uimaranta voidaan töiden ajaksi sulkea. Mikäli Huruslahden alueella tehdään pilaantuneen sedimentin ruoppauksia, voi uimista olla tarpeen rajoittaa kuivatusvesien purkupisteen läheisyydessä. Vaikka kalan kautta saatavan päivittäisen maksimiannoksen ylityminen on epätodennäköistä, voidaan kunnostusruoppauksen yhteydessä lisäksi harkita varmuuden vuoksi esimerkiksi tilapäisen kalastuskiellon asettamista Huruslahden ja Pirtinvirran alueelle.

### 13.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Nykytilanteen terveysriskien arvioinnissa oli käytettävissä kohtalaisen hyvät pitoisuustiedot kaloista. Koska kalojen syönti on suunnittelualueella ainoa käytännössä merkityksellinen ihmisten altistumisreitti, terveysriskien laskennalliset tulokset ovat varsin luotettavia. Tulokset olivat myös niin selkeitä, että pitoisuustietoihin ja laskentamenettelyyn liittyvät mahdolliset epätarkkuudet eivät voi vaikuttaa tuloksista tehtyihin päätelmiin.

Kunnostustöiden aikaisten terveysriskien arvioinnissa keskeinen epävarmuustekijä oli päästöarvioiden lisäksi kaloihin kertymisen arviointi. Kaloihin kertyminen arvioitiin kirjallisuudessa esitettyjä biokertymiskertoimia soveltaen. Haitta-aineiden kertyminen kaloihin tapahtuu osittain suoraan vedestä ja osittain ravinnon kautta. Erityisesti ravinnon kautta tuleva kertyminen tapahtuu vähitellen ja vaatii aikaa. Kunnostustyöt ovat melko lyhytaikaisia ja todellinen biokertyminen on todennäköisesti tässä arvioitua vähäisempää.

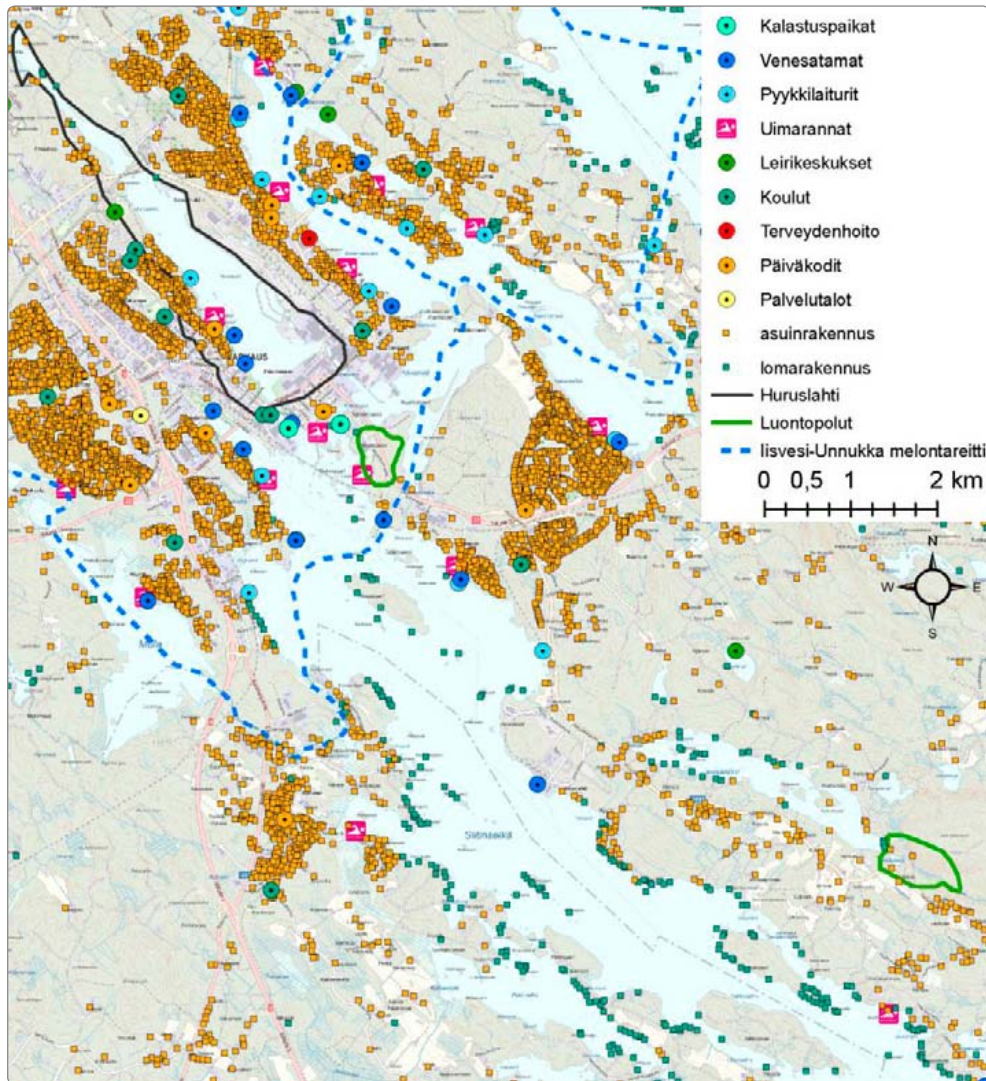


# 14. Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen

## 14.1 Nykytila

Huruslahti sijaitsee Varkauden keskustassa. Lahden toinen ranta on teollisuusaluetta ja toisessa rannassa on rantapuis- to ja asuintaloja. Alle 200m etäisyydellä Huruslahdesta on noin 180 asuinrakennusta. Koska alue sijaitsee kaupungin keskustassa, hankealueen lähistöllä on runsaasti julkisia pal- veluja. Huruslahden yläpuolisella Unnukan alueella on kak- si uimarantaa Kommilassa ja Haijanselällä. Lisäksi muita ui-

marantoja on Huruslahdessa, Unnukan alueella sekä myös Haukiveden lähialueella. Hertunsaarella on uimaranta ja vieressä venevalkama ja lasten leikkipuisto. Kanavasaaren rantoja kiertää luontopolku, jossa on talvella hiihtolatu. Hiihtolatuja on myös Huruslahden länsi- ja pohjoispuolen rannoilla. (Kuva 14-1)



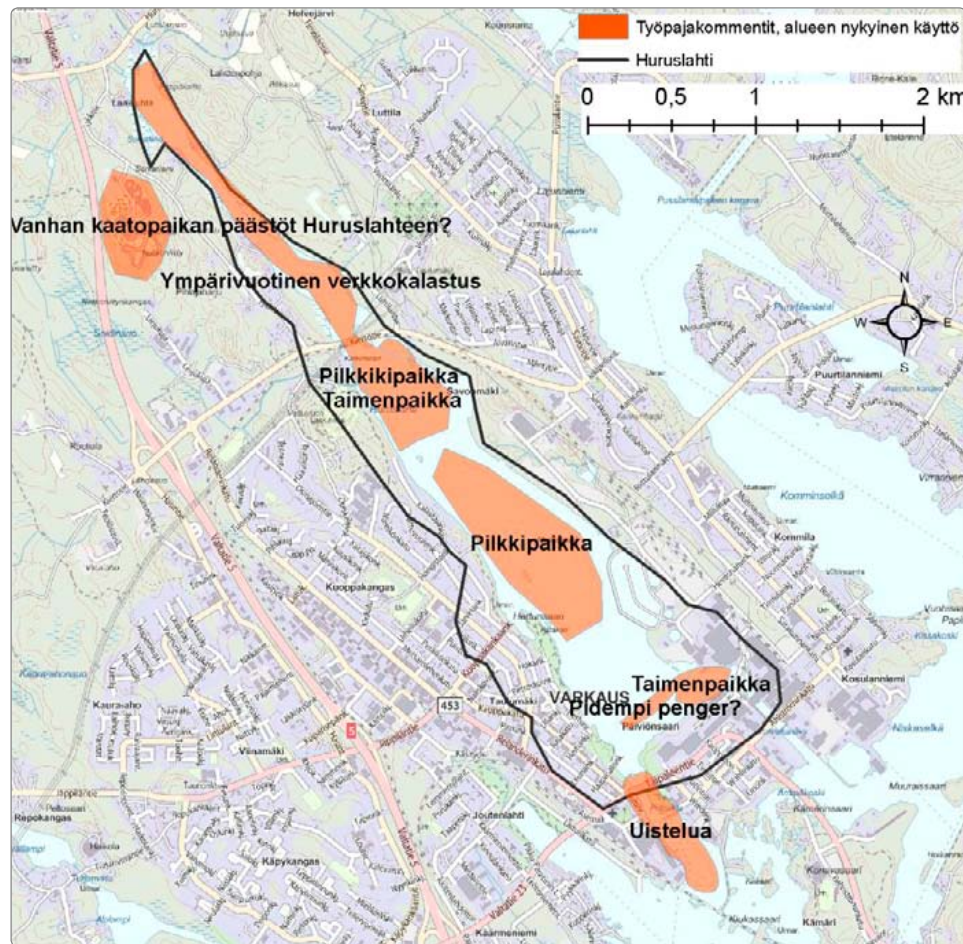
Kuva 14-1. Asuminen ja herkätkohteet Huruslahden ympäristössä nykytilanteessa.

Rantapuistojen ja Huruslahden vesialueen käyttäjämääristä ei ole saatavilla tilastotietoja. Asukaskyselyn perusteella pääosa (74 %) Huruslahden lähialueella vakituisesti asuvista kertoo, että Huruslahti on heille henkilökohtaisesti tärkeä ja tuttu. Lisäksi 20 % alueen asukkaista vastaa, että alueella on heille merkitystä, vaikkeivät he tunne eivätkä käytä sitä. Vaikka asukaskyselyn vastaajat tuntevat selkeästi parhaiten omaa asuinpaikkaansa lähimmät vesialueet, Huruslahden alue tunnetaan melko hyvin. Haukiveden pohjoisosien ranta-asukkaista 42 % ja kauempana Haukiveden eteläosien rannoilla asuvista vastajista noin 20 % tuntee Huruslahden ja pitää aluetta henkilökohtaisesti tärkeänä.

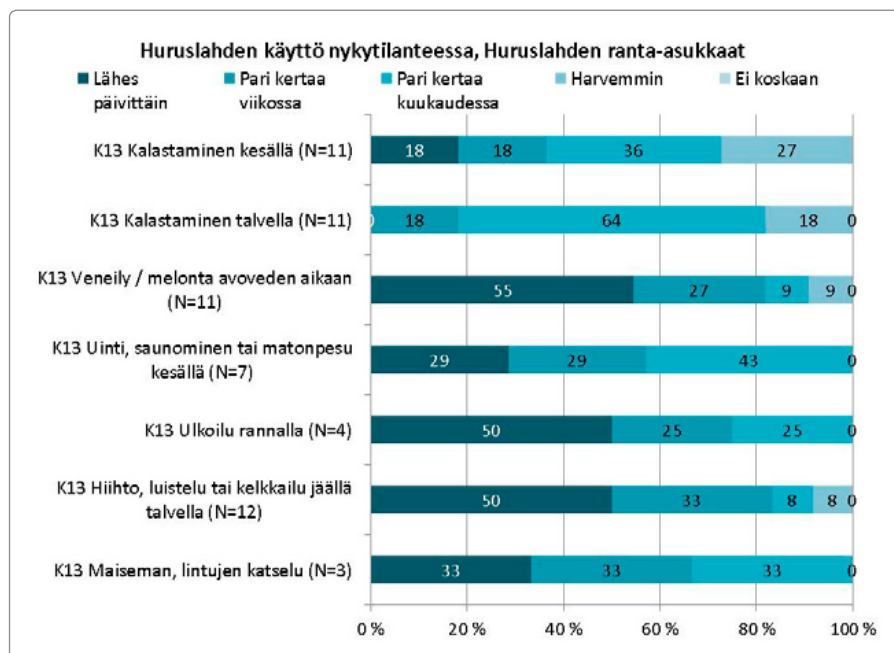
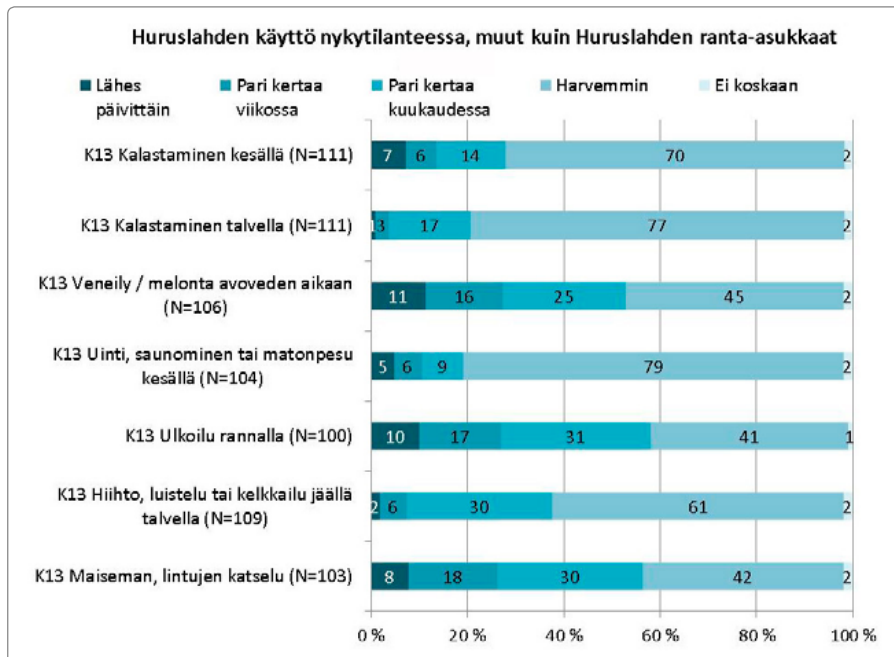
Huruslahtea pidetään nykytilanteessa hyvänä virkistysalueena, sillä alue on kaupungin keskustassa hyvien kulu-yhteyksien päässä ja on siten helposti saavutettavissa oleva virkistysympäristö monille kaupunkilaisille. Asukaskyselyn

perusteella erityisesti Huruslahden lähellä asuvat käyttävät Huruslahden vesi- ja ranta-alueita aktiivisemmin kuin kauempana asuvat. Kauempaa Huruslahdelle saavutaan harvemmin (Kuva 14-3). Huruslahti on työpajan osallistujien kokemusten mukaan kalaisa ja alueella järjestetään talvisin myös pilkkikilpailuja. Esimerkiksi Herttuanrannan pilkkikilpailupaikka antaa kaloja hyvin, mutta niitä ei yleensä syödä, vaan kalat ovat ns. "anopinkaloja". Huruslahdessa on myös hyviä taimenpaikkoja, esimerkiksi lahden eteläosassa Päiviönsaaren edustalla ja kannaksen Vattuvuoren luona. Rautatiesillan luona myös pilkitään ja Huruslahdesta Haukiveteen laskevassa Pirtinvirrassa uistellaan (Kuva 14-2).

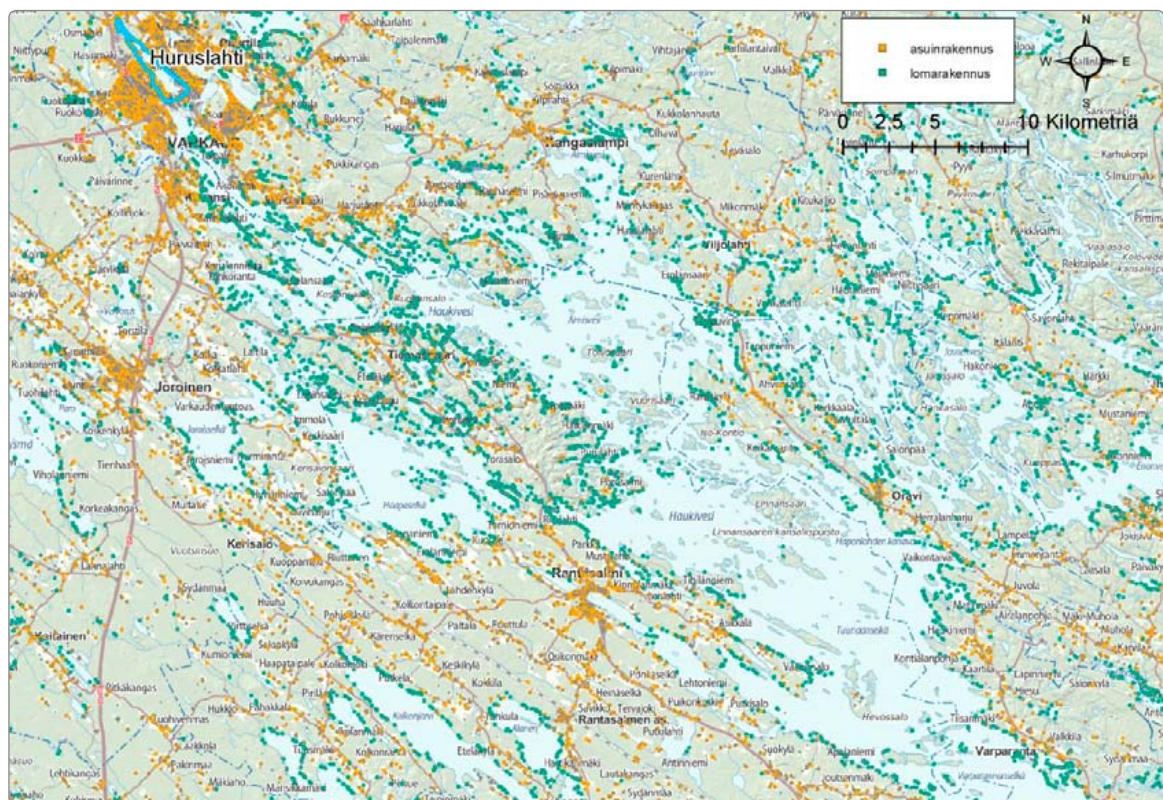
Muualla Haukiveden rannoilla vakituinen asutus keskittyy muutamiin taajamiin, joiden välillä on lähinnä haja-asutusta ja vapaa-ajan asuntoja (Kuva 14-4). Ranta-asukkaat tuntevat hyvin Haukiveden pohjoisosien vesialueet ja ne ovat



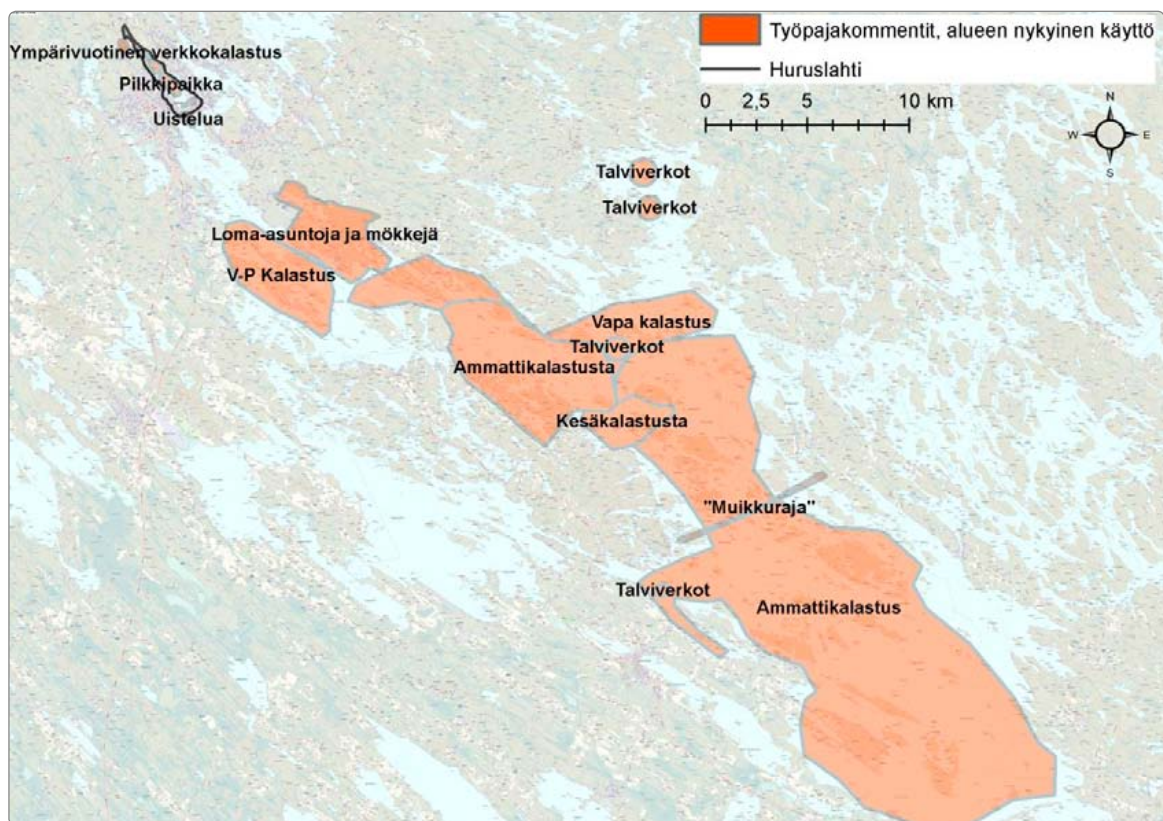
Kuva 14-2. Yhteenvedo Huruslahden alueen nykyisestä käytöstä työpajan perusteella.



Kuva 14-3. Huruslahden ja alueiden käyttö nykytilanteessa. Huomaa vähäinen vastaajamäärä Huruslahden ranta-asukkaiden kohdalla.



Kuva 14-4. Asutus Haukiveden rannoilla. Vakituiset asunnot on kuvattu keltaisella, vapaa-ajan asunnot vihreällä.



Kuva 14-5. Yhteenveto Haukiveden alueen nykyisestä käytöstä työpajan perusteella.

ihmisille henkilökohtaisesti tärkeitä. Haukiveden pohjoisosien ranta-asukkaista lähes kaikki (90-100%) pitävät vesialueita välillä Huruslahti-Tahkonsalmi-Natura-alue tärkeinä ja tuntevat ne hyvin. Vaikka asukaskyselyn vastaajat tuntevat selkeästi parhaiten omaa asuinpaikkaansa lähimmät vesialueet, myös Huruslahden ranta-asukkaista 40 % ja Haukiveden eteläosien ranta-asukkaista 38 % kertoo tuntevansa Haukiveden pohjoisosan ja alueen olevan tärkeä ja tuttu.

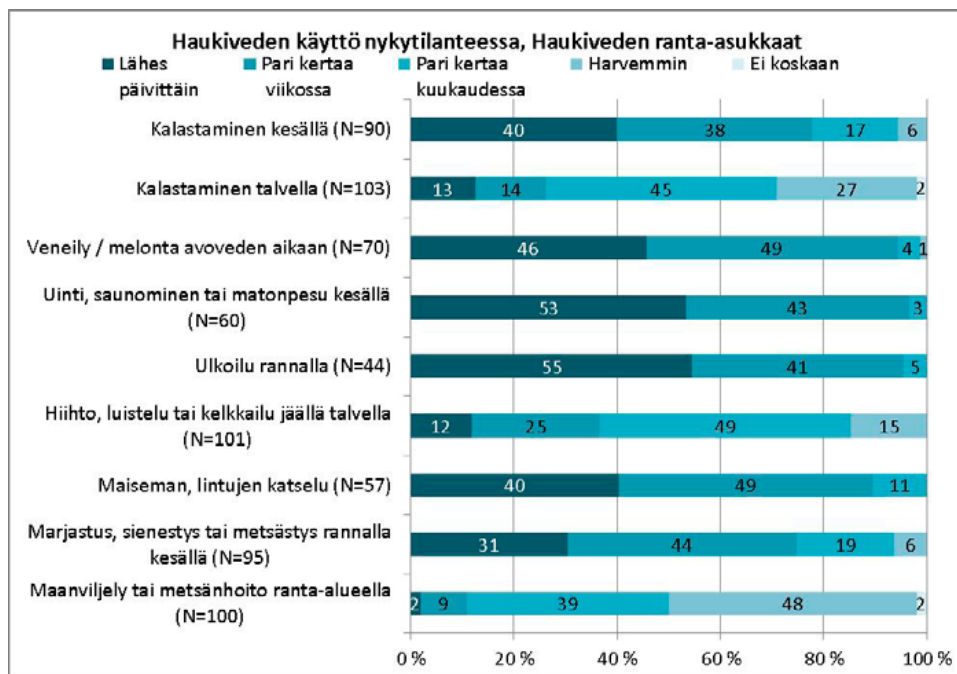
Myös Haukiveden rantojen ja vesialueiden käyttö on nykytilanteessa aktiivista. Kyselyn perusteella ranta-asukkaista yli puolet ulkoilee, ui ja saunoo Haukiveden rannoilla lähes päivittäin. Lisäksi 40 % kalastaa Haukivedellä kesäisin lähes päivittäin ja avoveden aikaan vastaajista 46 % veneilee alueella lähes päivittäin. Myös ranta-alueita käytetään aktiivisesti ulkoiluun ja marjastukseen. Haukiveden pohjoisosien ranta-asukkaat käyttävät alueita aktiivisemmin kuin muualta saapuvat. (Kuva 14-6) Lisäksi Haukiveden rannoilla matkailu on merkittävä elinkeino. Matkailu näillä alueilla perustuu idylliseen, alkuperäiseen saaristoluontoon ja siitä nauttimiseen. Matkailusta alueella on kerrottu tarkemmin luvussa 16.

Vesialueilla kalastetaan ja veneillään aktiivisesti kaikkina vuodenaikoina ja alueella on myös ammattikalastusta.

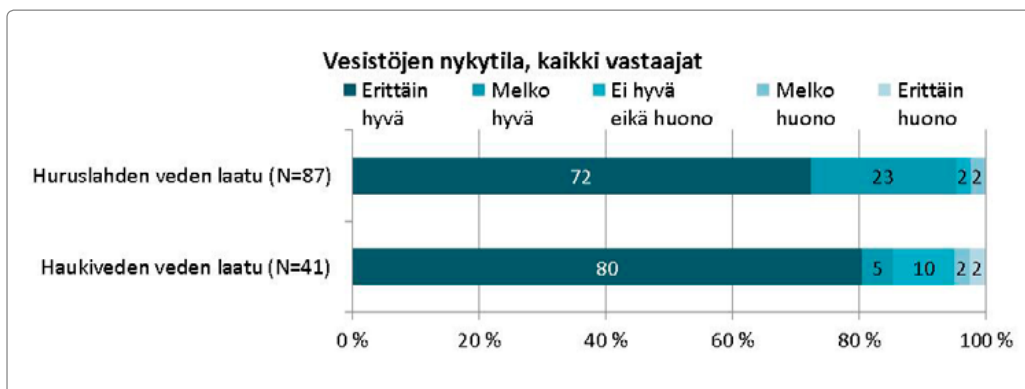
Työpajaan osallistuneiden kokemusten mukaan eri alueilla kalastetaan eri lajeja ja kalalajien yleisyydessä on eroja sen suhteen miten lähellä Huruslahtea ollaan. Esimerkiksi muikua saa vasta riittävän kaukana Huruslahdesta, ns. "muikkurajan" toisella puolella. Muikkurajan ja Huruslahden välisellä Haukivedellä on kuitenkin hyvin muita kaloja, kuten kuhaa (Kuva 14-5).

Yleisesti ottaen vesialueen käyttäjät pitävät vesistön nykytilaa erittäin hyvänä (Kuva 14-7), vaikka vanhat teollisuuden saasteet Huruslahden pohjassa epäilyttävät ja vähentävät joidenkin halukkuutta syödä Huruslahdesta pyydettyjä kaloja. Monet työpajan osallistujat ja asukaskyselyn vastaajat kertoivat muistavansa, kuinka 50- ja 60- luvulla veden laatu oli huomattavasti nykyistä huonompi. Huruslahden ja Haukiveden veden laadun koetaan parantuneen viime vuosikymmenten aikana (Kuva 14-8).

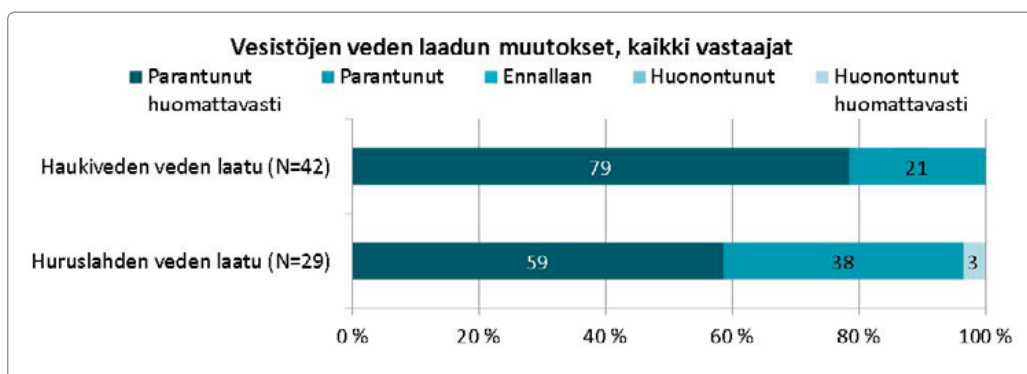
Yhteenvetona nykytilanteesta voidaan todeta, että sosiaalisten vaikutusten näkökulmasta Huruslahden ja Haukiveden alueiden herkkyyks muutoksille on suuri, sillä alueiden käyttö on runsasta ja hankkeen fyysiset vaikutukset vesistössä ovat vaikeatajuisia, joten Huruslahti ja Haukivesi ovat herkkiä kielteisille imagovaikutuksille.



Kuva 14-6. Haukiveden ja ranta-alueiden käyttö nykytilanteessa. Haukiveden rantojen asukkaat. Asukkaat käyttävät aktiivisimmin oman asuinpaikkansa lähimpiä alueita.



Kuva 14-7. Asukaskyselyn vastaajien näkemys Huruslahden ja Haukiveden vesistöjen nykytilanteesta.



Kuva 14-8. Asukaskyselyn vastaajien näkemys Huruslahden ja Haukiveden vesistöjen tilan muutoksesta viime vuosikymmenten aikana.

## 14.2 Arviointimenetelmät

Sosiaalisilla vaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen ihmiseen, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa. Hankkeen vaikutukset voivat kohdistua suoraan ihmisten elinoloihin tai viihtyvyyteen. Toisaalta luontoon tai elinkeinoelämään kohdistuvat muutokset vaikuttavat välillisesti myös ihmisten hyvinvointiin. Sosiaaliset vaikutukset liittyvät siis läheisesti muihin hankkeen aiheuttamiin vaikutuksiin joko välittömästi tai välillisesti. Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvia vaikutuksia voivat olla hankkeen aiheuttamat muutokset

- asuin- ja elinympäristön viihtyisyydessä ja turvallisuudessa (vakituiset ja loma-asukkaat)
- kiinteistöjen arvossa (vakituiset, loma-asunnot ja maatalat)
- virkistyskäyttömahdollisuuksissa (mm. uinti, veneily, melonta, kalastus, marjastus, sienestys, ulkoilu)
- ihmisten huolissa ja peloissa, tulevaisuuden suunnitelmissa (esim. epävarmuus terveysvaikutuksista, huoli luonnon tilasta)
- yhteisöllisyydessä (mm. hankkeen aiheuttamat ristiriidat tai yhteistyö)
- palveluissa ja elinkeinon harjoittamisessa.

Matkailu- ja elinkeinovaikutuksia on käsitelty luvussa 16 ja vaikutuksia kalastukseen ja virkistyskäyttöön on käsitelty luvussa 15. Sosiaalisten vaikutusten yhteydessä aluetaloudellinen tarkastelu keskittyy työllisyyteen alueen vetovoimaan yms. näkökulmiin sikäli kun näitä näkökulmia on laadullisissa aineistoissa noussut esiin. Terveysvaikutusten arviointi löytyy luvusta 13.

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa on selvitetty ne väestöryhmät tai alueet, joihin mahdolliset vaikutukset erityisesti kohdistuvat. Samalla on arvioitu vaikutusten merkittävyyttä sekä mahdollisuuksia lievittää ja ehkäistä haitta-vaikutuksia. Arvioinnissa on tuotu esiin myös paikallisten hankkeeseen liittyvät huolet ja toiveet.

Vaikutusten arviointimenetelmänä käytettiin lähtöaineistojen asiantuntija-analyysejä. Analyysissa hyödynnetty menetelmäkehikko on soveltava synteesi useista eri menetelmistä. Tässä sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty ja sovellettu mm. seuraavia menetelmiä (vrt. Stakesin IVA-ohjeet):

- palautteiden sisällönanalyysi
- soveltuvalta osin sosiaalinen kustannus-hyötyanalyysi (työpajassa muiden vaikutusarviointien tietojen ja osallisten näkemysten pohjalta)
- ristivaikutusanalyysi (muiden vaikutuskokonaisuuksien ja sosiaalisten vaikutusten väliset yhteydet)

Vaikutuksia selvitettiin analysoimalla ja vertailemalla sekä paikallisten ihmisten kokemuksia että mitattua tietoa. Asukkaiden ja muiden osallisten näkemyksiä on tarkasteltu suhteessa hankkeen muiden vaikutusten arviointituloksiin ja nykytilatietoihin. Yhdistämällä subjektiivista ja objektiivista tietoa on mahdollista muodostaa luotettavampi kokonaiskuva hankkeen sosiaalisista vaikutuksista. Tässä vaikutusarvioinnissa lähtötietoina käytetyistä lähtötiedoista on kerrottu edempänä. Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa on otettu huomioon STM:n opas 1999:1 ”Ihmiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset” sekä THL:n (entisen Stakesin) IVA ohjeet: ”Ihmiin kohdistuvien vaikutusten arviointi, IVA”.

Arvioinnissa korostuu vaikutusten ja niiden kohdentumisen tunnistaminen, asioiden suhteuttaminen (merkittävyyden arviointi) ja vertailu. Vaikutusten merkittävyyttä on tarkasteltu niiden voimakkuuden, laajuuden, keston ja todennäköisyyden sekä osallisten arvioiman tärkeyden kannalta. Koska sosiaalisille vaikutuksille ei ole normitettuja raja-arvoja, on oleellista tehdä arviointiprosessista, perusteista ja koko menettelystä mahdollisimman läpinäkyvä. Tähän on pyritty mm. kattavalla arviointi- ja tiedonhankintaprosessien dokumentoinnilla ja vuorovaikutteisilla tiedonhankintamenetelmillä.

### Tiedonhankintamenetelmät

Arvioinnissa on käytetty sekä olemassa olevia kirjallisia aineistoja (kuten kartat, tilastot, lausunnot ja mielipiteet, aiemmat selvitykset) että hankittu uutta laadullista aineistoa arviointimenettelyn aikana. Mielipiteistä on käyty läpi arviointiohjelmasta annetut mielipiteet. Tilastoista on saatu tietoa mm. asukasmäärästä. Paikkatiedoista on hyödynnetty mm. palvelujen ja herkkien kohteiden sijaintitietoja sekä virkistyskohteiden tai -alueiden sijaintitietoja. Lisäksi elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvien vaikutusten arviointityön lähtötietoja kerättiin asukaskyselyn ja työpajan avulla.

Asukasosallistumisen ja vaikutusten arvioinnin tueksi toteutettiin asukaskysely keväällä 2013. Kysely toteutettiin

internetissä 11.2.-10.3.2013. Vastaajan taustatietojen lisäksi kyselylomakkeessa selvitettiin hankealueen tuntemista ja käyttöä, tiedonsaantia hankkeesta, asuinympäristön ja vesistön nykytilaa ja näkemyksiä hankkeesta ja sen vaikutuksista.

Kyselystä lähetettiin tiedote Huruslahden ja Haukiveden rantojen kiinteistönomistajille vuoden 2009 rekisteritietojen perusteella. Tiedotteessa kerrottiin Internet-osoite, jossa kyselyyn voi vastata sekä esiteltiin hanke lyhyesti. Lisäksi kerrottiin, että halutessaan voi pyytää ELY-keskuksesta paperisen vastauslomakkeen kyselyyn vastaamista varten. Lisäksi kaikkien halukkaiden oli mahdollista vastata kyselyyn hankkeen Internet-sivuilla osoitteessa <http://projektit.ramboll.fi/YVA/Huruslahti/>

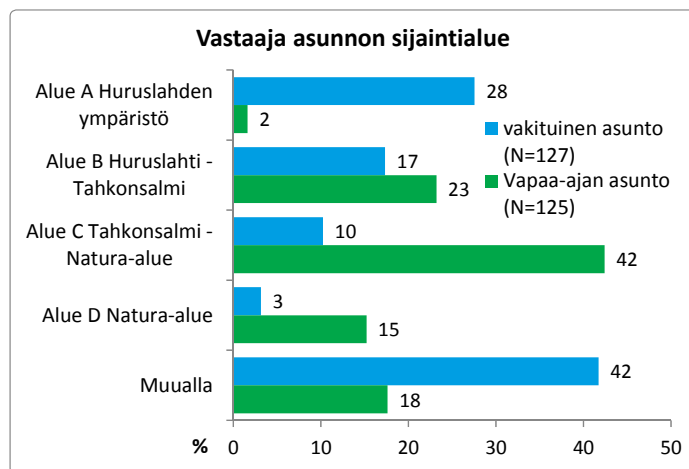
Määräaikaan mennessä kyselyyn saatiin 136 vastausta. Vastaajissa oli enemmän miehiä (76 %) kuin naisia (24 %). Vastaajien ikäjakauma painottui yli 50-vuotiaisiin. Yli puolet vastaajista oli pariskuntia, noin viidennes lapsiperheitä ja kymmenesosa yksin asuvia. Vastaajajoukossa on sekä lyhemmän että pidemmän aikaa alueella asuneita, 58 % on asunut alueella yli 30 vuotta ja 17 % alle 10 vuotta.

Valtaosalla vastaajista (77 %) on vakituinen tai vapaa-ajan

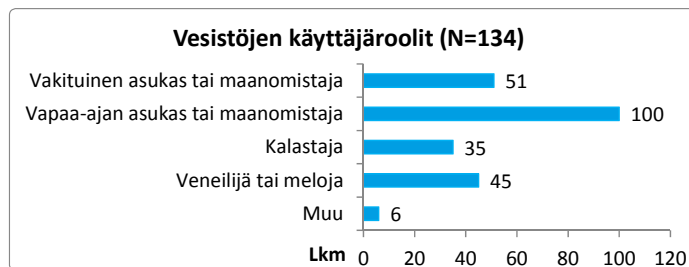
asunto Huruslahden tai Haukiveden ranta-alueilla. Monilla vastaajista on vakituinen asunto Varkaudessa ja vapaa-ajan asunto Haukiveden rannalla, joten vastaajia ei voida yksiselitteisesti ryhmitellä vapaa-ajan tai vakituisiin asukkaisiin hankealueen vesistöjen ympäristössä. Vastaajista valtaosa on alueen vapaa-ajan asukas tai maanomistaja. Lisäksi monet käyttävät alueen vesistöjä kalastajina tai veneilijöinä (Kuva 14-10). Asukaskyselyn tulokset on raportoitu myös erillisessä liiteraportissa (liite 1).

Työpaja asukkaille, järjestöille ja yhdistyksille järjestettiin Varkauden kaupungintalolla 12.3.2013 klo 17-19.30. Työpajan tavoitteena oli kerätä hankealuetta ja sen lähiympäristöä, sekä alapuolista vesistöä käyttäviltä tahoilta tietoa alueen nykyisestä käytöstä ja nykytilasta, sekä näkemyksiä eri hankevaihtoehtojen vaikutuksista.

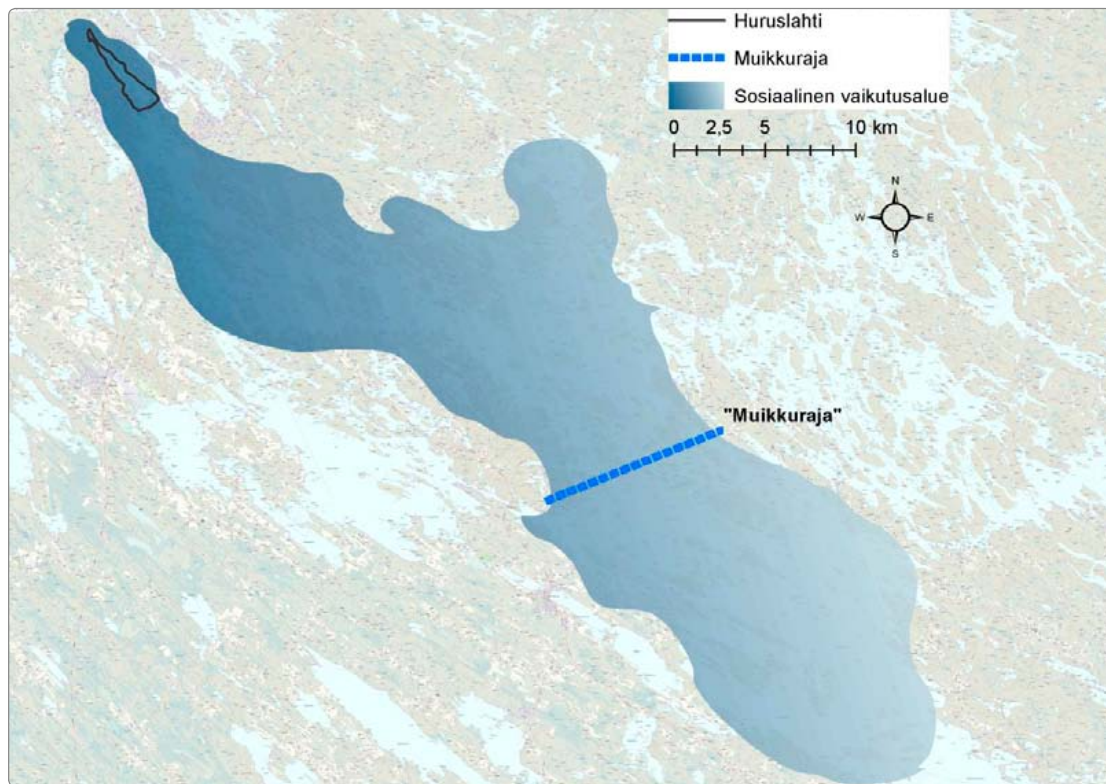
Työpajaan osallistui yhteensä 16 eri järjestöjen ja asukkaiden edustajaa. Lista kutsutuista tahoista on liitteessä 2. Työpajassa hanke ja alustavat vaikutusarviot esiteltiin osallistujille lyhyesti. Tämän jälkeen osallistujat pohtivat ryhmässä hankealueen ja sen ympäristön nykytilaa, sekä eri hankevaihtoehtojen vaikutuksia omasta näkökulmastaan. Yhteenveto työpajan tuloksista on liitteessä 3.



Kuva 14-9. Asukaskyselyn vastaajien asuinpaikat hankkeen vesialueiden ympäristössä.



Kuva 14-10. Asukaskyselyn vastaajien roolit hankealueen vesistöjen käytössä. Vastaajilla on ollut mahdollisuus valita useita käyttäjärooleja.



Kuva 14-11. Arvio hankkeen sosiaalisesta vaikutusalueesta.

### 14.3 Vaikutusten tarkastelualue

Vaikutusten tarkastelualue on pyritty sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa kohdistamaan niille alueille, joilla hanke aiheuttaisi muutoksia fyysisessä ympäristössä. Tarkastelu on kohdennettu ensisijaisesti hankkeen vesialueiden rannoille. Sosiaaliset vaikutukset eivät aina kuitenkaan rajoitu yksiselitteisesti hankkeen lähiympäristöön, vaan hanke voi aiheuttaa esimerkiksi huolia ja pelkoja laajoillakin alueilla. Näitä laajalle leviäviä vaikutuksia on pyritty huomioimaan seuraamalla hankkeesta käytyä keskustelua lehtien palstoilla, sekä kaikille avoimen asukaskyselyn avulla.

Työpajan osallistujien mukaan hankkeen pääasiallinen vaikutusalue on Huruslahti rantoineen, sekä Huruslahden alapuolinen vesialue suunnilleen "muikkurajalle" saakka (Kuva 14-11). Vaikutukset olisivat voimakkaimpia Huruslahdessa ja lievenevät vähitellen kohti Savonlinnaa. Mikäli hankkeen seurauksena haitta-aineita leviää alapuoliseen vesistöön, vaikutukset voivat kuitenkin osallistujien näkemyksen mukaan ulottua kauemmaksi, mikäli "muikkuraja" siirtyy entistä lähemmäs Savonlinnaa.

### 14.4 Arviodut vaikutukset

#### 14.4.1 Huoli ja epätietoisuus

Kaupunkiseudulla ja vesistöalueiden käyttäjien keskuudessa julkisuutta saavien hankkeiden sosiaaliset vaikutukset eivät aina rajoitu ainoastaan rakentamisen aikaisiin ja toiminnan aikaisiin vaikutuksiin, vaan jo suunnitteluprosessista aiheutuu sosiaalisia vaikutuksia. Nämä suunnittelun aikaiset vaikutukset eivät välttämättä kohdistu suoraan mihinkään hankevaihtoehtoon, vaan liittyvät esimerkiksi suunnitteluprosessin aiheuttamaan epävarmuuteen tulevaisuudesta.

Hankkeen merkittävin sosiaalinen vaikutus on lähistön asukkaiden ja vesistön käyttäjien epätietoisuus ja huoli hankkeen riskeistä oman elinympäristön ja toiminnan turvallisuudelle kaikissa vaihtoehdoissa. Huoli kohdistuu erityisesti Huruslahdella kalastavien vapaa-ajan kalastajien ja Haukivedellä toimivien ammattikalastajiin, sillä veden laadun pelätään vaikuttavan tulevaisuudessa kalastuselinkeiden jatkumisedellytyksiin alueella.

Epävarmuus ja huoli syntyvät kollektiivisesti, sosiaalisessa vuorovaikutuksessa yhteisön muiden jäsenten kanssa. Käsitukset ja mielikuvat eivät heijasta vain yksilön näkemystä. Käsitukset muotoutuvat myös sen perusteella, missä valossa asiaa käsitellään julkisuudessa ja yhteisön keskuudessa. Ihmiset voivat myös muuttaa käsityksiään ajan kuluessa, esimerkiksi vuorovaikutuksen, vaikutusarviointien tulosten tai hankkeesta riippumattomien uutisten tai tapahtumien perusteella. (Kauppinen ja Tähtinen 2003)

Käytettävissä olevan aineiston perusteella hanke on aiheuttanut huolta Varkaudessa, mutta myös laajemmin Haukiveden seudulla. Hanke on saanut huomiota Varkauden alueen lehdistössä ja uutisointi tästä ympäristövaikutusten arvioinnista on kirjoittanut myös yleisön mielipidekirjoituksia aiheesta hankkeen kuluessa. Mielipiteitä ja lausuntoja hankkeen arviointiohjelmasta jätettiin ELY-keskukselle vuonna 2012 yhteensä 31 kpl. Mielipiteitä jättivät sekä järjestöt että yksityiset kansalaiset. Monissa mielipiteissä kansalaiset ja järjestöt ottavat kantaa eri hankevaihtoihin. Lähes kaikkia mielipiteitä kuitenkin yhdistää huoli siitä miten Huruslahden sedimenttien kunnostus vaikuttaisi Haukiveden vedenlaatuun ja vesistön käytön terveellisyyteen ja turvallisuuteen, sekä ekologiseen tilaan.

Huoli ja epävarmuus voivat liittyä sekä tuntemattomaksi koettuun uhkaan että tietoon mahdollisista tai todennäköisistä vaikutuksista. Myös huolen seuraukset yksilöön ja yhteisöön ovat riippumattomia siitä, onko pelkoon objektiivisen tarkastelun perusteella aiheutta vai ei. Hankkeeseen liittyvien aineiden ja niiden vaikutusten ymmärtäminen vaatii erityisosaamista, joten tavallisen maallikon on vaikea ottaa niihin kantaa. Ihmiset voivat suhtautua tilanteeseen eri tavoin. Yleensä pääosa väestöstä luottaa asiantuntijoiden tutkimustuloksiin, analyysiin ja päätelmiin; kun haittoja ei arvioida aiheutuvan, he eivät ole asiasta huolissaan. Yli puolet asukaskyselyn vastaajista piti epätietoisuutta viihtyvyys- ja terveyshaitoista sietämättömänä (Kuva 14-12). Vastaajan asuinpaikka tai muut taustatekijät eivät vaikuta merkittävästi vastaajien näkemyksiin eri vaikutusten siedettävyydestä.

Yksilötasolla huoli ja epävarmuus heikentävät viihtyvyyttä ja hyvinvointia. Etenkin pitkäkestoisen huoli voi aiheuttaa stressiä ja jopa fyysisiä terveysongelmia. Vaikutukset kohdistuvat usein voimakkaimmin muita heikommissa asemassa oleviin. Yhteisön kannalta huoli ja epävarmuus voivat toimia joko yhdistävänä tai erottavana tekijänä. Yhteinen uhka voi yhdistää yhteisöä, mutta toisaalta näkemyserot tilanteesta voivat jakaa sitä. (Kauppinen ja Tähtinen 2003) Arviointiohjelmasta jätettyjen lausuntojen ja työpajan perusteella hankkeeseen liittyvät huolet ovat

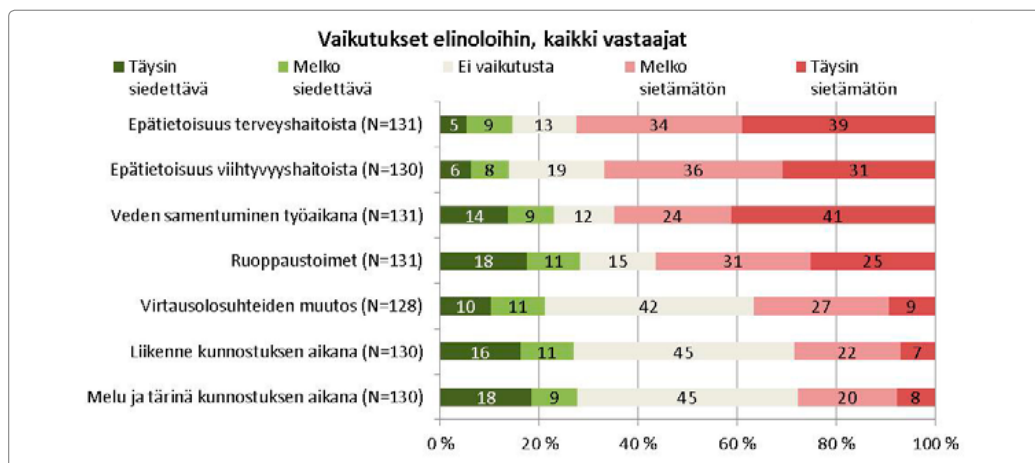
lisänneet vesialueiden käyttäjien yhteistyötä ja siten hie-  
man lisänneet yhteisöllisyyttä alueella. Alueen järjestöt ja  
yhdistykset, sekä yksittäiset asukkaat ovat esimerkiksi teh-  
neet yhteistyötä kirjoittaessaan mielipiteitä arviointiohjel-  
masta. Työpajan perusteella vastaavaa yhteistyötä oli suunniteltu myös arviointiselostuksesta annettavien lausuntojen laatimiseen.

Vaikka hanke ja erityisesti kunnostuksen aikaiset vaikutukset herättävät huolta, sekä työpajan että asukaskyselyn perusteella hanketta pidetään kuitenkin tärkeänä ja tarpeellisena (Kuva 14-13). Vastaajan asuinpaikka tai muut taustatekijät eivät merkitsevästi vaikuta vastaajien näkemyksiin.

#### **14.4.2 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä**

Näissä hankevaihtoehdoissa nykytila alueella ei muutu, mutta vesistön tilaa tarkkaillaan. Työpajassa käydyn keskustelun perusteella vaihtoehdon hyvänä puolena pidetään hyvän nykytilan säilymistä Huruslahden alapuolisilla vesialueilla. Vaikka Huruslahden pohja on saastunut, alemmilla vesialueilla voidaan jatkaa kalastusta ja muuta toimintaa nykyiseen tapaan. Huonona puolena kuitenkin on, että vaihtoehdon toteuttaminen ei saisi aikaan toivottua muutosta, eli Huruslahden puhdistumista. Haitta-aineet jäisivät tulevien sukupolvien taakaksi ja saastuneella alueella on lievä kielteinen vaikutus matkailuun ja Varkauden imagoon. Todennäköisesti tämä näkökulma heijastuu myös asukaskyselyn tuloksiin, sillä asukaskyselyn perusteella VE 0 ja VE 0+ vaikutukset elinympäristössä olisivat pääosin kielteisiä. Ainoastaan vaikutuksia vedenlaatuun pidetään pääosin myönteisinä (Kuva 14-14).

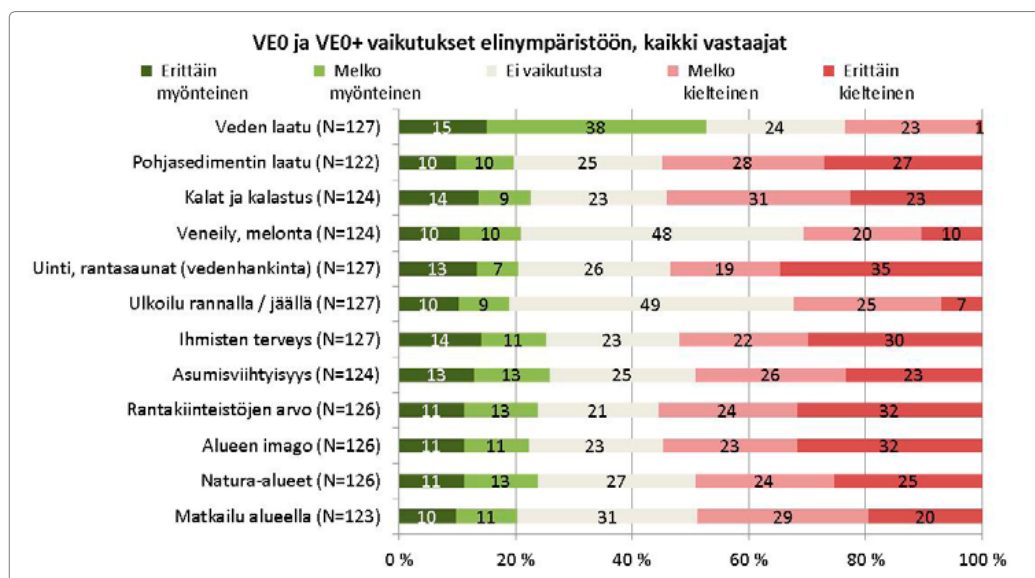
Monien työpajan osallistujien mielestä tarkkailun lisääminen olisi kuitenkin paras hankevaihtoehto, sillä mahdollinen haitta-aineiden leviäminen alavirtaan kunnostustoimenpiteiden aikana huolestutti monia työpajan osallistujia. Hankkeen muiden vaikutusarviointien perusteella Huruslahden haitta-aineista ei ole arvioitu aiheutuvan sellaisia terveys- tai ekologisia riskejä alapuolisille vesialueille, jotka tulevaisuudessa voisivat estää vesistöjen virkistyskäytön (uinti, kalastus) tai ammattimaisen kalastuksen. Myös vaihtoehdon toteuttamisen kielteiset sosiaaliset vaikutukset ovat vähäisiä ja muodostuvat lähinnä hankkeen herättämistä huolista alueen käyttäjissä. Vaihtoehdon toteuttamisella voi olla myös lieviä myönteisiä sosiaalisia vaikutuksia, mikäli tiiviimpi vesistöjen tarkkailun avulla saadaan lisää tietoa alueen nykytilanteesta.



Kuva 14-12. Näkemys hankkeen vaikutuksista elinoloihin.



Kuva 14-13. Asukaskyselyn vastaajien kokonaisnäkemys hankkeesta.



Kuva 14-14. Vesistön tarkkailun vaikutukset.

#### 14.4.3 VE 1, sedimenttien peittäminen

Asukaskyselyn perusteella valtaosa ranta-asukkaista pitää vaihtoehdon toteuttamisen vaikutuksia omaan elinympäristöönsä myönteisinä (Kuva 14-15). Työpajan osallistujien näkemyksen mukaan koko Huruslahden pohjan peittäminen olisi kustannustehoton vaihtoehto saavutettaviin hyötyihin nähden. Saasteet jäisivät edelleen lahden pohjaan ja saattaisivat tulevaisuudessa aiheuttaa uudelleen riskejä vesialueilla. Kalastajia vaihtoehdossa huolestuttaa, että toimenpiteiden seurauksena haitta-aineiden kulkeutumisen lisääntyminen alapuoliseen vesistöön.

Pilaantuneimpien sedimenttien peittämisen aikana liikumista Huruslahden alueella voidaan joutua rajoittamaan, mutta muuhun Huruslahden ranta-alueiden virkistyskäyttöön pilaantuneiden sedimenttien peittämisestä ei muissa vaikutusarvioissa arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia. Töiden aikainen samentuminen voi heikentää Huruslahdessa sijaitsevien virkistyskalastukseen käytettyjen alueiden viihtyisyyttä ajoittain. (Luku 15)

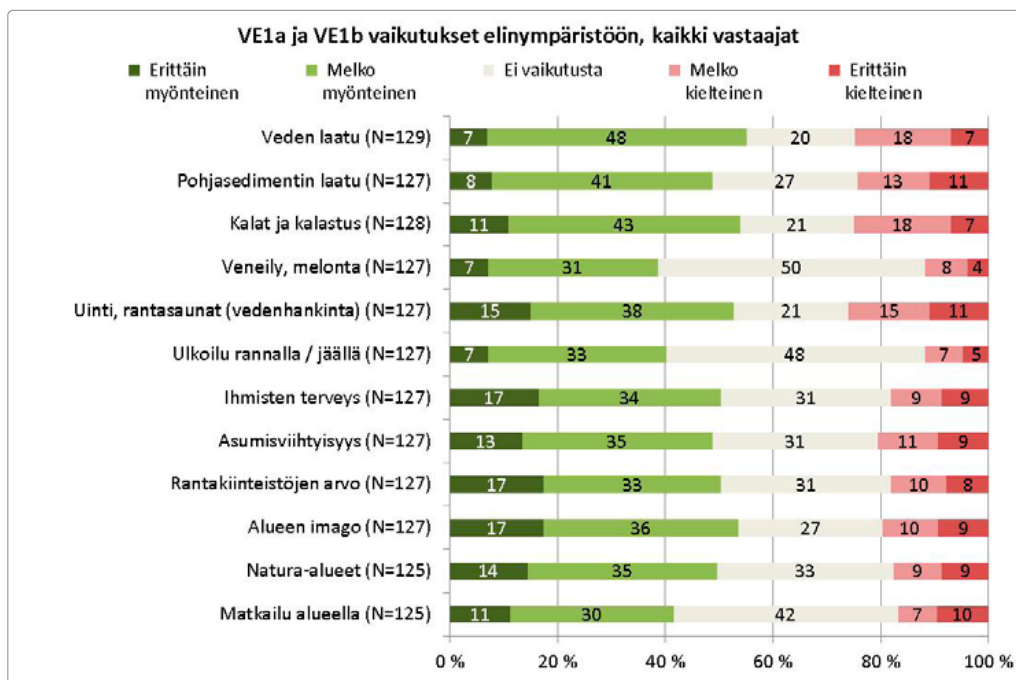
Koko Huruslahden peittämisvaihtoehdossa liikumista Huruslahden alueella joudutaan todennäköisesti rajoittamaan merkittävästi. Tässä vaihtoehdossa myös Huruslahden alueella olevan uimarannan käyttöä joudutaan todennäköisesti rajoittamaan ainakin ajoittain. Samentumavaikutuksen voimakkuudesta ja kulkeutumi-

sesta riippuen myös Varkaudessa Haukiveden pohjoisosassa olevien uimarantojen viihtyisyys voi heikentyä töiden aikana. (Luku 15)

Vaihtoehdon toteuttamisen sosiaaliset vaikutukset ovat osittaisessa peittämisessä lieviä ja koko pohjan peittämisessä kohtalaisia. Vaihtoehdon toteuttamisen vaikutukset kohdistuisivat pääasiassa Huruslahden alueen ja Haukiveden pohjoisosien virkistyskäyttäjien ja kalastajiin. Hankkeen muiden vaikutusarvioiden perusteella haitta-aineiden kulkeutuminen Huruslahden alapuolisissa vesistöissä jäisi vähäiseksi, joten kalastajien ja vapaa-ajan asukkaiden huoli haitta-aineiden kulkeutumisesta alapuolisiin vesistöihin ei todennäköisesti toteutu. Vaikutukset Haukiveden ranta-asukkaiden asuinvihtyisyyteen ovat korkeintaan kohtalaisia, sillä veden samentuminen voi heikentää asuinvihtyisyyttä peittotöiden aikana myös ranta-asunnoilla hieman myös Haukiveden pohjoisimmissa osissa.

#### 14.4.4 VE 2 sedimenttien ruoppaus

Työpajan perusteella sedimenttien ruoppaus olisi peittämistä parempi vaihtoehto, sillä ruoppauksen avulla haitta-aineet saataisiin pois Huruslahden pohjasta. Kalastajia vaihtoehdossa huolestutti, että toimenpiteiden seurauksena



Kuva 14-15. Pohjan peittämisen vaikutukset elinympäristöön.

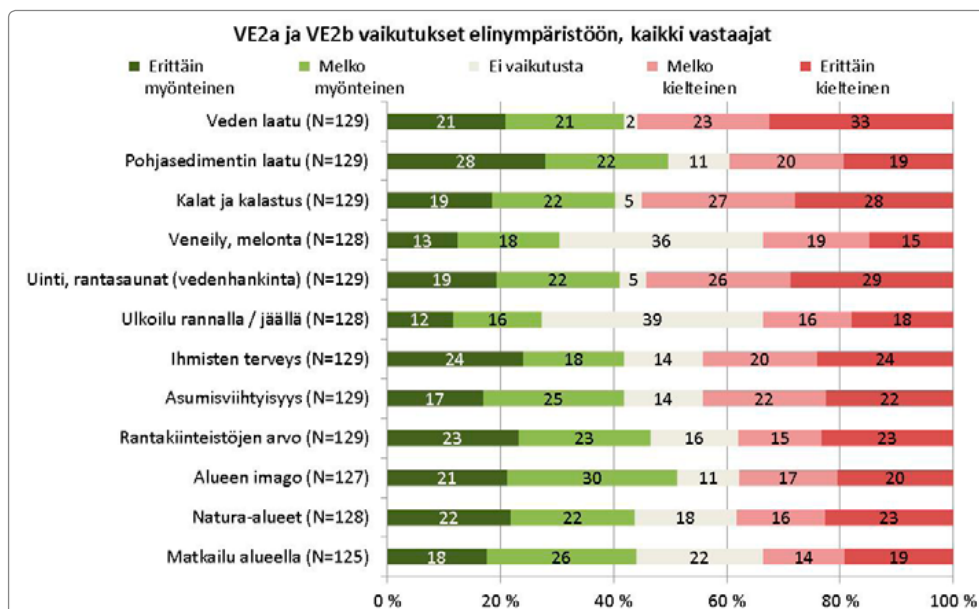
haitta-aineiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön lisääntyy. Työpajan osallistujat olivat pääosin sitä mieltä, että ruoppaus on kustannuksiltaan kallis vaihtoehto ja sen toteuttamisessa tulisi noudattaa erityistä varovaisuutta, etteivät haitta-aineet leviäsi pohjasta Haukivedelle ja alapuolisiin vesistöihin. Myös asukaskyselyn perusteella suhtautuminen Huruslahden pohjan osittaisen tai koko ruoppaukseen on kahtiajakoista. Noin puolet arvioi toteuttamisen vaikuttavan elinympäristönsä kielteisesti ja noin puolet myönteisesti (Kuva 14-16).

Pilaantuneimpien sedimenttien ruoppauksen aikana liikkumista Huruslahden ranta-alueilla saatetaan joutua rajoittamaan. Alueiden laajuus riippuu myöhemmin valittavasta ruoppauksen toteutustavasta. Lisäksi uimista ja kalastusta saatetaan joutua rajoittamaan ruoppausmassojen kuivatusvesien purkupisteen lähistöllä. Vaikutusarviointien perusteella muuhun ympäröivien alueiden virkistyskäyttöön pilaantuneiden sedimenttien ruoppaamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia. Vaihtoehdon toteuttaminen myös heikentää virkistyskalastukseen käytettyjen alueiden viihtyisyyttä Huruslahdessa ja Pirtinvirran alueella sekä Haukiveden pohjoisosassa, mutta terveyshaittaa pitoisuusmuutoksista ei riskinarvion mukaan aiheudu (Luku 13).

Koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa joudutaan liikkumista Huruslahdella rajoittamaan merkittävästi.

Alueiden laajuus riippuu myöhemmin valittavasta ruoppauksen toteutustavasta. Lisäksi Huruslahdella sijaitsevan uimarannan käyttöä joudutaan todennäköisesti rajoittamaan ainakin ajoittain. Muiden vaikutusarviointien perusteella samentumavaikutuksen voimakkuudesta ja kulkeutumisesta riippuen myös Varkaudessa Haukiveden pohjoisosassa olevien uimarantojen viihtyisyys voi heikentyä töiden aikana. Vaihtoehdon toteuttaminen heikentää virkistyskalastukseen käytettyjen alueiden viihtyisyyttä Huruslahdessa ja Pirtinvirran alueella sekä Haukiveden pohjoisosassa, mutta terveyshaittaa pitoisuusmuutoksista ei riskinarvion mukaan aiheudu (Luku 13).

Vaihtoehdon toteuttamisen sosiaaliset vaikutukset ovat osittaisessa ruoppauksessa lieviä ja koko pohjan ruoppauksessa kohtalaisia. Vaihtoehdon toteuttamisen vaikutukset kohdistuisivat pääasiassa Huruslahden alueen ja Haukiveden pohjoisosien virkistyskäyttöihin ja kalastajiin. Muiden vaikutusarvioiden perusteella haitta-aineiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön jäisi vähäiseksi, joten kalastajien huoli kalastajien ja vapaa-ajan asukkaiden huoli haitta-aineiden kulkeutumisesta alapuolisiin vesistöihin ei todennäköisesti toteutuisi. Vaikutukset Haukiveden ranta-asukkaiden asuinviihtyvyyteen ovat koko korkeintaan kohtalaisia, sillä veden samentumisen voi heikentää asuinvihtyvyyttä hieman myös ranta-asunnoilla ruoppaustöiden aikana myös Haukiveden pohjoisimmissa osissa.



Kuva 14-16. Huruslahden pohjan ruoppauksen vaikutukset elinympäristöön.

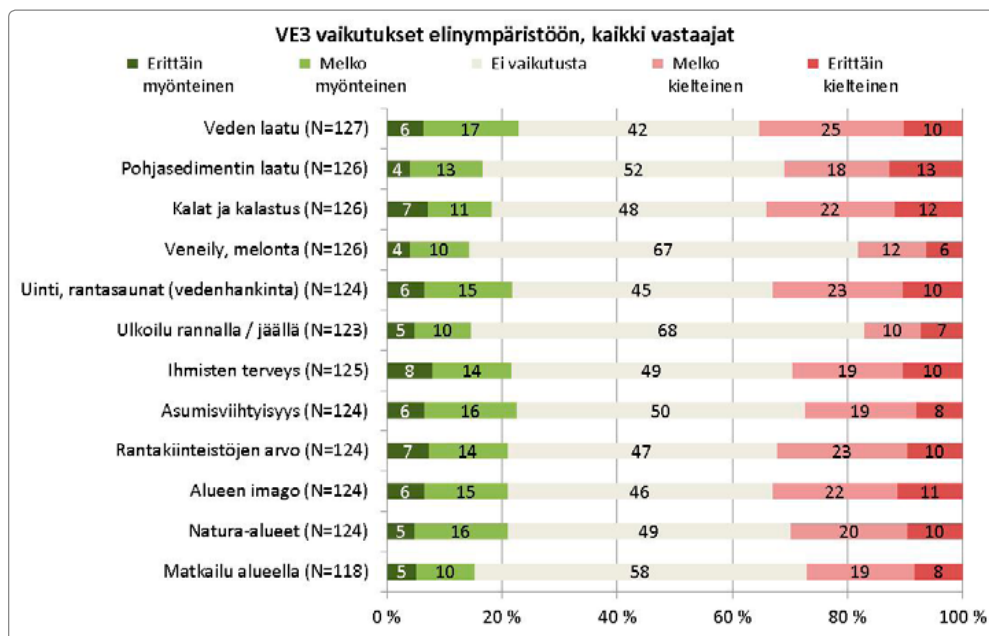
#### 14.4.5 VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Työpajan perusteella virtausolosuhteiden muuttaminen olisi vartenotettava hankevaihtoehto. Työpajan osallistujat ehdottivat useita erilaisia ratkaisuja vaihtoehdon toteuttamiseksi. Esimerkiksi voitaisiin rakentaa pidempi pengeri (Kuva 14-2) ohjaamaan virtaus voimakanaavasta suoraan Pirtinvirtaan. Työpajan osallistujat kuitenkin arvelivat, että vaihtoehto olisi Huruslahden perukan kannalta huonoin. Asukaskyselyn perusteella tämä hankevaihtoehto herätti vastaajissa epätietoisuutta, sillä valtaosa arvioi, ettei vaihtoehdon toteuttamisella olisi vaikutusta heidän elinympäristöönsä (Kuva 14-17).

Hankkeen muiden vaikutusarvointien perusteella virtausolosuhteiden muuttaminen penkereen rakentamisella voi voimistaa voimakanaavan uoman virtausta Huruslahdessa Päiviönsaaren rannalla, jolloin Huruslahden eteläranta voi talvikaudella pysyä nykyistä pidempään ja laajemmin sulana. Tämä voi heikentää talvikalastusmahdollisuuksia aivan Huruslahden eteläosan alueella, mutta toisaalta laajentaa alueen kalastettavuutta kesävälinein. Huruslahdella järjestetään nykyisin pilkkikilpailuja, joten esimerkiksi niiden järjestelyjä pitäisi vaihtoehdon toteutuessa mahdollisesti muuttaa.

Pirtinvirran virtaamaan tai Haukiveden pohjoisosaan tai alueiden kalastettavuuteen virtausolosuhteiden muuttamisella ei arvioida olevan havaittavaa vaikutusta. Muuhun virkistyskäyttöön, kuten uimarantojen viihtyisyyteen tai rannan loma-asuntojen viihtyisyyteen virtausolosuhteiden muuttamisesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia.

Vaihtoehdon toteuttamisen sosiaaliset vaikutukset ovat lieviä ja kohdistuisivat pääasiassa Huruslahdella talvella kalastaviin. Muiden vaikutusarvioiden perusteella haitta-aineiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön jäisi vähäiseksi, joten kalastajien ja ranta-asukkaiden huoli kalastajien huoli haitta-aineiden kulkeutumisesta alapuolisiin vesistöihin ei todennäköisesti toteutuisi.



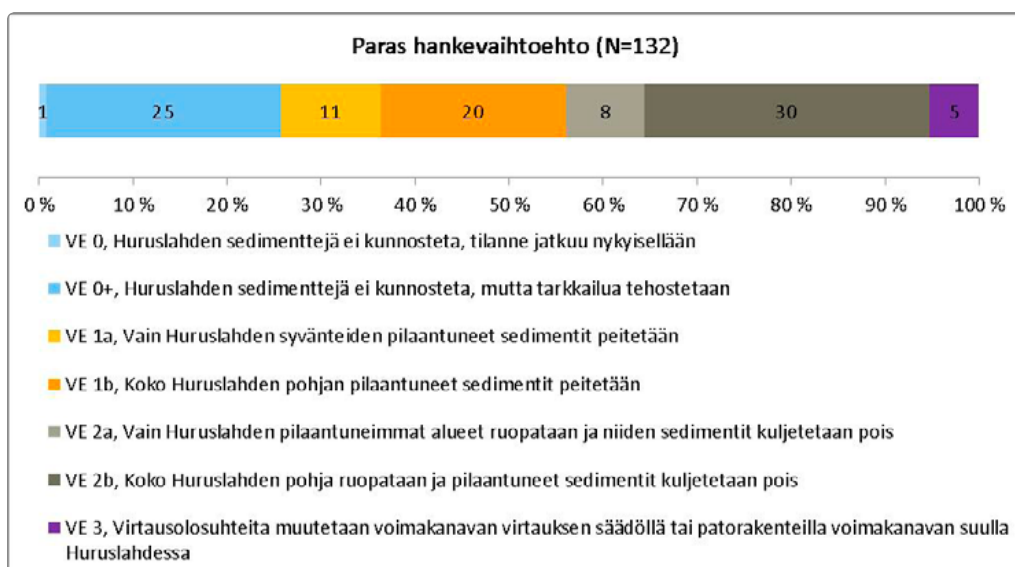
Kuva 14-17. Virtausolosuhteiden muuttamisen vaikutukset elinympäristöön.

## 14.5 Vaihtoehtojen vertailu

Näkemykset eri hankevaihtojen paremmuudesta jakautuvat melko tasaisesti. Asukaskyselyn perusteella koko Huruslahden pohjan ruoppausta pidetään hieman muita hankevaihtoehtoja parempana, mutta myös koko pohjan peittäminen tai tarkkailun lisääminen saavat melkein yhtä paljon kannatusta (Kuva 14-18). Esimerkiksi eri kuntien asukkaiden näkemyksissä eri hankevaihtoehtoista ei ole merkitsevää eroa.

Työpajan perusteella saasteiden poistamista luonnosta pidetään hyvänä asiana, mutta kunnostuksen aikana tapahtuvan mahdollisen haitta-aineiden leviämiseen liittyvät riskit epäilyttävät. Nykytilanteessa vesialueiden nykytila koetaan pääosin hyväksi ja nykyistä vesistöjen käytön kannalta hyväksi koettua tilannetta ei haluta huonontaa. Lisäksi sekä asukaskyselyn vapaamuotoisissa kommenteissa että työpajassa osallistujat ovat tuoneet selkeästi esille, että maallikon on vaikea ottaa kantaa hankkeen mahdollisiin vaikutuksiin, eivätkä kaikki edes halua sitä tehdä, vaan jättävät mielellään hanketta koskevan päätöksenteon ja vaikutusten arvioinnin asiantuntijoille.

Yhteenvetona voidaan todeta, että hankkeen merkittävien sosiaalinen vaikutus on lähistön asukkaiden ja vesistön käyttäjien epätietoisuus ja huoli hankkeen riskeistä oman elinympäristön ja toiminnan turvallisuudelle kaikissa vaihtoehtoissa. Lisäksi vaihtoehtoissa VE 1 ja VE 2 kunnostuksen aikainen veden samentuminen rajoittaisi vesialueiden virkistyskäyttöä Huruslahdessa ja mahdollisesti myös Haukiveden pohjoisimmissa osissa kunnostuksen aikana. Nämä kunnostuksen aikaiset vaikutukset olisivat voimakkaampia koko Huruslahden kunnostusvaihtoehtoissa VE 1B ja VE 2B, joissa kunnostettava pinta-ala on suurempi. Vaikutukset kohdistuisivat erityisesti vesistöjen käyttäjiin, kuten kalastajiin ja rantojen vapaa-ajan asukkaisiin.



Kuva 14-18. Asukaskyselyn vastaajien näkemys parhaasta hankevaihtoehdosta.

## 14.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kunnostustyöstä aiheutuvat vaikutukset liittyvät monilta osin vedenlaatuvaikutuksiin. Keskeisin vaikutusten vähentämiskeino on kunnostustyön hallinta siten, että ruopauksessa irtoava kiinto- ja haitta-ainekuorma jää mahdollisimman vähäiseksi. Myös vesienkäsittelyn sekä ruopausmassan käsittelyn ja loppusijoittamisen (VE 2A ja VE 2B) vaikutuksia saadaan vähennettyä teknisillä ratkaisuilla. Kalastukseen kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää vaihtoehtoissa VE 2 ja VE 3 huomattavasti, jos kunnostustyö toteutetaan kalastuksen kannalta tärkeimmän kesäkauden ulkopuolella. Jos kunnostustyö voidaan toteuttaa loppusyksyllä, ovat vaikutukset selvästi pienempiä, kuin kesäkaudella toteutettaessa. Tämä voi toisaalta aiheuttaa kunnostustyön jaksottumisen useamman vuoden ajalle.

Hankkeen herättämää huolta ja epävarmuutta on mahdollista lieventää aktiivisella kansantajuisella tiedotuksella hankkeen etenemisestä ja mahdollisista haittavaikutuksista. Erityisesti rakentamisaikaisen vaikutusten seuranta ja kansantajuinen tiedotus vaikutuksista Huruslahteen ja Haukiveteen ovat avainasemassa.

## 14.7 Epävarmuustekijät

Sosiaalisten vaikutusten arviointiin liittyy epävarmuuksia, jotka on tunnistettu ja niiden merkitys vaikutusarviointille ja sen luotettavuudelle on pyritty minimoimaan. Arvioitavien asioiden subjektiivinen kokeminen on pyritty ottamaan huomioon tuomalla esiin eri näkemys- ja tulkintavaihtoehtoja vaikutuksen kokijasta tai kohteesta riippuen. Sosiaalisten vaikutusten laadullisen luonteen vuoksi tulkintaa on pyritty selostustekstissä avaamaan siten, että lukija voi myös itse arvioida sen tasapuolisuutta ja oikeellisuutta. Asiantuntijatyönä useiden eri näkemysten pohjalta on pyritty muodostamaan kokonaiskuva vaikutuksesta, vaikka välttämättä ei pystytä toteamaan yhtä, eksaktia vaikutusta.

Raja-arvojen tms. puuttuessa arviointikin on viimekädessä arvosidonnainen tulkinta lähtöaineistojen pohjalta.

Sosiaaliset vaikutukset ovat kytköksissä hankkeen etenemiseen ja elävät hankkeen edetessä. Monet sosiaalisten vaikutusten arvioinnin perustuvat muiden vaikutusarviointien pohjalle, jolloin niiden epävarmuustekijät voivat vaikuttaa myös sosiaalisten vaikutusten arviointiin. Jos tiedonhankintaa sosiaalisten vaikutusten arvioimiseksi joudutaan tekemään kovin varhaisessa vaiheessa hanketta, osallisten arviot esimerkiksi muutosten vaikutuksesta asuin- ja elinympäristöön pohjautuvat puutteelliseen tietoon vaikutuksista.

Asukaskyselystä lähetettiin tiedote ranta-asukkaille ja lisäksi kyselyssä oli kaikille avoin vastauslinkki. Koska kyselyn tavoitteena oli antaa kaikille halukkaille mahdollisuus vastata, ei ole mahdollista arvioida edustavatko saadut vastaukset jotain tiettyä perusjoukkoa, esimerkiksi hankealueen kuntien asukkaita. Lisäksi asukaskyselyn vastausten tulkinnan tekee haasteelliseksi, että hanke-esitteessä ja hankkeen internetsivuilla jaettu tieto hankkeen vaikutuksista on maallikoiden näkökulmasta ollut vähäistä ja vaikeatajuista, eivätkä hankkeen vaikutusarviot ole olleet kyselyn vastaajien tiedossa. Mainituista epävarmuustekijöistä huolimatta kyselyn tulokset antavat vaikutustenarvioinnin lähtötiedoksi tietoa siitä, miten hankealueen vesistöjen ranta-asukkaat suhtautuvat hankkeeseen ja millaisia huolia ja pelkoja hanke alueen ranta-asukkaissa herättää.

Tässä hankkeessa työpaja pystyttiin järjestämään muiden vaikutusarvioiden valmistuttua, jolloin keskustelu työpajassa perustui todellisille vaikutusarviointeille. Lisäksi työpajaan tavoitettiin osallistujia kattavasti Huruslahden ja Haukiveden vesialueiden käyttäjistä. Nämä tekijät vähentävät sosiaalisten vaikutusten subjektiivisuudesta johtuvaa epävarmuutta jonkin verran ja lisäävät arvioinnin luotettavuutta. Työpajan osallistujat kuitenkin totesivat, että vaikka vaikutusarviot ovat tiedossa, hankkeeseen on vaikea ottaa kantaa, sillä pohjan sedimentit ja niiden haitta-aineet ovat maallikon näkökulmasta vaikeatajuisia asioita.

# 15. Vaikutukset kalastukseen ja virkistyskäyttöön

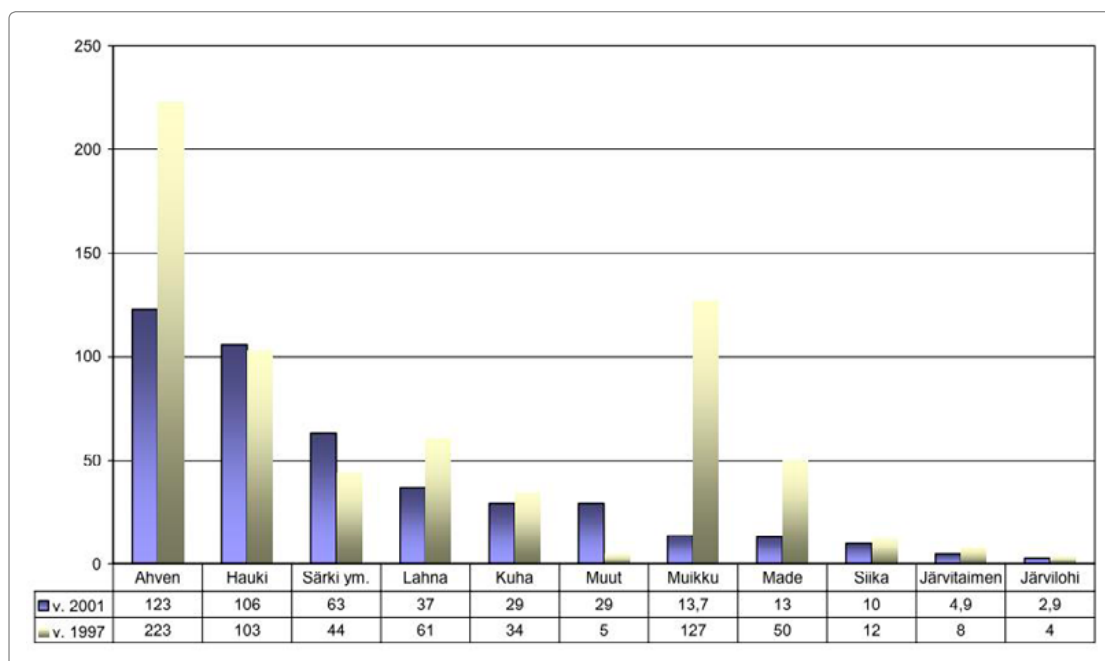
## 15.1 Nykytila

Huruslahden alue, Varkauden yläpuolinen alue ja Varkauden alapuolelta noin 1 500 hehtaarin alue kuuluvat Unnukan kalastusalueeseen. Muilta osin Varkauden alapuolinen alue kuuluu Haukiveden kalastusalueeseen. Molemmilla kalastusalueilla toimii useita osakaskuntia. Huruslahtea lähimmät virkistyskalastusalueet sijaitsevat Ämmäkoskessa ja sekä välittömästi Huruslahden alapuolella Pirtinvirrassa, joissa kalastus keskittyy lähinnä lohikalajien sekä kuhan viehekalastukseen. Myös Huruslahdella harjoitetaan virkistyskalastusta. Huruslahdella järjestetään mm. pilkkikilpailuja.

Haukiveden kalastusalueen hoitosuunnitelman 2005 - 2015 mukaan alueen arvokkaimmat kalakannat ovat muik-

ku, kuha järvitaimen. Saaliiksi saadaan eniten ahventa, haukea ja särkeä. Yli 30 % saaliista pyydetään verkoilla ja muita eniten käytettyjä pyyntimenetelmiä ovat onki, katiska sekä muut pyydykset (Haukiveden käyttö- ja hoitosuunnitelma 2005 - 2015). Viehekalastuksen osuus suhteessa verkko-pyyntiin on ollut jatkuvassa kasvussa. Vuoden 2001 tietojen perusteella kokonaissaalismäärä Haukivedellä oli noin 418 tonnia ja viehekalastuspäiviä alueella oli 58 000.

Haukiveden alueella toimivien ammattikalastajien määrä on alle 10. Osa Savonlinnan vesialueella kalastavista toimii myös muilla kalastusalueilla. Huruslahden alueella ei tietyvästi harjoiteta ammattimaista kalastusta.



Kuva 15-1. Vapaa-ajankalastajien saaliit haukivedellä vuosina 2001 (violetti) ja 1997 (harmaa) kyselytutkimusten mukaan (Haukiveden käyttö- ja hoitosuunnitelma 2005 – 2015).

Norpan suojelu on tuonut merkittäviä rajoituksia Haukiveden kalastusalueen kalastukseen. Lisäksi Saimaan järvilohistrategiassa on esitetty huomattavia kalastuksen-sääntelytoimenpiteitä alueelle.

Huruslahden yläpuolisella Unnukan alueella on kaksi EU:n uimavesidirektiivin mukaista uimarantaa Kommilassa ja Haijanselällä. Lisäksi muita uimarantoja on ainakin Huruslahdessa, Unnukan alueella sekä myös Haukiveden lähialueella. Hertunsaaressa on uimaranta ja vieressä vene-  
valkama ja lasten leikkipuisto.

Varkauden vesistöistä voi nauttia maisema-, kanava- tai höyrylaivaristeilyillä, opastetuilla kanoottiretkillä tai veneil-  
len useita venesatamia hyödyntäen. Iisvesi-Unnukka –me-  
lontareitti kulkee Huruslahden eteläpuolella Taipaleen ka-  
navan ja Peltosenlammen välillä Lehtoniemen melontasat-  
aman kautta.

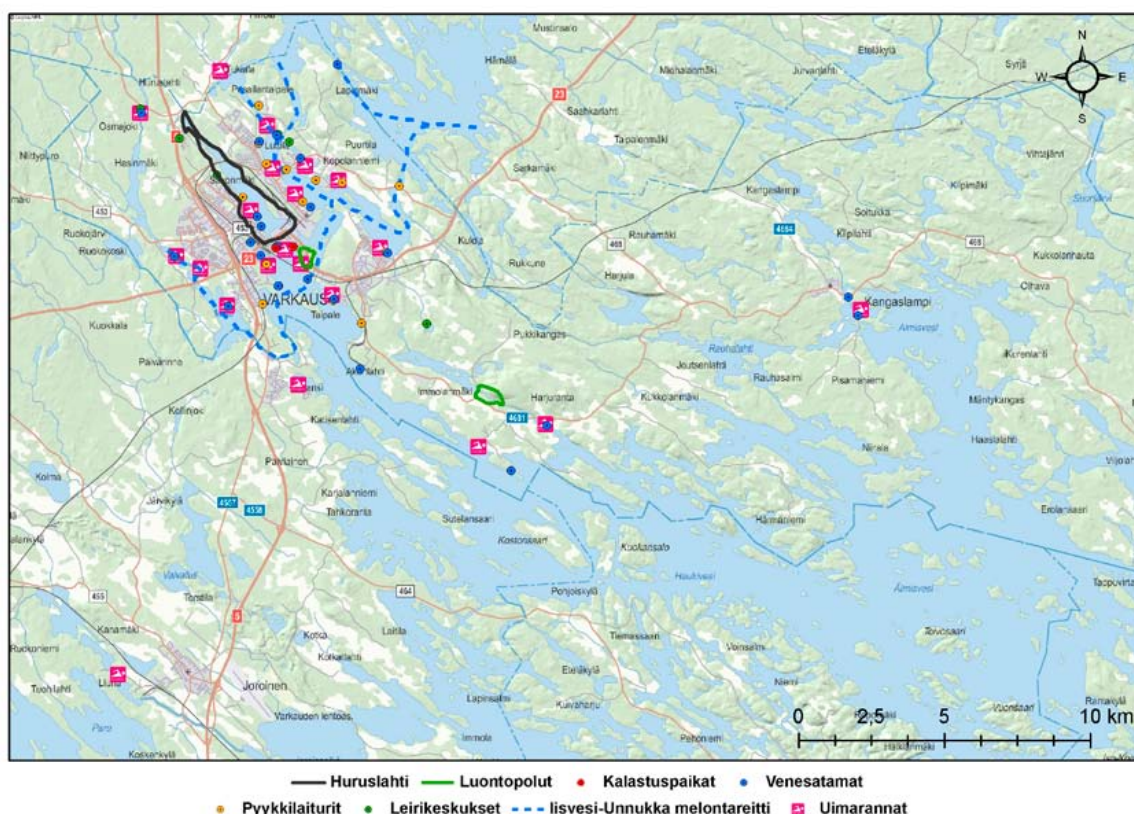
Kanavaaaren rantoja kiertää luontopolku, jossa on tal-  
vella hiihtolatu. Hiihtolatuja on myös Huruslahden länsi- ja  
pohjoispuolen rannoilla.

## 15.2 Arviointimenetelmät

Vaikutuksia kalastukseen ja muuhun vesialueiden virkis-  
tyskäyttöön arvioitiin YVA:n aikana kerätyn tiedon, veden-  
laatuun, vesieliöstöön ja ihmisten terveyteen kohdistuvi-  
en vaikutusarviointien sekä aikaisempien selvitysten pe-  
rusteella. Arvioinnissa otettiin huomioon alueella tehdyt  
selvitykset. Arviointia varten selvitettiin Huruslahden ja  
Haukiveden viralliset uimapaidat sekä tiedossa olevat pin-  
taveden käyttäjät. Lisäksi tietoa virkistyskäyttömuodoista ja  
virkistyskäytön alueellisesta sijoittumisesta kerättiin mm.  
ohjausryhmätyöskentelyn avulla. Tietoa kerättiin julkisista  
tietolähteistä sekä elinkeinoihin liittyvistä tilastoista ja re-  
kistereistä.

## 15.3 Vaikutusten tarkastelualue

Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvien vaikutusten tar-  
kastelualue oli sama kuin vedenlaatu- ja kalastovaikutus-  
ten kohdalla, eli Huruslahden lisäksi alapuoliset vesialueet  
Linnansaaren Natura-alueelle asti.



Kuva 15-2. Virkistyskäyttömahdollisuuksia hankealueen läheisyydessä.

## 15.4 Arvioidut vaikutukset

### 15.4.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Vaihtoehtoissa joissa ei tehdä aktiivisia kunnostustoimenpiteitä, säilyy tilanne kalastuksen ja virkistyskäytön osalta nykyisellään. Huruslahden haitta-aineista ei ole arvioitu aiheutuvan sellaisia terveys- tai ekologisia riskejä alapuolisille vesialueille, jotka tulevaisuudessa voisivat estää vesistöjen virkistyskäytön (uinti, kalastus) tai ammattimaisen kalastuksen. Haitta-aineet voivat kuitenkin imagotekijöiden seurauksena heikentää alueen houkuttelevuutta kalastus- ja virkistyskäytössä. Veneilyyn tai retkeilyyn Huruslahden sedimentin haitta-aineilla ei ole vaikutuksia.

### 15.4.2 VE 1 sedimenttien peittäminen

Nykyisin Huruslahden kaloissa todettuun keskimääräiseen organotinojen pitoisuuteen 20 µg/kg verrattuna peittämis- töistä aiheutuva laskennallinen pitoisuuslisä kaloissa on riskinarvion päivituksen mukaan (Esko Rossi Oy 2012) enimmillään 10 – 16 % Huruslahden eteläosassa ja Huruslahti-Tahkosalmi -alueella. Tahkosalmen alapuolisilla vesialueille haitta-aineiden kulkeutuminen on vähäisempää, jolloin myös pitoisuusmuutokset kaloissa jäävät pienemmiksi. Huruslahden sedimentissä esiintyvien kuparin, nikkelin, sinkin ja PAH-yhdisteiden kertyminen kaloihin on vähäisempää eikä syöntikelpoisuuteen vaikuttavia pitoisuusmuutoksia aiheudu.

Huruslahden ja Huruslahti-Tahkosalmen alueilla kalojen ja etenkin muikun ammattimainen pyynti on vähäisempää kuin alapuolisilla vesialueilla, joten edellä mainituista kalojen haitta-ainepitoisuusmuutoksista ei sellaisenaan aiheudu haittaa kalojen syönti- tai myyntikelpoisuuteen.

Voimakkaimmat pitoisuusmuutokset kaloissa aiheutuvat Pirtinvirran alueella sekä Haukiveden pohjoisosassa, jolla tapahtuva virkistyskalastus voi vähentyä sedimentin haitta-aineiden aiheuttaman imagohaitan takia. Terveydellistä vaaraa kaloihin aiheutuvista pitoisuusmuutoksista ei riskinarvion perusteella pitäisi aiheutua, vaikka alueelta pyydetäviä kaloja käytettäisiin ravintona likimain nykyiseen tapaan ja kun noudatetaan Eviran syöntisuosituksia.

Pilaantuneimpien sedimenttien peittämisen aikana liikkumista Huruslahden alueella voidaan joutua rajoittamaan, mutta muuhun ympäröivän alueen virkistyskäyttöön pilaantuneiden sedimenttien peittämisestä ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia. Koko Huruslahden peit-

tämisvaihtoehdossa liikkumista Huruslahden alueella joudutaan todennäköisesti rajoittamaan merkittävästi ja myös rajoittamaan Huruslahden alueella olevan uimarannan käyttöä ainakin ajoittain. Samentumavaikutuksen voimakkuudesta ja kulkeutumisesta riippuen myös Varkaudessa Haukiveden pohjoisosassa olevien uimarantojen käytön mielekkyys voi heikentyä töiden aikana.

Kunnostuksesta voi aiheutua välillisiä vaikutuksia kalastoon, mikäli veden sameus ja ravinnekuormitus sedimentin pölyämisen seurauksena lisääntyvät johtaen mm. pyydysten limoittumiseen tavanomaista nopeammin.

### 15.4.3 VE 2 sedimenttien ruoppaus

Nykyisin Huruslahden kaloissa todettuun keskimääräiseen organotinojen pitoisuuteen aiheutuu sedimenttien ruoppauksesta enimmillään 14...29 % laskennallinen pitoisuuslisä ilman kuivatusvesien vaikutusten huomioimista. Vaikutus ilmenee Huruslahden eteläosassa sekä Huruslahti-Tahkosalmi -välisellä alueella.

Peittämisen tapaan imagohaitat voivat heikentää virkistyskalastusta Pirtinvirran alueella sekä Haukiveden pohjoisosassa, mutta terveyshaittaa pitoisuusmuutoksista ei riskinarvion mukaan aiheudu.

Pilaantuneimpien sedimenttien ruoppauksen aikana liikkumista Huruslahden alueella voidaan joutua rajoittamaan. Lisäksi voi tulla tarpeen rajoittaa uimista ja kalastusta ruoppausmassojen kuivatusvesien purkupisteen lähistöllä. Muuhun ympäröivien alueiden virkistyskäyttöön pilaantuneiden sedimenttien ruoppaamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia.

Koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa joudutaan liikkumista Huruslahdella rajoittamaan todennäköisesti merkittävästi. Lisäksi Huruslahdella sijaitsevan uimarannan käyttöä joudutaan todennäköisesti rajoittamaan ainakin ajoittain. Samentumavaikutuksen voimakkuudesta ja kulkeutumisesta riippuen myös Varkaudessa Haukiveden pohjoisosassa olevien uimarantojen käytön mielekkyys voi heikentyä töiden aikana. Samentumalla ja ravinnekuormituksella voi peittämisen tapaan olla kalastusta haittaava välillinen vaikutus pyydysten limoittumisen seurauksena.

### 15.4.4 VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Virtausolosuhteiden muuttaminen penkereen rakentamisella voi voimistaa voimakanavan uoman virtausta Huruslahdessa Päiviönsaaren rannalla, jolloin Huruslahden eteläranta voi talvikaudella pysyä nykyistä pidempään ja

laajemmin sulana. Tämä voi heikentää talvikalastusmahdollisuuksia aivan Huruslahden eteläosan alueella, mutta toisaalta laajentaa alueen kalastettavuutta kesävälinein. Pirtinvirran virtaamaan tai Haukiveden pohjoisosaan tai alueiden kalastettavuuteen virtausolosuhteiden muuttamisella ei arvioida olevan havaittavaa vaikutusta. Muuhun virkistyskäyttöön virtausolosuhteiden muuttamisesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia.

Virtausolosuhteiden muuttamisesta ei aiheudu sellaisia organotinojen pitoisuusmuutoksia kaloissa, jotka heikentäisivät kalojen syönti- tai myyntikelpoisuutta.

### 15.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kalastukseen kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat arvion mukaan lähinnä sedimentin haitta-aineiden aiheuttamasta imagohaitasta. Haitallisia vaikutuksia kalastukseen voidaan vähentää tarkkailemalla haitta-ainepitoisuuksien kehittymistä vesistöissä ja kaloissa sekä tiedottamalla tuloksista asianmukaisesti.

### 15.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Arviointi perustuu laskelmiin ja riskinarvioihin sekä niiden perusteella tehtyihin johtopäätöksiin ja asiantuntija-arviointeihin. Arviointiin liittyy kaikki se epävarmuus, mikä on ollut laskelmien lähtötiedoissa. Lisäksi itse laskelmiin sisältyy aina tiettyä epävarmuutta. Joissakin hankevaihtoehdoissa itse toimenpiteistä ei aiheudu vaikutuksia kalastukseen ja virkistyskäyttöön, mutta vaikutuksia voi aiheutua välillisesti imagotekijöiden kautta, mikä tuo arviointiin epävarmuutta.

Riskinarvio on laadittu siten, että vedenlaatu- ja kalastovaikutuksia on arvioitu kunnostusalueella sekä alapuolisilla vesialueilla. Aikaisemmista ruoppaushankkeista kerätyn kokemuksen perusteella voidaan arvioida, että kunnostustyössä irtoavien haitta-aineiden pitoisuus pienenee virtaussuunnassa alaspäin mentäessä kiintoaineen laskeutumisen ja laimenemisen johdosta. Kunnostustyön todelliset vaikutukset vaikutusalueella selvitetään työn aikana tehtävillä seurantatutkimuksilla.

# 16. Vaikutukset matkailuun, muihin elinkeinoihin ja työllisyyteen

## 16.1 Nykytila

Varkaus on kehittynyt kaupungissa keskeisellä paikalla olevan paperi- ja sellutehtaan ympärille. Yleinen paperi- ja selluteollisuuden rakennemuutos on kuitenkin vaikuttanut myös Varkauden tehtaaseen. Nykyisin tehtaalla työskentelee 260 työntekijää kun vielä muutama vuosi sitten työntekijöitä oli yli 500.

Varkaudessa paperiteollisuuden lisäksi merkittävä teollisuudenhaara on teknologiateollisuus, jossa suunnitellaan ja valmistetaan mm. paperiteollisuuden ja voimalaitosten kattiloita, soodakattiloita, haihduttimia ja keittimiä sekä niiden osia. Työpaikkoja Varkauden teknologiateollisuudessa on noin 1000. Varkauden seudun teknologiateollisuuden osuus Pohjois-Savon ulkomaanviennistä on yli 40 % ja rahallisesti noin 50 % koko maakunnan viennin arvosta. Paperiteollisuuden vähentyessä on teknologiateollisuus samanaikaisesti laajentunut ja kasvattanut merkitystään Varkaudessa ja Pohjois-Savossa.

Työpaikkojen jakautuminen Varkauden, Joroisten ja Rantasalmen alueella on esitetty ohessa (Taulukko 16-1).

Taulukko 16-1. Työpaikat hankealueella.

|                | Varkaus<br>(2010)<br>% | Joroinen<br>(2010)<br>% | Rantasalmi<br>(2010)<br>% |
|----------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Alkutuotanto   | 1,6                    | 27,4                    | 26,8                      |
| Jalostus       | 34,8                   | 20,7                    | 13,8                      |
| Palvelut       | 62,2                   | 50,7                    | 57,0                      |
| Muut toimialat | 1,4                    | 1,2                     | 2,4                       |
| Työttömyysaste | 17,2                   | 13,6                    | 16,5                      |

Matkailu on hankkeen vaikutusalueella muiden elinkeinon ohella merkittävä työllistäjä ja alueelle tärkeä ala. Pohjois-Savon alueella on noin 7 000 vuodepaikkaa 40 hotellissa ja 140 maatilamajoituksessa ja lisäksi alueella työ-

kentelee noin 2 200 matkailualan ammattilaista. Pohjois-Savossa matkailu on myös taloudellisesti vahva elinkeino: välitön matkailutulo on yli 200 milj. euroa vuosittain ja työllisyysvaikutukset selvästi yli 2 000 henkilötyövuotta.

Hankkeen vaikutusalueen matkailu keskittyy pääosin Linnansaaren kansallispuiston alueelle, jolla käy vuosittain noin 30 000 kävijää. Rantasalmen kunnan alueella sijaitsevan, Linnansaaren Natura-alueeseen rajautuvan Poronsalmen matkailualueella toimii kolme matkailualan yritystä. Matkailupalvelutoiminta keskittyy Poronsalmella kesäkuukausille ja matkailupalveluiden käyttöaste vaihtelee 5 – 80 %:n välillä. Kesällä asiakkaille on tarjolla mm. uimista ja saunomista, soutamista, melontaa, veneilyä moottorialuksilla, kalastusta, norppasafareita ja maisemariisteilyjä.

Talvella matkailun vilkkaat ajankäytöt sijoittuu uuteen vuoteen ja kestää noin kaksi viikkoa. Lisäksi talven ja kevättalven sesonkiaikaa ovat hiihtoloma-viikot ja pääsiäinen. Talvella Haukiveden alueella kalastetaan, retkikuistellaan, potkukelkkaillaan, purjelautailaan, hiihdetään sekä tehdään moottorikelkka-ajeluja.

## 16.2 Arviointimenetelmät

Matkailuun, elinkeinoihin ja työllisyyteen mahdollisesti kohdistuvat vaikutukset muodostuvat välillisesti hankkeen vesistövaikutusten kautta. Vesistövaikutusten merkittävyys vaikutusalueella liittyy siten kiinteästi matkailuun ja elinkeinoihin kohdistuvien vaikutusten arviointiin. Myös ihmisten terveyteen ja elinolosuhteisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin tulokset liittyvät olennaisesti matkailuun ja elinkeinonharjoittamiseen. Matkailuun, elinkeinoihin ja työllisyyteen kohdistuvat vaikutukset arvioitiin asiantuntijatyönä vesistövaikutusarvion pohjalta.

## 16.3 Vaikutusten tarkastelualue

Matkailuun ja elinkeinoin ja työllisyyteen kohdistuvien vaikutusten tarkastelualueena käytettiin samaa aluetta kuin vesistövaikutusten ja ihmisten terveyteen ja elinolosuhteisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa eli Huruslahden lisäksi alapuoliset vesialueet, joille voi aiheutua vedenlaatuvaikutuksia.

## 16.4 Arvioidut vaikutukset

Ilman aktiivisia kunnostustoimenpiteitä säilyvät haitta-aineiden kulkeutuminen sekä niiden imago-vaikutukset nykyisellään. Riskinarvion laskelmilla osoitettiin, että Huruslahdesta tuleva organotinakuormitus Haukiveden on nykyisin pienempi kuin organotinojen hajoaminen Haukiveden sedimentissä, jolloin pitoisuudet Haukiveden sedimentissä laskevat vähitellen. Pitoisuudet Haukivedellä pysyvät nykyiseen tapaan haitattoman tason alapuolella. Merkittävin matkailukohde Haukiveden alueella on Linnansaaren kansallispuisto, jonka suojeluarvoihin nykytilanteen jatkumisella ei ole todettu olevan vaikutuksia mahdollisia imagohaittoja lukuun ottamatta.

Luonto- ja kalastusmatkailuyritykset ovat keskittyneet Haukiveden ja erityisesti Linnansaaren kansallispuiston alueelle, mikä vähentää käytännössä matkailutoiminnalle aiheutuvia vaikutuksia, mikäli Huruslahden sedimenttejä päätetään kunnostaa. Riskinarvion mukaiset vedenlaatu-, sedimentti- ja kalastusvaikutukset sekä terveysriskit on arvioitu Huruslahden ja Pirtinvirran alueelle. Vaikutukset pienenevät huomattavasti edemmäs Haukivedelle mentäessä.

Muilla kuin matkailuyrityksillä aiheutuvia suoria vaikutuksia on tässä vaiheessa vielä vaikea arvioida tarkasti. Kaikkiin kunnostusvaihtoehtoihin sisältyy maa-ainesten (peittäminen, penkereen rakentaminen) tai sedimentin ja veden käsittelyä (ruoppaus) sekä varsinaista kunnostustyötä edeltäviä suunnittelu- ja tutkimusvaiheita. Lisäksi ruoppausvaihtoehtoon sisältyy sedimenttien kuljetusta muualle loppusijoitettavaksi. Kaikilla edellä mainituilla työvaiheilla on suoria työllistäviä vaikutuksia.

Sedimenttien kunnostamisella voi olla merkitystä laajemmin myös alueen kehittämisen kannalta. Mikäli sedimenttien kunnostaminen koetaan olevan imagollisesti tärkeää, voi kunnostamisella olla positiivisia vaikutuksia Varkauden lähialueiden kehittämiseen. Kunnostaminen vaatii toisaalta joka vaihtoehdossa mittavia rahallisia resursseja, jotka voivat kunnostuksen takia olla pois muusta alueen elinkeinotoiminnan kehittämisestä. Kunnostuksesta aiheutuvat päästöt voivat toisaalta heikentää Haukiveden

vaikutusalueiden imagoa ja sitä kautta houkuttelevuutta matkailunäkökulmasta.

Rantasalmen matkailu ry:ltä tulleen vapaamuotoisen asukaskyselyvastauksen (21.3.2013) mukaan kevätkalven 2013 aikana Haukivedellä kalastusta varten tehdyissä avannoissa on havaittu sinilevää sekä Linnansaaren kansallispuiston että Oravin läheisyydessä. Tästä syystä Huruslahden puhdistusta suunniteltaessa poissuljettuja yhdistyksen mielestä ovat ne vaihtoehdot, jotka lisäävät väliaikaisestikin alapuolisen vesistön kuormitusta. Yhdistyksen mukaan Huruslahden pohjan peittäminen soveltuvilla aineksilla joko kokonaan tai osittain saattaisi olla annetuista vaihtoehdoista paras, ellei se aiheuta sedimentin kulkeutumista alapuoliselle Haukivedelle.

## 16.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kunnostustyöstä matkailuelinkeinolle aiheutuvia haittoja voidaan vähentää ajoittamalla kunnostustyö matkailun kannalta tärkeimmän kesäkauden ulkopuolelle. Talvi asettaa haasteita kunnostuksen tekniselle toteuttamiselle, mutta vaikutuksia voidaan vähentää myös, jos kunnostus toteutetaan loppusyksyllä.

Kuten lähes kaikkien muidenkin vaikutusten kannalta, myös matkailun ja muiden elinkeinon kannalta on tärkeintä, että kunnostuksessa pystytään ehkäisemään mahdollisimman tehokkaasti haitta-aineiden karkaaminen kunnostustyön aikana.

Kunnostustyöstä matkailulle aiheutuvia haittoja voidaan vähentää myös asianmukaisella tiedottamisella. Matkailuyritysten on syytä tietää, milloin kunnostustyö on käynnissä, jotta he voivat suunnitella toimintaansa mahdollisimman ajoissa. Kunnostustyön tarkemman suunnittelun ja työnaikaisen seurannan avulla voidaan rajata alueet, joissa esimerkiksi uintia tai kalojen käyttöä ravintona tulisi välttää. Mahdollisessa kunnostuksessa voidaan alueen asukkaille, yrittäjille ja muille sidosryhmille järjestää mahdollisuus osallistua kunnostustyön etenemisen seurantaan.

## 16.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus

pilaantuneiden sedimenttien kunnostustyön suunnittelu on vasta alkuvaiheessa, joten kunnostustyön suoria työllisyysvaikutuksia on vielä vaikea arvioida. Samoin myös kunnostamisen vaikutuksia Varkauden talouteen ja kehittymiseen on tässä vaiheessa vaikea ennustaa.

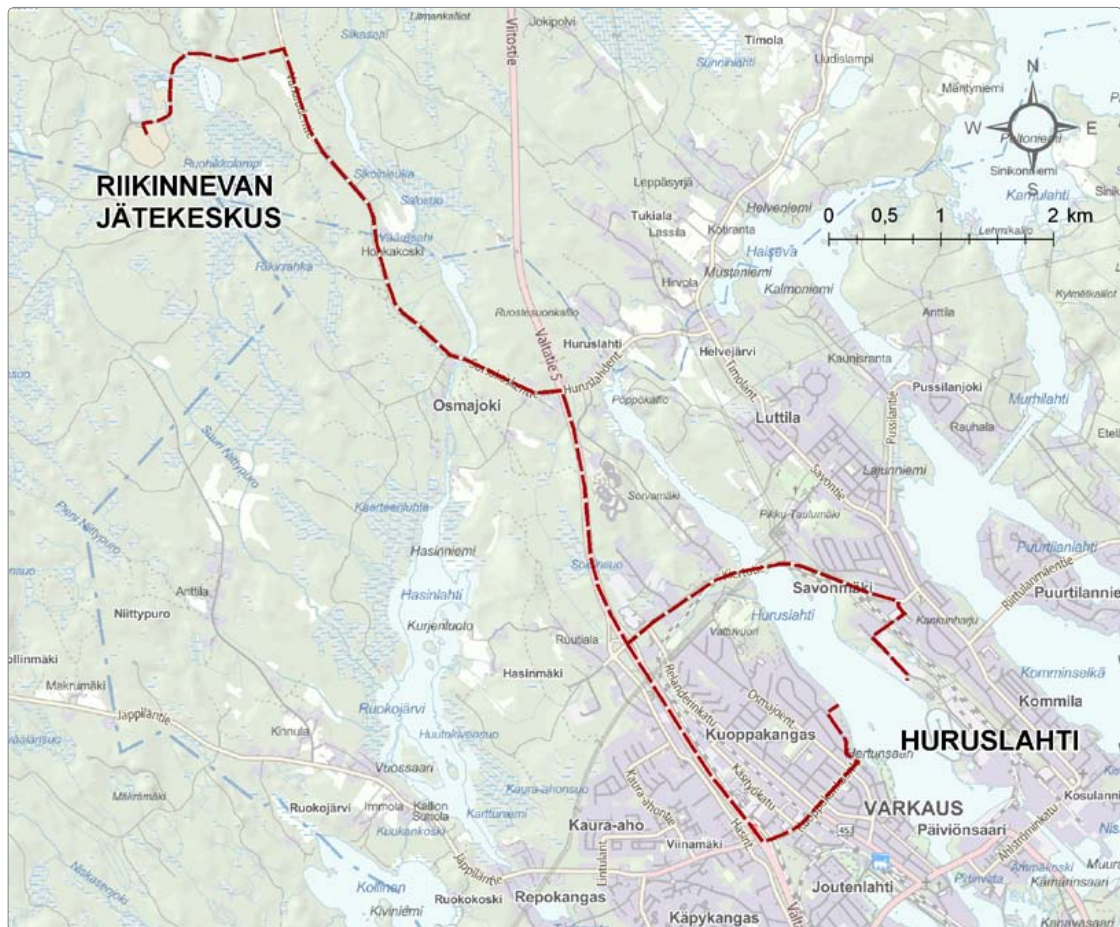
# 17. Vaikutukset liikenteeseen

## 17.1 Nykytila

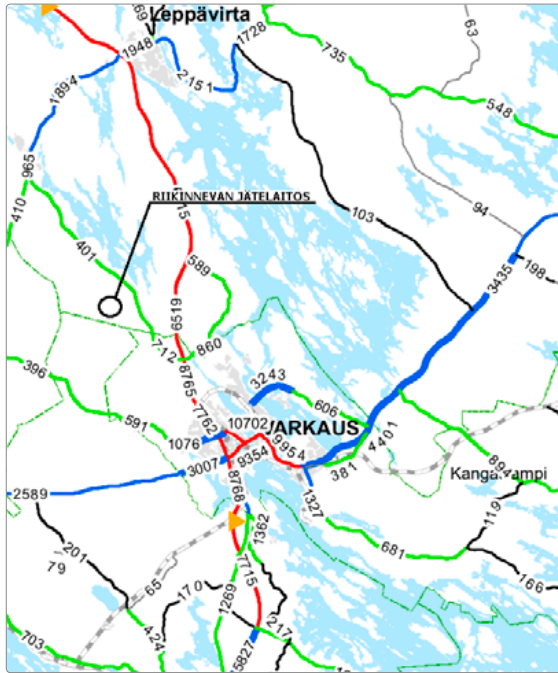
Varkauden läpi etelä-pohjoissuunnassa kulkee maan pääväylystä valtatie 5 ja lisäksi Länsi-Iltä suuntaisesti Varkautta halkoo valtatie 23. Molemmat valtatiet kulkevat Huruslahden läheltä ja lisäksi Huruslahden ympäristössä on muuta kaupunkiliikennettä. Huruslahden rantaan tulevat tiet kulkevat asutusalueiden läpi. Liikenteellisten vaikutusten tarkastelun kannalta tässä hankkeessa olennaista on reitille Huruslahti-Riikinneva aiheutuvien liikenteellisten vaikutusten tarkastelu (Kuva 17-1).

Kokonaisvuorokausiliikennemäärät Varkauden suuremmilla teillä vaihtelevat 3 000...10 000 ajoneuvon välillä vuorokaudessa (Kuva 17-2).

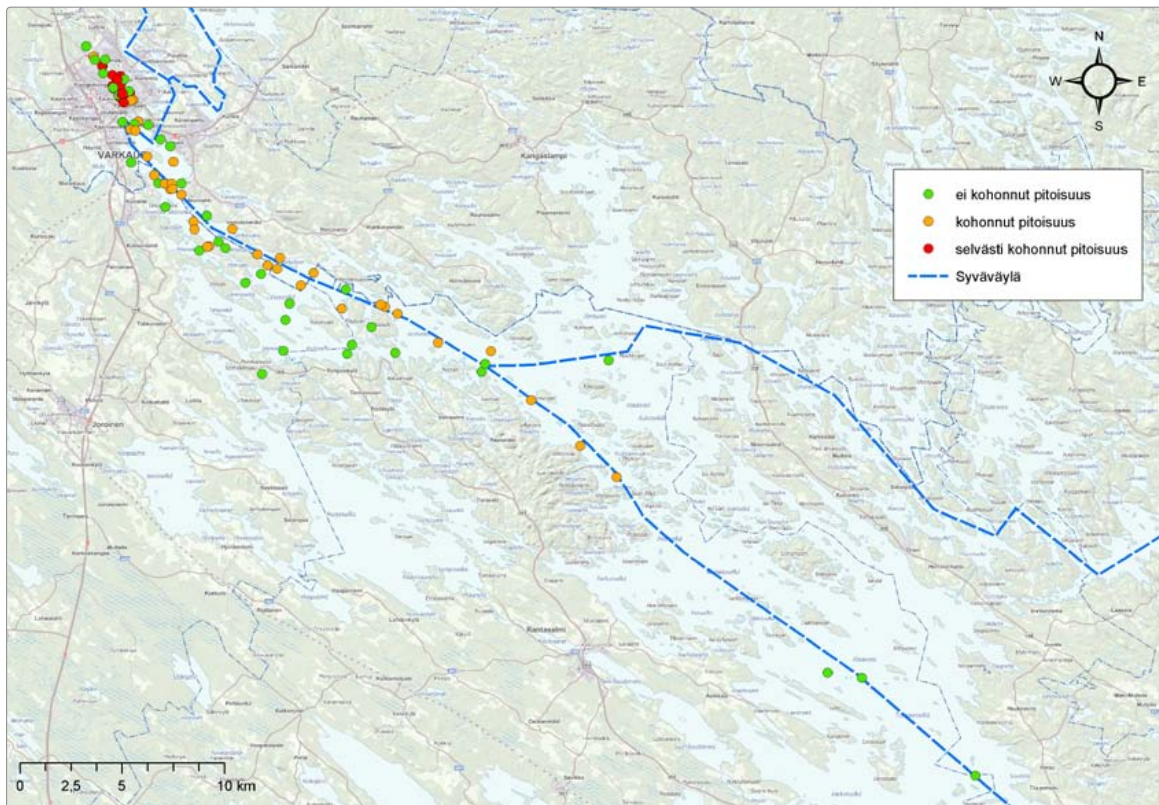
Huruslahden alapuolisella vesialueella kulkee Saimaan syväväylä, joka on Suomen sisävesien merkittävimpiä vesikuljetusreittejä. Syväväylä kulkee Haukivedeltä Taipaleen kanavan kautta Unnukalle ja edelleen Kallaveteen ja Kuopioon. Taipaleen kanavan läpi kulkee vuosittain noin 6 500 rahti-, hivi- ja matkustaja-alusta.



Kuva 17-1. Huruslahti-Riikinneva ajoreitti.



Kuva 17-2. Kokonaisliikennemäärät Varkauden alueella sekä Varkauden ja Riikinnevan jätekeskuksen välisillä teillä (ajoneuvova vuorokaudessa, Lähde: Liikennevirasto 2011).



Kuva 17-3. Saimaan syväväylä ja sedimentin organotinapitoisuudet.

## 17.2 Arviointimenetelmät

Sedimenttien käsittely ja/tai loppusijoitus vaativat kuljetuksia ruoppausvaihtoehdossa. Myös mahdollisesti peitos- ja käytettävien materiaalien tuonti kohteeseen edellyttää kuljetuksia. Syntyvät liikennemäärät arvioitiin kuljetettavien massojen määräärvion perusteella ja liikenteen lisääntymisen kautta syntyviä vaikutuksia teiden käyttöön ja liikenneturvallisuuteen arvioitiin asiantuntijatyönä.

Sedimenttien ruoppaus ja jatkokäsittely- / loppusijoitusvaihtoehdossa liikenteellisten vaikutusten arviointi perustui nykyisiin liikennemääriin sekä tiestön tilaan sekä arvioon sedimentin poiskuljettamisen aiheuttamista liikennemääristä. Peittovaihtoehdossa liikennevaikutusten tarkastelu perustui vastaavasti peittomateriaalien kuljetusten aiheuttamiin liikennemääriin.

## 17.3 Vaikutusten tarkastelualue

Liikennevaikutusten tarkastelualue käsitti Huruslahden lähialueen ja lisäksi ruoppausmassojen kuljetusten liikennevaikutuksia tarkasteltiin Huruslahdesta Riikinnevan jätelaitokseen vievillä kuljetusreiteillä. Vesiliikenteeseen kohdistuvia vaikutuksia tarkasteltiin Huruslahden alueella.

## 17.4 Arvioidut vaikutukset

### 17.4.1 VE 0 ja VE 0+, ei aktiivisia kunnostustoimenpiteitä

Jos aktiivisia kunnostustoimia ei toteuteta, alueen liikennemäärät vastaavat nykytilannetta ja kehittyvät pitkällä aikavälillä muista tekijöistä riippuen. Huruslahden pilaantuneilla sedimenteillä ei ole vaikutusta liikennemääriin.

### 17.4.2 VE 1A pilaantuneimpien sedimenttien peittäminen

Sedimenttien peittämisessä aiheutuu liikenteellisiä vaikutuksia, jotka ovat seurausta peittämisessä tarvittavien materiaalien toimituksista Huruslahden alueelle. Lisäksi peittämistyön aikana on tarpeen rajoittaa vesiliikennettä Huruslahden alueella työkohteen läheisyydessä.

Pilaantuneimpien alueiden peittämisessä tarvittavien kiviainesten määräksi on edellä arvioitu 15 000 kuutiometriä. Tämä tarkoittaa noin 750 täysperävaunuyhdistelmäkuormaa (40 tonnia/auto) maa-ainestenottoalueen sekä

Huruslahden välillä. Mikäli peittämistyö ajoittuu 1...2 kuukauden ajanjaksolle, tarkoittaa tämä keskimääriin 18...36 kuorma-autollista vuorokaudessa olettaen, että materiaaleja ajetaan vain työn aikana ja ettei peittämisenopeus muodostu rajoitteeksi. Peittomateriaalien kuljetuksista ei aiheudu merkittävää muutosta Varkauden pääteiden nykyisiin liikennemääriin.

Peittomateriaalien kuljetusten vaikutukset liikennemääriin näkyvät lähinnä aivan Huruslahden lähistöllä olevilla pienemmillä teillä, joilla lisääntyvä raskas liikenne voi aiheuttaa liikenneturvallisuuden heikkenemistä sekä tarvetta erityisliikennejärjestelyille työn aikana. Peittomateriaalikuormien purkamista ja välivarastointia varten Huruslahden ranta-alueelle tulee rajata riittävä työalue, jolla tapahtuvasta kiviainesten käsittelystä voi aiheutua melu- ja pölyhaittaa lähistön asutukseen. Ennen töiden aloittamista Huruslahdelle johtavien pienten teiden kato-kyky tulee varmistaa, jotta raskaista kuljetuksista ei aiheudu vaurioita teiden rakenteille.

### 17.4.3 VE 1B koko Huruslahden peittäminen

Koko Huruslahden peittämisessä tarvitaan noin 800 000 kuutiometriä kiviaineksia, jolloin täysperävaunukuormia tarvitaan noin 40 000 kappaletta. Mikäli peittäminen tapahtuu kahden vuoden aikana, tarkoittaa tämä noin 90 kuormaa vuorokaudessa olettaen että kuormia ajetaan alueelle ainoastaan peittämistyön ja peittämistä tehdään 220 päivänä vuodessa. Tämä tarkoittaa noin 10 kuormaa tunnissa. Mikäli peittämistyö ajoittuu useamman vuoden ajalle, pienenee päivittäinen kuormamäärä samassa suhteessa.

Kuljetukset lisäävät Huruslahden lähistön pienempien teiden raskaan liikenteen määriä erittäin merkittävästi. Merkittävää muutosta Varkauden pääteiden nykyisiin liikennemääriin ei kuljetuksista kuitenkaan aiheudu. Kuljetuksista aiheutuu liikenneturvallisuuden heikkenemistä Huruslahden lähistön pienemmillä teillä ja lisäksi kuljetuksista aiheutuu melu- ja pölyhaittaa asutukseen.

### 17.4.4 VE 2A pilaantuneimpien sedimenttien ruoppaus

Sedimenttien ruoppauksessa liikennettä aiheutuu kuivatettujen ruoppausmassojen kuljetuksista loppusijoitettavaksi Riikinnevan jätelaitokseen Leppävirralle. Lisäksi ruoppaustyön aikana on tarpeen rajoittaa vesiliikennettä Huruslahden alueella työkohteen läheisyydessä.

Ruoppausmassojen kuivatuksen jälkeen jäljelle jäävän ja Riikinnevan jätelaitokseen loppusijoitettavaksi kuljetettavien massojen määrä on pilaantuneimpien sedimenttien ruoppauksessa (VE 2A) arvion mukaan 6 500...15 000 tonnia riippuen valittavasta ruoppaus- ja kuivatusmenetelmästä. Tämä tarkoittaa yhteensä noin 160...400 kuormaa (40 tonnia/auto). Kuljetusmatka Huruslahdesta Riikinnevan jätelaitokselle on noin 10 kilometriä, jolloin kuljetussuoritteita muodostuu 65 000...150 000 tonnikilometriä.

Ruoppausmassojen kuljetuksen liikennevaikutukset ovat havaittavissa lähinnä Huruslahden lähialueen pienemmillä teillä, joilla lisääntyvä raskas liikenne voi aiheuttaa liikenneturvallisuuden heikkenemistä sekä tarpeen erityisliikennejärjestelyille. Kauempana Varkauden suuremmilla teillä ja Varkauden sekä Riikinnevan välisellä maantiellä kuljetuksilla ei ole merkitystä.

#### 17.4.5 VE 2B koko Huruslahden ruoppaus

Vaihtoehdossa VE 2B, jossa koko Huruslahti ruopataan, on kuljetettava massamäärä noin 170 000...400 000 tonnia ruoppaus- ja kuivatusmenetelmästä riippuen. Tämä tarkoittaa yhteensä noin 4 300...10 000 kuormaa kunnostuksen aikana (40 tonnia/auto). Mikäli ruoppaus tehdään 10 vuoden aikana sulan veden aikaan viiden kuukauden aikana, on vuorokausittainen kuljetusmäärä noin 4...10 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Kuljetusmatka Riikinnevan jätelaitokselle on noin 10 kilometriä, jolloin kuljetussuoritteita muodostuu 1,7...4 miljoonaa tonnikilometriä. Koko Pohjois-Savon maakunnan sisäisen tavaraliikenteen kuljetussuorite vuonna 2011 oli 641 miljoonaa tonnikilometriä (Suomen virallinen tilasto 2011), jolloin koko Huruslahden pilaantuneiden sedimenttien kuljetuksista aiheutuisi tähän noin 0,2...0,6 prosentin lisäys olettaen että maakunnan kuljetussuorite pysyisi samalla tasolla kunnostuksen aikana.

#### 17.4.6 VE 3 virtausolosuhteiden muuttaminen

Virtausolosuhteiden muuttamisen liikennevaikutukset aiheutuvat lähinnä penkereen rakentamisessa tarvittavien kiviainesten kuljetuksista Huruslahden alueelle. Penkereen periaatteellisen koon mukainen tarve kiviaineksille on arvioon mukaan 30 000 kuutiometriä eli noin 50 000...60 000 tonnia. Tämä tarkoittaa yhteensä 1 300...1 500 täysperävaunurekallista kiviaineskuljetusta (40 tonnia/auto) Huruslahden alueelle. Mikäli penkereen rakentaminen ajoittuu kolmen kuukauden ajalle, tarkoittaa tämä noin 25 kuormaa päivittäin. Penkereen rakentamisesta aiheutuvat

liikennevaikutukset vastaavat siten pääosin edellä kappaleessa 17.4.2 kuvattuja peittämisvaihtoehdon vaikutuksia. Penkereen rakentamisen voidaan arvioida olevan aikataullisesti joustavampaa kuin pilaantuneiden sedimenttien peittämisen tai ruoppaamisen, koska pengertä voidaan rakentaa rannalta alkaen vaiheittain.

### 17.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Liikenteen aiheuttamia meluvaikutuksia voidaan vähentää siten, että työskentely ja kuljetusaika rajoitetaan päiväsaikaan. Liikennevaikutuksia voidaan myös lieventää ajoittamalla kuljetukset pidemmälle aikavälille, jolloin vaikutus vuorokausittaiseen liikennemäärään jää vähäisemmäksi. Tämä edellyttää riittävän välivarastokapasiteetin toteuttamista tai vaihtoehtoisesti työtahdin hidastamista.

### 17.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Peittämisvaihtoehdossa aiheutuva liikennemäärä riippuu lopullisesta peittomateriaalin määrästä ja kuljetusten ajoittuminen peittomateriaalin levitysnopeudesta. Ruoppausvaihtoehdossa kuljetettavan aineksen määrä on riippuvainen lopullisesta ruoppausmäärästä ja myös ruopattavan massan käsittelystä. Kuljetusten ajoittuminen riippuu mm. ruopattujen sedimenttien kuivatus- ja välivarastointikapasiteetista. Penkereen rakentamisen aikataulu vaikuttaa siitä aiheutuvien kuljetusten ajoittumiseen.

# 18. Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen

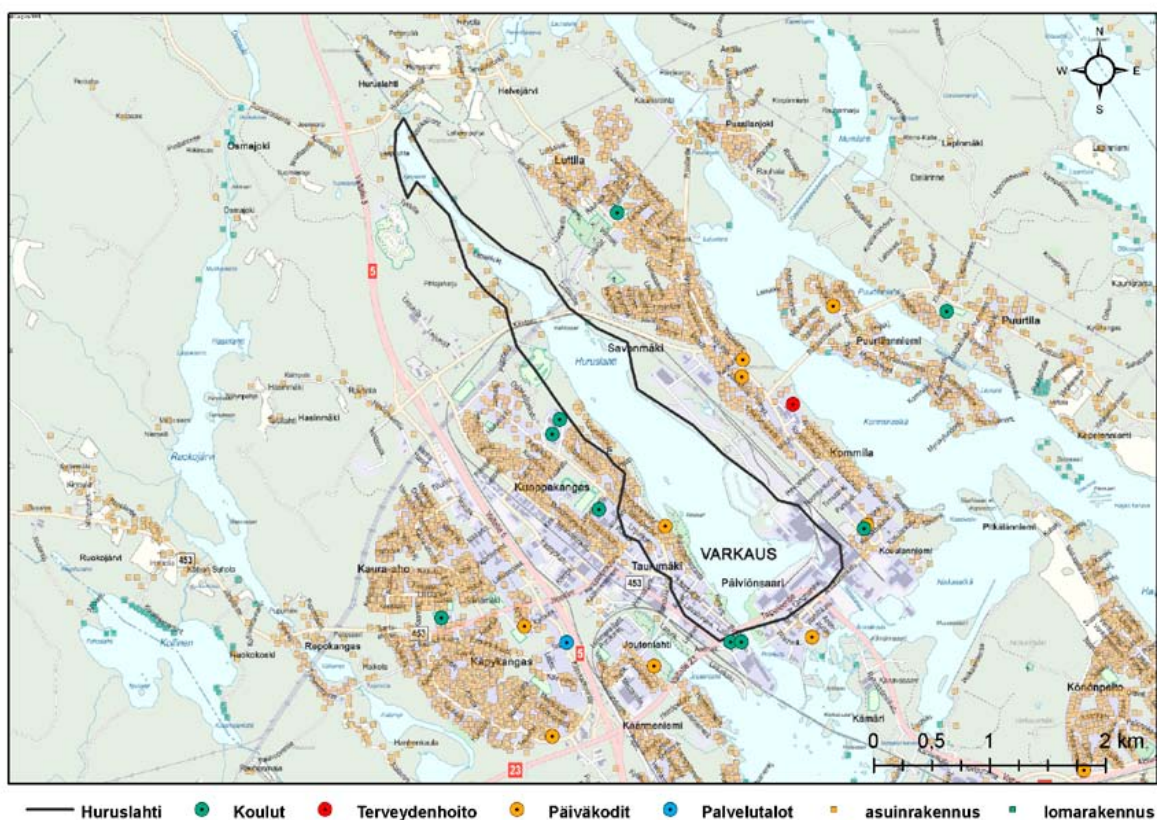
## 18.1 Nykytila

### 18.1.1 Asuminen ja Maankäyttö

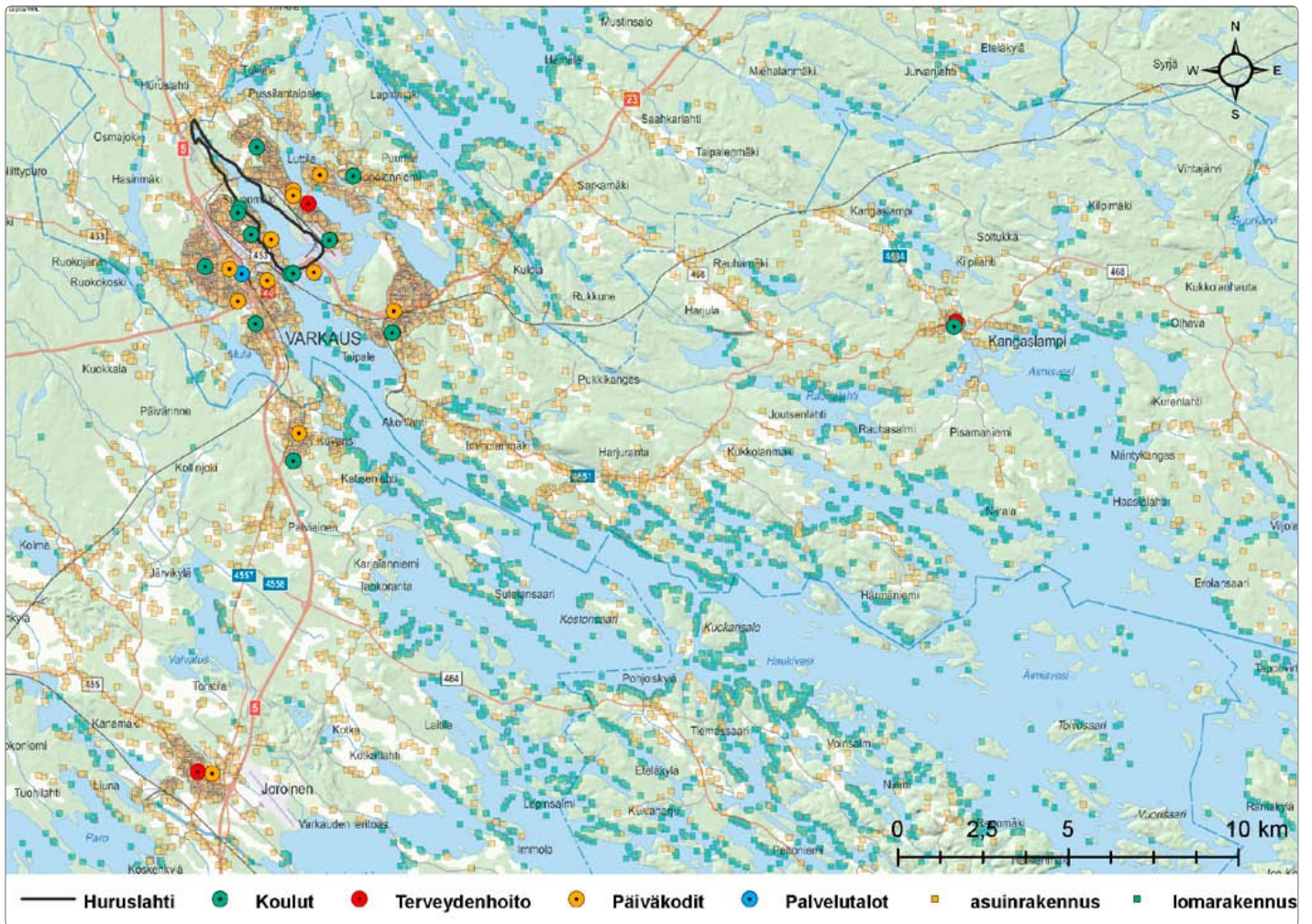
Huruslahti sijaitsee keskeisellä paikalla Varkauden keskustan tuntumassa, mikä korostaa vesialueen virkistyskäyttöä (Kuva 18-1). Ranta-asutusta on paikoitellen lahden pohjoispuolella sekä keskivaiheilla länsirannalla (noin 600 metrin matkalla). Asutuksen pohjois- ja eteläpuolella on virkistys-, urheilu- ja puistoalueita. Huruslahden etelä- ja itäpuoleinen ranta-alue on pääsääntöisesti kaavoitettu teollisuusalueeksi. Vaikka vesillä kuljetetaan ihmisiä etupäässä vain huvi- ja virkistystarkoituksessa, on vesistö edelleenkin mer-

kittävä puutavaran ja teollisuustuotteiden kuljetusväylä.

Huruslahti-Tahkosalmi välisen alueen pohjoisosassa on ranta-alueilla ympärivuotista asutusta (Kuva 18-2). Taajama-alueet sijoittuvat vesistön länsireunalle sekä vesistön itäreunalla Taipaleen kanavan eteläpuolelle. Huruslahti-Tahkosalmen välisen alueen puolivälissä Siitinselän länsirannalla ja itärannalla Akonlahden eteläpuolella on taajamatyyppistä asutusta. Näiden alueiden eteläpuolella asutus muuttuu haja-asutusalueeksi, jossa vuorottelevat



Kuva 18-1. Asutus ja kunnalliset palvelut hankealueen läheisyydessä.



Kuva 18-2. Asutus ja kunnalliset palvelut hankkeen vaikutusalueella.

mökkiasutus ja ympärivuotinen asutus. Alueella sijaitsee mm. kaksi uimarantaa sekä kaksi virkistyskalastusalueita Ämmäkoskessa ja Pirtinvirrassa.

Tahkosalmen ja Linnansaaren Natura-alueen välisen alueen pohjoisrannalla (Varkauden puolella) jatkuu haja-asutusalueen tyyppinen asutus, jossa vuorottelevat mökkiasutus ja ympärivuotinen asutus. Asutusta on ranta-alueilla runsaasti. Mökkiasutuksen osuus kasvaa mentäessä kohti Natura-aluetta. Alueilla sijaitseissa saarissa, kuten Mankilansaarella, Kostonsaarella, Pitkäsaarella ja Kuokansalossa on paikoitellen (mökki-) asutusta.

Linnansaaren Natura-alueella on harvakseltaan (mökki-) asutusta. Muutamia asuinrakennuksia on alueen saarissa, kuten Lehtikiukaassa, Härmäsaarella, Toivosaarella ja Paavilansaarella.

### 18.1.2 Maakuntakaava

7.12.2011 vahvistetussa Pohjois-Savon maakuntakaavassa 2030 Huruslahti on osoitettu vesimatkailun kehittämisalueeksi (sininen viivamerkintä). Huruslahden länsi- ja pohjoisrannoille on osoitettu taajamatoimintojen aluetta (A1), lounais- ja etelärannoille keskustatoimintojen aluetta (C 000, Varkauden ydinkeskusta) ja itärannalle teollisuus- ja varastoaluetta (T 800, keskustan teollisuusalue).

Teollisuus- ja varastoalueen eteläosaan on osoitettu teollisuus- ja varastoalue, jolle saa sijoittaa vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen (t/kem, 803 Stora Enson tehtaat) sekä Stora Enson jätevedenpuhdistamo (j), kalanviljelylaitos (e2, 770 Carelian Caviar) ja päärata.

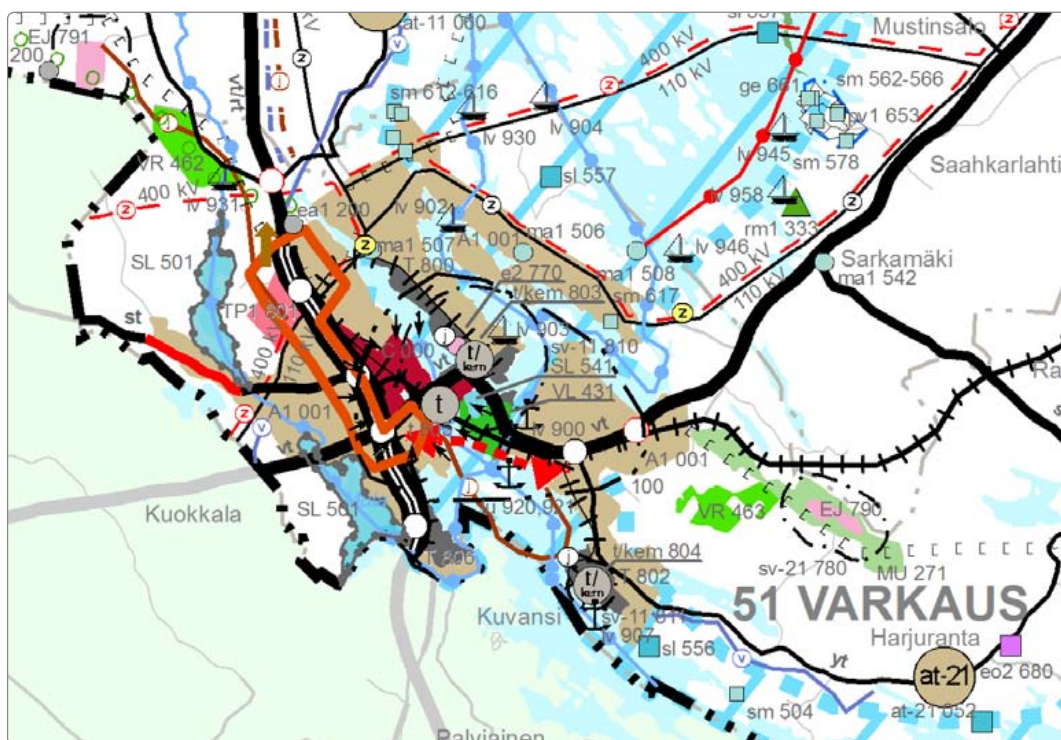
C-alue on osoitettu yhdyskuntarakenteen eheyttämistarve- merkinnällä (mustat nuolet). Merkinnällä sv-11 (810, Stora Enson tehtaiden suojavyöhyke) on osoitettu Seveso II-direktiivin mukaisten tuotantolaitosten konsultointivyöhykkeet, joiden sisällä on selvittettävä tuotantolaitoksen toimintaan liittyvät riskit suuronnettomuusvaaran kannalta.

Maakuntakaavaan on merkitty Huruslahteen johtava laivaväylä ja lisäksi Huruslahti on Haukiveden ja Unnukan

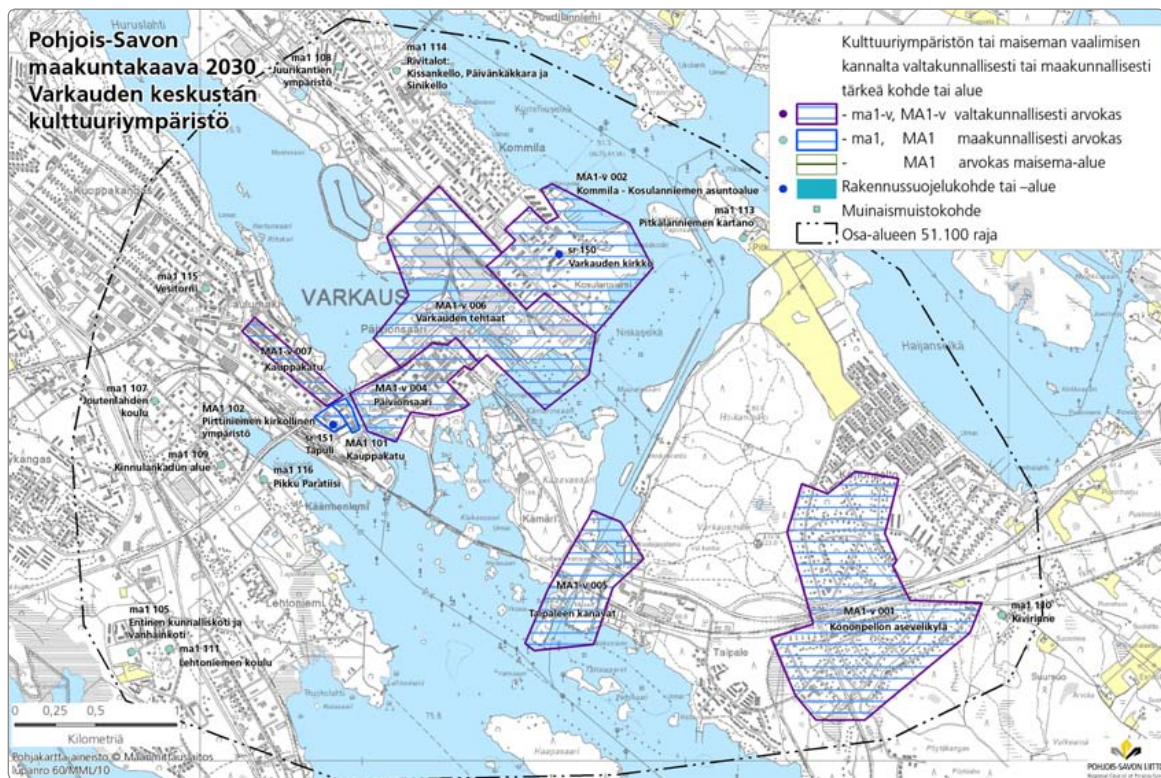
tavoin merkitty kaavaan Vesimatkailun kehittämisalueeksi. Kaavamääräyksen mukaan merkinnällä osoitetaan ne seudullisesti tai maakunnallisesti merkittävät matkailun vetovoima-alueet, joiden kehittämistarpeet kohdistuvat ensisijaisesti järviluontoon liittyvien aktiviteettien, kuten järvimatkailun, veneilyn, melonnan ja kalastuksen edistämiseen.

Valtatie 23 ohittaa Huruslahden eteläpuolelta ja Stora Enso Oyj:n tehtailla johtava sivurata kulkee lahden pohjoisosan kannaksen ylitse. Rautatiekannaksen yhteyteen on kaavaan merkitty ohjeellinen sähkönsiirtolinja.

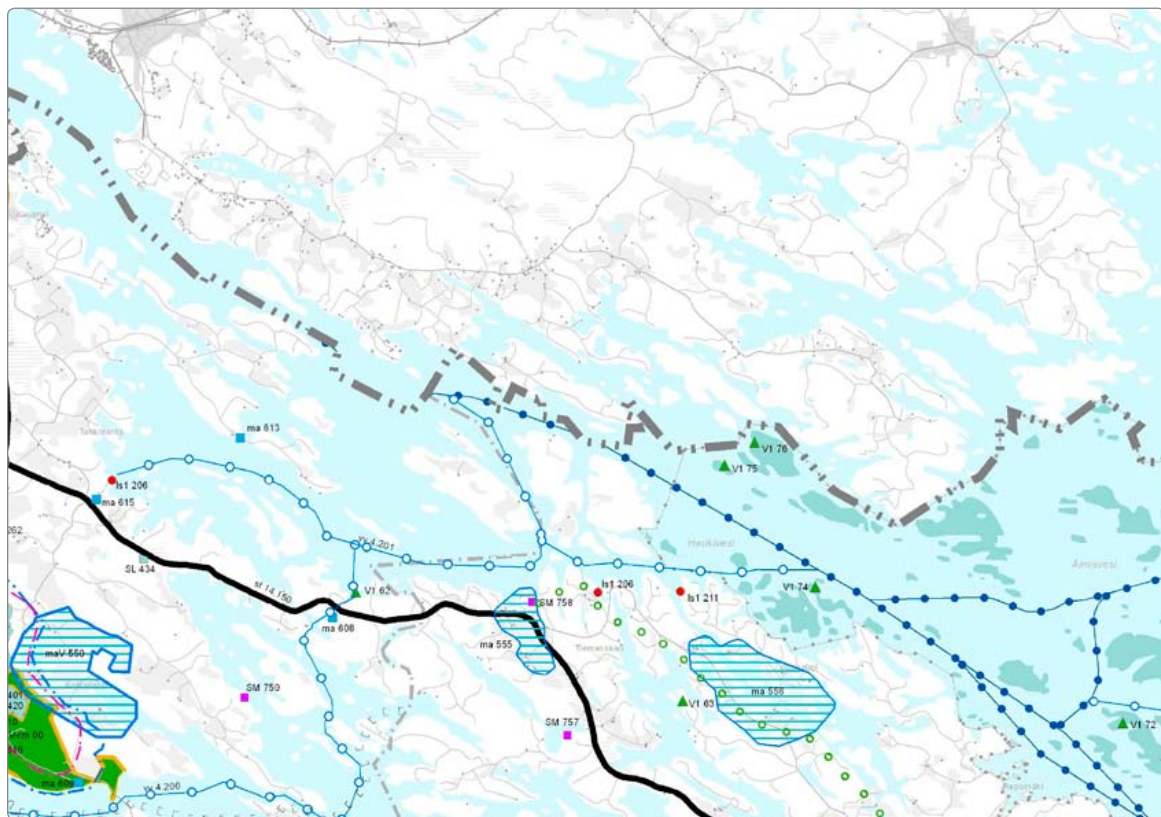
Huruslahden ympäristöön sijoittuvat maakuntakaavan kulttuuriympäristökohteet on esitetty erillisellä kartalla (Kuva 18-4). Maakuntakaavassa maiseman vaalimisen kannalta valtakunnallisesti tärkeiksi alueiksi (MA1-v) on osoitettu Huruslahden etelä- ja itäpuolelle sijoittuvat Varkauden tehtaat (kohde nro 006), Kommila-Kosulanniemen asuntoalue (002), Päiviönsaari (004) ja Kauppakatu (007). Maakunnallisesti arvokkaiksi alueiksi (MA1) tai kohteiksi (ma1) on osoitettu mm. Imatran Voiman rakennukset (507), Kauppakadun eteläpää (101), Pirttiniemen kirkollinen ym-



Kuva 18-3. Ote Pohjois-Savon maakuntakaavasta 2030. (Lähde: [www.pohjois-savo.fi](http://www.pohjois-savo.fi))



Kuva 18-4. Varkauden keskustan kulttuuriympäristöt Pohjois-Savon maakuntakaavassa 2030 (lähde: [www.pohjois-savo.fi](http://www.pohjois-savo.fi))



Kuva 18-5. Ote Etelä-Savon maakuntakaavasta. (Lähde: [www.esavo.fi/maakuntaliitto](http://www.esavo.fi/maakuntaliitto))

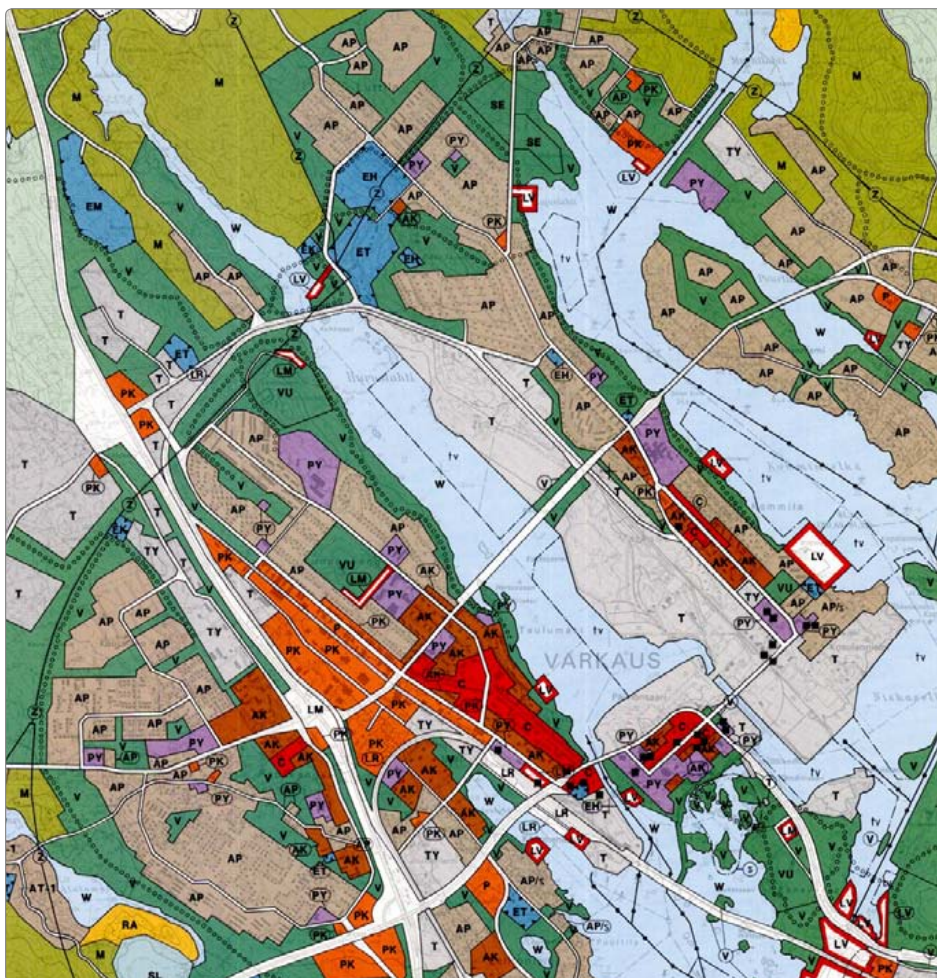
päristö (102), Vesitorni (115), Juurikantien ympäristö (108) ja Joutenlahden koulu (107). Rakennussuojelukohteita ovat Varkauden kirkko (150) ja tapuli (151). Lisäksi Maakuntakaavassa on osoitettu Ämmäkosken- Kämärin alue luonnonsuojelualueeksi.

Etelä-Savossa on voimassa ympäristöministeriön 4.10.2010 vahvistama Etelä-Savon maakuntakaava. Maakuntakaavassa Varkauden eteläpuolinen alue Haukiveden pohjoisosa mukaan lukien on merkitty seutukeskuksen kehittämisvyöhykkeeksi (kk2). Haukivedelle on maakuntakaavassa osoitettu veneväyliä sekä Saimaan syväväylä. Linnansaaren luonnonsuojelualueelle on maakuntaan merkitty useita retkisatamapaikkoja. Maakuntakaavan suojeluvarauksissa korostuu Etelä-Savon ainutlaatuinen järviluonto. Maakuntakaavaselostuksen mukaan kaavassa on pyritty yhteen sovittamaan järvialueiden eri käyttömuodot ja samalla säilyttämään alueen vetovoimaisuus suojeluvarauksilla.

### 18.1.3 Yleiskaava

5.9.1988 hyväksytyssä oikeusvaikutuksettomassa Varkauden yleiskaava 2000:ssä Huruslahti on osoitettu vesialueeksi (W), jolle sijoittuu pysyvään puun varastointiin varattuja alueen osia (tv) sekä lahden ylittävä liikenneväylä Hertunsaaren kohdalla. Kiertotien ja Päiviönsaaren välisille ranta-alueille yleiskaavassa on osoitettu teollisuusalueita (T), virkistysalueita (V, VU) ja venesatama (LV).

Huruslahden pohjukassa on voimassa 17.5.2004 hyväksytty oikeusvaikutteinen Luttila-Pussilanjoki-Lapinmäki-Puurtila osayleiskaava. Osayleiskaavassa Huruslahden pohjukka on osoitettu vesialueeksi (W). Ranta-alueelle on osoitettu virkistysaluetta (V), maa- ja metsätalousaluetta, joilla on ulkoilun ohjaamisen tarvetta (MU) sekä pientalovaltaisia asuntoalueita (AP-1), joiden yksityiskohtainen maankäyttö ratkaistaan asemakaavalla. Rantavyöhyke on maisemallisesti arvokasta aluetta (ma) ja alueen läpi kulkee useita oh-

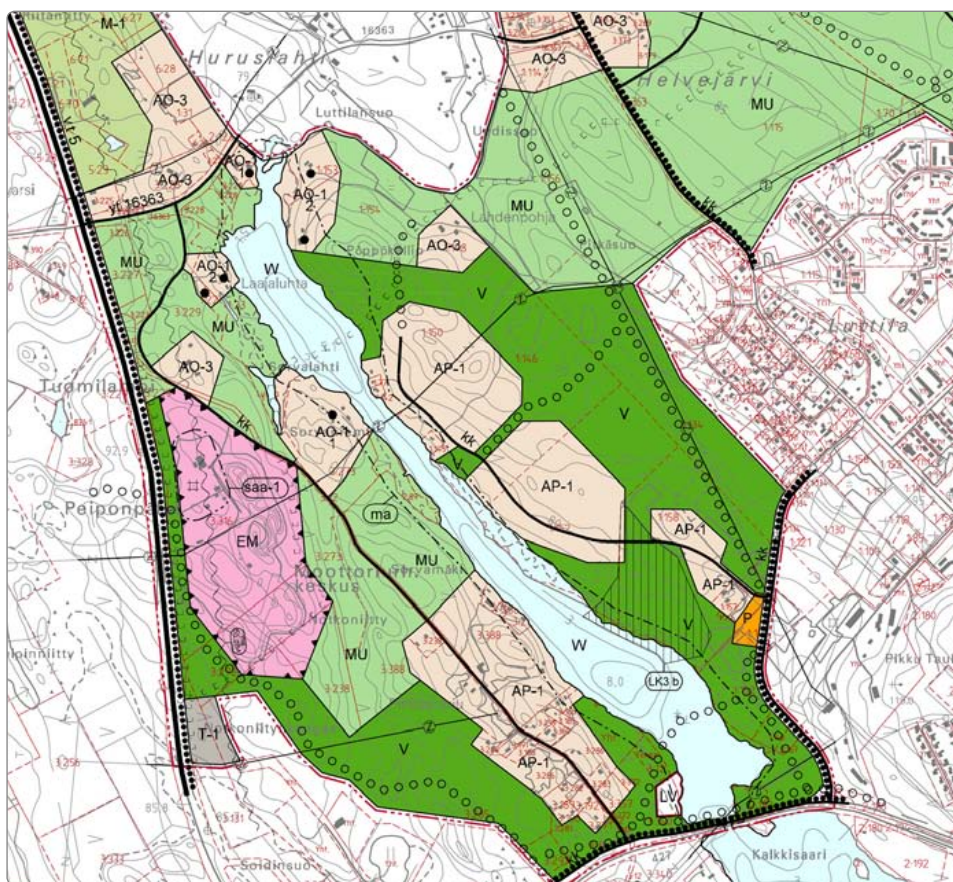


Kuva 18-6. Ote Varkauden yleiskaavasta 2000 (lähde: Varkauden kaupunki)

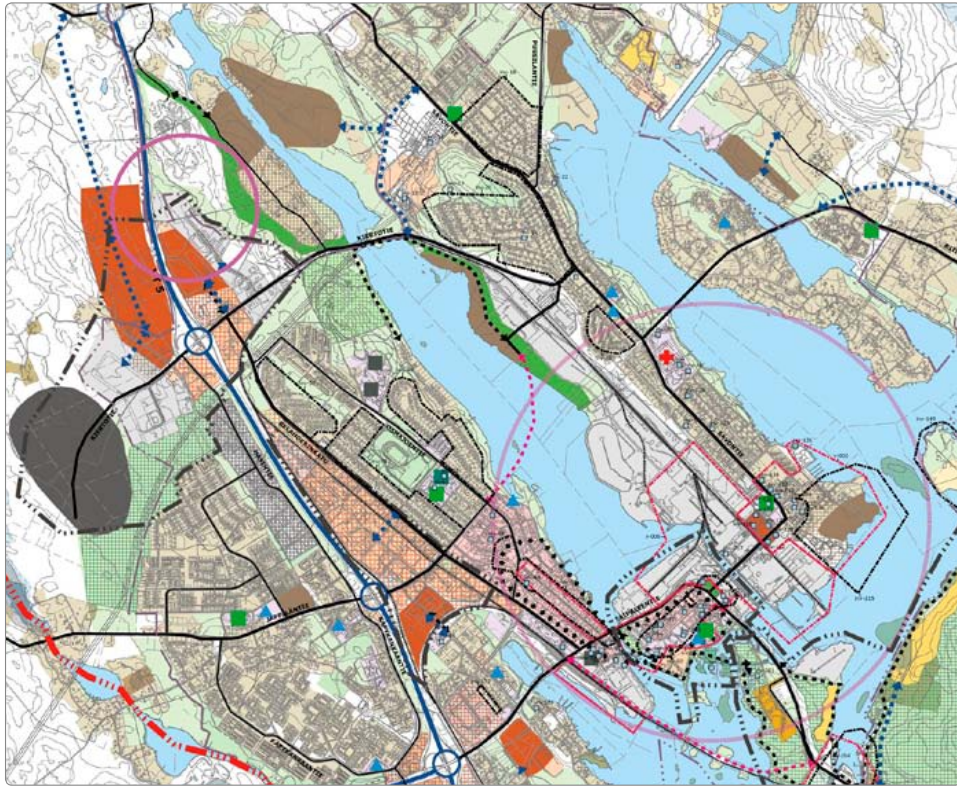
Strategisen yleiskaavan luonnoksessa on mm. esitetty Huruslahden pohjoisosaan uuden asuinalueen sekä virkistysalueen toteuttamista sekä myös Kiertotien pohjoispuolelle asuin- ja virkistysalueita.

Huruslahdella ja hankkeen lähivaikutusalueella on voimassa kymmeniä erillisiä asemakaavoja, joista vanhimmat on laadittu 1960-luvulla. Voimassa olevissa asemakaavoissa Huruslahdelle on osoitettu mm. vesialuetta (W), teollisuus- ja varastorakennusten korttelialuetta (T), voimansiirtoaluetta (VS), venesatama/venevalkama-alue (LV), sekä Huruslahden puoleenväliin ulottuva katualue (Huruslahdentie). Teollisuusalueiden osia on osoitettu luonnontilassa säilytettäväksi puun varastointialueiksi (It). T-alueilla on sallittu myös laitosten toiminnan kannalta välttämättömälle henkilökunnalle tarkoitettujen asuntojen rakentaminen.

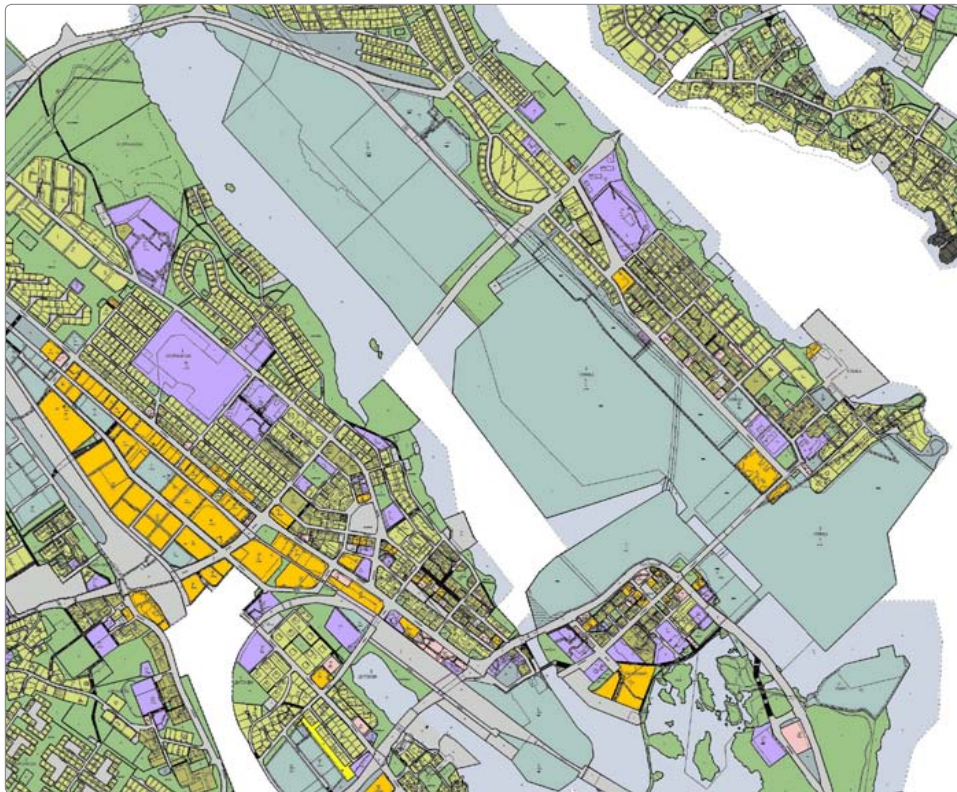
Huruslahden rannoille on asemakaavoissa osoitettu lisäksi mm. erillispientalojen, asuinkerrostalojen ja liikerakennusten korttelialueita (AO, AP, AK, AL, ALK, K, KL), julkisten rakennusten korttelialueita (Y, YH, YL, YM, YO), puisto- ja virkistysalueita (VP, VK, VL), suojaviheralueita (EV), yhdyskuntateknisen huollon alueita (ET), sekä pysäköinti-, liikenne-, katu- ja rautatiealueita (LPA, LT, LR, LRT).



Kuva 18-7. Ote Luttila-Pussilanmäki-Lapinjoki-Puurtila osayleiskaavasta (lähde: Varkauden kaupunki).



Kuva 18-8. Ote strategisen yleiskaavan luonnoksesta (lähde: Varkauden kaupunki).



Kuva 18-9. Ote Varkauden ajantasa-asemakaavasta (lähde: kartta.varkaus.fi)

Huruslahden keskiosassa (Päiviönsaarelta Hertunrantaan) sekä Huruslahden pohjoisosassa ei ole voimassa olevaa asemakaavaa. Huruslahden pohjois-itärannalla on vireillä tontin 4-106-6 ympäristön asemakaava. Kaavan tarkoituksena on tutkia teollisuusalueen laajentamista, jotta teollisen toiminnan kehittämismahdollisuudet saadaan turvattu. Asemakaavaehdotus oli nähtävänä 11.2. – 12.3.2013.

Luttilan kaupunginosan ja Huruslahden pohjukan välisellä alueella on vireillä Ranta-Luttilan asemakaava, jonka tavoitteena on osoittaa rantaan sijoittuvia asuinpienaloitontteja Luttila-Pussilanjoki-Lapinmäki-Puurttila osayleiskaavan mukaisille asuntoalueille.

### 18.1.5 Hankkeen vaikutusalueen kaavoitus

Huruslahden lähialueen lisäksi hankkeen vaikutusalueella on voimassa useita Joroisten ja Rantasalmen asemakaavoja, joiden rajaukset on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 18-10). Joroisten vaikutusalueella olevat kaavat ovat:

- Kuvansin osayleiskaava (kaavaa ollaan uusimassa v. 2012-13 aikana)
- Joroisten Saimaan alueen rantayleiskaava

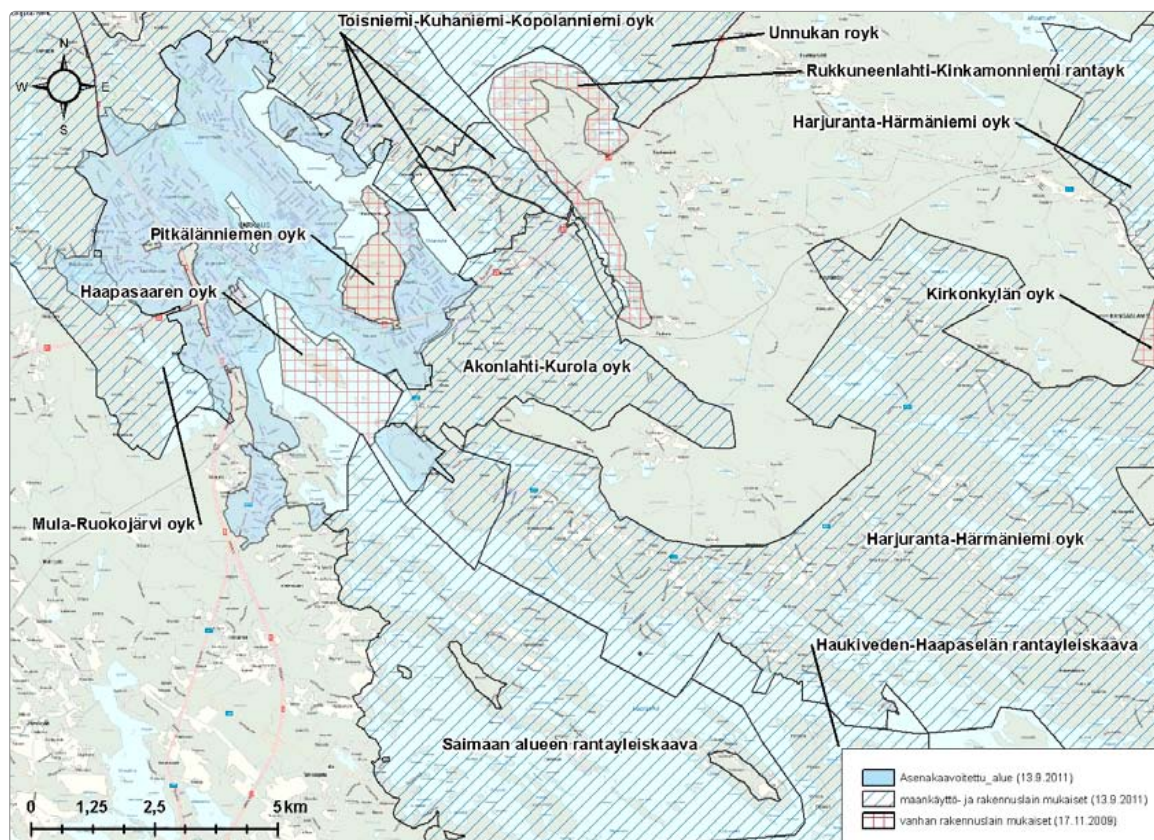
- Ranta-asemakaavat Hynnilänsaaren, Sutelansaaren, Koirasaaren, Lintulanniemen ja Sirkanmaan alueilla
- Rantasalmen vaikutusalueella olevat kaavat ovat:
- Haukiveden - Haapaselän rantayleiskaava (merkittävin)
  - Antinniemen rantakaava
  - Harjula – Porosalmi rantakaava
  - Rantalalan rantakaava

## 18.2 Maa- ja vesialueiden omistus

Huruslahden länsirannalla on kaupungin sekä yksityisten omistamia maa-alueita. Lahden itä- ja eteläreunan alueet ovat pääosin alueen teollisuusyritysten omistuksessa. Huruslahden vesialueet ovat pääosin Stora Enso Oyj:n, Varkauden kaupungin, Metsähallituksen sekä A. Ahlström Oyj:n omistuksessa.

## 18.3 Arviointimenetelmät

Hankealueen nykytilan ja vaihtoehtojen vaikutuksia kaavoituksella suunniteltuun maankäyttöön ja maankäyttömutoihin arvioitiin YVA:ssa asiantuntijatyönä. Lähtötietoina



Kuva 18-10. Kaavoitetut alueet hankkeen vaikutusalueella.

arvioinnissa käytettiin olemassa olevaa kaava-aineistoa sekä kaavoitustöiden yhteydessä tehtyjä taustaselvityksiä. Arvioinnissa selvitettiin Varkauden kaupungin ja muiden vaikutusalueen kuntien maankäytön visiot mahdollisimman pitkälle tulevaisuuteen. Olemassa olevat yhdyskuntatekniikan verkostot ja niiden kehittämissuunnitelmat kohdealueella selvitettiin ja hankkeen mahdolliset vaikutukset näillä alueilla mm. rantakaava-alueiden toteutumiseen arvioitiin.

## 18.4 Vaikutusten Tarkastelualue

Maankäytöllisten vaikutusten tarkastelualueena oli Huruslahden lähialue, jolle massojen kuljetuksista, käsitelystä ja mahdollisesta välivarastoinnista voi kohdistua maankäytöllisiä vaikutuksia kunnostusvaihtoehdoissa.

## 18.5 Arvioidut vaikutukset

Kunnostustöiden toteuttamatta jättäminen ei muuta nykyistä maankäytöllistä tilannetta, eikä aiheuta muutoksia voimassa oleviin kaavoihin tai vireillä oleviin kaavoitus-hankkeisiin hankkeen vaikutusalueella. Huruslahden alueen nykyisessä asemakaavoituksessa ei välttämättä ole riittävällä tavalla huomioitu pilaantuneiden sedimenttien aiheuttamia rajoitteita rakentamiselle, kun lahden puolivälin tienoille on kaavoitettu mm. lahden ylittävä tie sekä puistoalueita. Huruslahden vesialueen kaavoituksen uudistamistyön yhteydessä pohjan pilaantuneet sedimentit tulisi huomioida olemassa olevana maankäytön rasitteena.

Suurimmat vaikutukset maankäyttöön aiheutuvat työn aikana ruoppausvaihtoehdoissa, joissa muodostuu esikäsittelyä vaativia ruoppausmassoja. Esikäsittely tehdään joko altaissa tai geosäkeissä, joista molempiin tarvitaan Huruslahden rannalta laajoja maa-alueita työnaikaiseen käyttöön. Erityisesti koko Huruslahden ruoppausvaihtoehdossa tarvittava esikäsittelytila aiheuttaa erittäin merkittävän maankäytöllisen muutostarpeen Huruslahden ranta-alueelle. Myös peittämisessä ja penkereen rakentamisessa tarvitaan todennäköisesti maa-alueita kuljetusten ja kiviainesten välivarastoinnin mahdollistamiseksi. Kaikissa kunnostusvaihtoehdoissa välittömät vaikutukset maankäyttöön kohdistuvat lähinnä Huruslahden ranta-alueelle.

Välillisiä vaikutuksia maankäyttöön aiheutuu ruoppausvaihtoehdoissa, joissa ruopattuja ja esikäsiteltyjä massoja kuljetetaan loppusijoitettavaksi Riikinnevan jätekeskukseen. Ruopattujen massojen loppusijoittaminen aiheuttaa mahdollisesti jätekeskuksen laajennustarpeen, jolloin jäte-

keskuksen alueella joudutaan toteuttamaan maankäytöllisiä muutoksia. Tämä edellyttää mahdollisesti uusien alueiden kaavoittamista jätekeskuksen käyttöön.

Virtausolosuhteiden muuttamisesta kohdistuu pysyvä muutos Huruslahden eteläosan vesialueeseen, kun alueelle rakennetaan pintaan asti ulottuva louhepengeri.

Aktiivisia kunnostustoimenpiteitä sisältävät vaihtoehdot voivat vaikuttaa Huruslahden pohjassa kulkeviin johtojen ja kaapeleiden sijoittumiseen, mikäli niitä joudutaan siirtämään pois työskentelyalueelta. Näiden vaikutusten arvioiminen edellyttää tarkempien kunnostussuunnitelmien laatimista.

## 18.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Vaikutuksia maankäyttöön voidaan vähentää käyttämällä ruoppausmassojen esikäsittelyyn sekä kiviaineskuljetuksiin liittyvään välivarastointiin olemassa olevia varastoalueita Huruslahden ranta-alueella sekä käyttämällä esikäsittelyssä mahdollisimman vähän allas- tai kenttätilaa vaativia menetelmiä.

## 18.7 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Maankäyttöön kohdistuvien vaikutusten arviointiin liittyy epävarmuutta, joka aiheutuu eri kunnostusvaihtoehdoissa tarvittavien maa-alueiden laajuuteen. Muilta osin maankäyttöön ja kaavoitukseen kohdistuvien vaikutusten arviointiin ei liity arvioinnin lopputuloksen kannalta merkittävää epävarmuutta.



# 19. Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

## 19.1 Nykytila

Huruslahden läheisyyteen sijoittuu neljä valtakunnallisesti merkittävää rakennettua kulttuuriympäristöä: Varkauden tehtaat, Päiviönsaari, Kommila-Kosulanniemen asuntoalue ja Varkauden Kauppakatu.

Varkauden tehdasalueen ydin on voimakanava ja sen äärelle 1910-luvulla rakennetut tehtaantalon ensivaiheeseen kuuluvat tuotantolaitokset. Uusi 1978 valmistunut paperitehdas jälkikäsitteilyosastoineen on modernin teollisuus-arkkitehtuurin tunnetuimpia töitä ja Varkauden kaupunkikuvaan keskeisesti kuuluva maamerkki.

Päiviönsaari on puunjalostusteollisuuden ympärilleen muodostaman yhdyskunnan keskusta. Saaren halki kulkeva Ahlströminkatu alkaa Varkauden kaupungintalon edustalta ja päättyy Varkauden kirkkoon. Kadun varrella on mm. tehdasyhdyskunnan ajalta oleva Thomé-veljesten suunnitelmalla Waltherin puisto. Funkisliiketalojen rivistö muodostaa yhtenäisen katukuvan, johon uudemmat rakennukset on sopeutettu. Päiviönsaarella on teollisuusyhdyskunnan aikaisia rakennuksia kuten virkamiesklubi, entinen hotelli ja kansankeittiö.

Kommila-Kosulanniemen asuinalue on osa Varkauden tehtaiden ympärilleen synnyttämää yhdyskuntaa. Puutarhakaupunki-ihanteiden mukaan rakennetulla asuinalueella sijaitsee myös yhdyskunnan moderni kirkko. Varkauden Kauppakatu on mittakaavaltaan sekä kaupunki- ja katukuvaltaan yhtenäinen, pääosin 1940 - 50-lukujen liike- ja asuinrakennusten reunustama katumiljöön kaupungin keskustassa.

Muita maisemallisesti tai kulttuuriympäristön kannalta arvokkaita alueita tai kohteita ovat mm. Imatran Voiman rakennukset, Kauppakadun eteläpää, Pirttiniemen kirkollinen ympäristö, Vesitorni, Juurikantien ympäristö ja Joutenlahden koulu sekä Varkauden kirkko ja tapuli.

Kulttuuriympäristökohteiden sijainti on esitetty maakuntakaavan yhteydessä (Kuva 18-4). Alueen ainoa tunnettu kiinteä muinaisjäänne Varkauden ruukki (mj.rek.no

1000018395, rauhoitusluokka 3) sijaitsee Päiviönsaarella. Rekisteritietojen mukaan ruukki sijaitsi Huruskosken vanhalla myllynpaikalla ja sen jäänteet ovat todennäköisesti täysin tuhoutuneet.

## 19.2 Arviointimenetelmät

Maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuvat vaikutukset arvioitiin asiantuntijatyönä hankesuunnitelmien, kartta- ja paikkatietoaineiston, valokuvien sekä muiden vaikutusarvioiden pohjalta.

## 19.3 Vaikutusten tarkastelualue

Maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuvien vaikutusten tarkastelussa keskityttiin Huruslahden lähialueeseen, koska kyseisellä alueella tehdään mahdolliset aktiiviset, ympäristön fyysistä tilaa muuttavat toimenpiteet. Kauempana hankkeen vaikutusalueella Huruslahteen mahdollisesti kohdistuvista toimenpiteistä ei aiheudu maisemavaikutuksia.

## 19.4 Arvioidut vaikutukset

Huruslahden kunnostustoimenpiteiden tai kunnostamatta jättämisen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa vedenalaiseen ympäristöön sekä välillisesti eliöihin ja ihmisiin. Kulttuuriympäristöihin hankkeella tai sen toteuttamatta jättämisellä ei ole siten juuri vaikutusta.

Peittämisen ja ruoppauksen vaikutus maisemaan on kaikilla tavoilla toteutettuna vain rakentamisen aikaista. Kaikissa aktiivisissa kunnostusvaihtoehdoissa toteuttamisen aikana maisemassa näkyy mm. työkoneita ja muita toteuttamisen vaatimia laitteita ja materiaaleja. Tilapäisiä maisemavaikutuksia voi aiheutua lisäksi peittomateriaalien ja ruoppausmassojen varastoinnista maa-alueilla.

Virtausolosuhteiden muuttaminen mahdollisella pintaan asti ulottuvalla kiviainesvallilla aiheuttaa uuden maakannaksen muodostumisen Huruslahden eteläosaan (Kuva 4-10). Huruslahden etelä- ja itäranta ovat teollisuusaluetta, jolloin penkereen rakentaminen lahden eteläosaan ei todennäköisesti merkittävästi vaikuta lahden länsirannalla olevan asutuksen maisemakuvaan.

Kunnostusalueella ei ole tehty tutkimuksia vedenalaisten muinaismuistojen paikantamiseksi. Mikäli jokin kunnostushankevaihtoehto etenee, on lupavaiheita edeltävässä tutkimusvaiheissa varauduttava arkeologisiin selvityksiin.

### 19.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Mahdollisuudet maisemaan kohdistuvien haitallisten vaikutusten vähentämiseksi liittyvät lähinnä työnaikaisen materiaalinkäsittelyn hallintaan toisaalta sekä virtausolosuhteiden muuttamiseksi rakennettavan maapenkereen muotoiluun. Maapenger voidaan vedenpäällisiltä osin muotoilla yhtenäiseksi, jolloin se muistuttaa ulkomuodoltaan louheesta rakennettua aallonmurtajaa.

### 19.6 Arviointiin liittyvä epävarmuus

Maisemavaikutusten arviointiin liittyy aina epävarmuustekijöitä, joista suurin on ajan kulumisen ja sen tuomat muutokset luonnon oloissa, yhteiskunnassa sekä kulttuurin arvoissa ja mielenmaisemassa. Epävarmuustekijöillä ei kuitenkaan ole merkittävää vaikutusta arvioinnin luotettavuuteen.

# 20. Muut vaikutukset elinolosuhteisiin

## 20.1 Ilmanlaatu

Varkauden ilmanlaatua seurataan Kommilassa (pääterveysasema), Päiviönsaarella ja Taulumäellä (toripaviljonki) sijaitsevilla mittausasemilla. Mittausasemilla mitataan hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ), haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuuksia ja lisäksi vielä typenoksidien ( $NO_x$ ) pitoisuuksia.

Keskeisimmin Varkauden kaupunkialueen ilmanlaatuun vaikuttavat Stora Enso Oyj:n tehtaat ja tieliikenne. Paikoin myös kiinteistökohtaisen lämmityksen hajapäästöillä voi olla vaikutusta ilmanlaatuun. Vuosina 2009 ja 2010 Varkauden ilmanlaatua heikensivät eniten haju-rikkiyhdisteiden ajoittain hyvin korkeat pitoisuudet. Keväisin myös katupöly heikentää ilmanlaatua etenkin vilkkaasti liikennöidyillä alueilla. (Keski-Savon ympäristötoimi 2011)

Huruslahden sedimenttien haitta-aineiden kulkeutuksen vähentämisellä ei ole vaikutuksia Varkauden ilmanlaatuun tai ilmastoon. Mahdollisissa ruoppauksissa, peittämisissä tai penkereen rakentamisessa käytettävät työkonet ja kuljetusajoneuvot aiheuttavat pakokaasupäästöjä, jotka vastaavat normaalia maanrakennustoimintaa. Pakokaasupäästöistä ei aiheudu muutoksia alueen ilmanlaatuun. Peittomateriaalien ja ruoppausmassojen kuljetuksista voi aiheutua kuivina aikoina merkittäviäkin pölyhaittoja kuljetusreittien varren asutukseen etenkin koko Huruslahden alueen kunnostusvaihtoehdoissa.

## 20.2 Melu

### 20.2.1 Melutilanne nykyisin

Varkauden kaupunkialueella melua aiheutuu pääasiassa teiden ja katujen vilkkaasta liikenteestä. Myös kaupungin läpi kulkevien valtateiden liikenteellä on vaikutus kaupungin melutasoihin. Melua aiheuttavat lisäksi raideliikenne, teollisuus ja aivan kaupungin keskellä sijaitsevat suurteollisuuden tehtaat sekä muu ihmisen toiminta. (Keski-Savon ympäristötoimi 2010)

Stora Enson Varkauden tehdasalueelle on laadittu meluselvitys (Symo Oy, 2012). Selvityksen mukaan pääasialliset melulähteet tehdasalueella ovat tukkikuljettimet, tukin lajittelija, puhaltimet, ilmasäleiköt ja putkistot sekä syklonit. Kiinteiden melulähteiden lisäksi tehdasalueella liikkuu päiväaikaan kurottajia, trukkeja ja kauhakuormaajia.

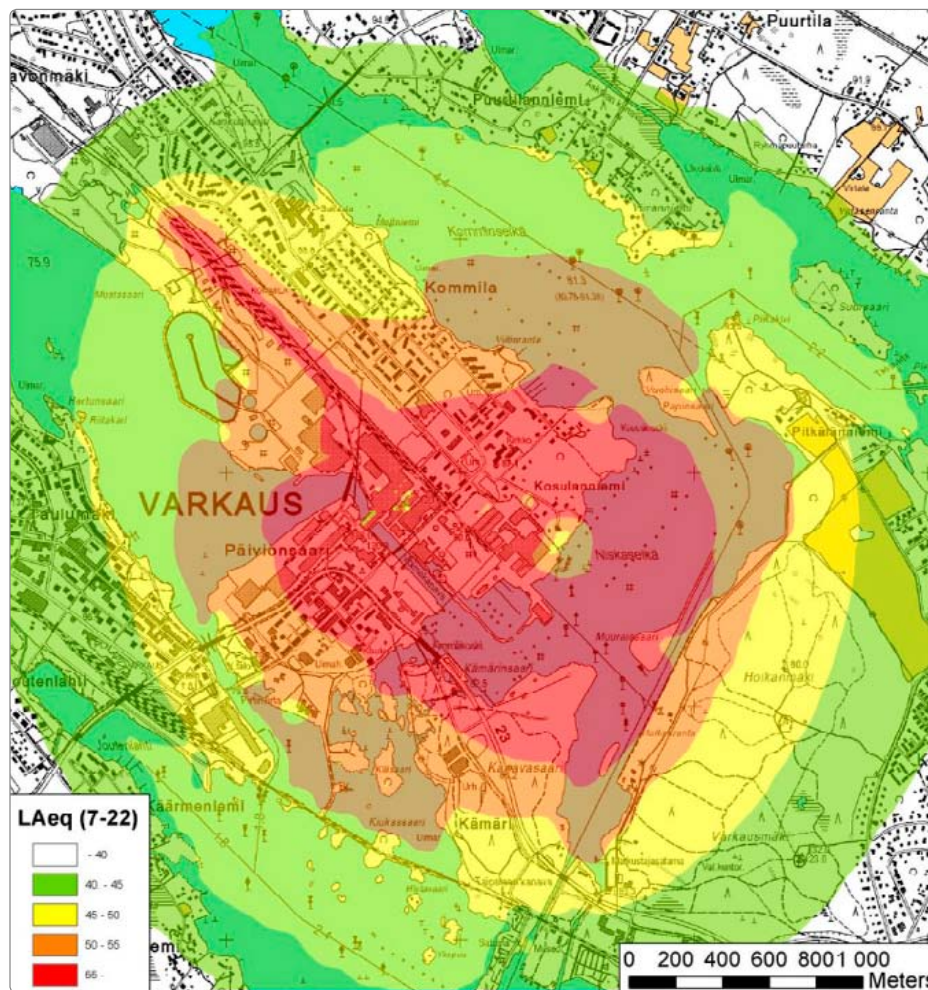
Tehdasalueelle tulee ja sieltä lähtee noin 100 rekkaa päivässä arkisin. Viikonloppuna rekkakuljetuksia on vain yksittäisiä. Tehdasalueelle tulee ja alueelta lähtee viikossa 7 junaa ja sisäisessä liikenteessä junia kulkee tuote- ja materiaalikuljetuksissa noin 10 kappaletta vuorokaudessa. Vuonna 2011 huhti-joulukuussa tehtaan satamassa kävi 28 laivaa. Lisäksi alueella on henkilö- ja huoltoliikennettä noin 200 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Meluselvityksen perusteella päivä- ja yöaikaiset melutasot ylittävät valtioneuvoston antamat ympäristömelun ohjearvot lähimmissä melulle alttiissa kohteissa tehdasalueen ympäristössä (Kuva 20-1). Ohjearvojen ylittymiset johtuvat useiden eri lähteiden yhteisvaikutuksesta ja melupäästöjen impulssimaisuudesta ja kapeakaistaisuudesta.

### 20.2.2 Pilaantuneiden sedimenttien kunnostuksen vaikutukset meluun

Pilaantuneiden sedimenttien peittämisestä tai ruoppauksesta sekä penkereen rakentamisesta voi aiheutua melua Huruslahden lähialueelle. Melua peittämisessä ja ruoppauksessa muodostuu pääasiassa alusten moottoreiden ja vaihteistojen sekä pumppujen toiminnasta. Melulle altistuvia kohteita on lähinnä Huruslahden länsirannalla, jossa lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat. Yhteisvaikutus Stora Enson Varkauden tehtaiden melun kanssa voi nostaa melutasoja Huruslahden eteläosan alueella.

Peittämistä tai ruoppausta lahden pohjoisen syvänteiden alueella tulisi tehdä lähimmillään noin 100 metrin etäisyydellä lähimmistä asuinrakennuksista, jolloin työkohteiden melu voi aiheuttaa viihtyvyyshaittaa alueen asuk-



Kuva 20-1. Stora Enson Varkauden tehtaiden ympäristön melutasot päiväaikaan kapeakaistaisuus ja impulssimaisuus huomioituna. (Lähde: Symo Oy, 2012)

kaille. Koko Huruslahden alueeseen kohdistuvissa toimenpiteissä toimittaisiin myös aivan lahden ranta-alueilla, jolloin rannan asukkaiden melualtistus lisääntyisi työväheen aikana. Lahden itärannalla sekä Päiviönsaaren alueella on teollisuuskäytössä olevia alueita, jotka eivät ole herkkiä melulle.

Peittomateriaalien, ruoppausmassojen ja pengermateriaalien käsittelystä ja kuljetuksista voi aiheutua meluhaittoja lähistön ja kuljetusreittien varren asutuksille. Meluvaikutusten vähentämiseksi työt voidaan mahdollisuksien mukaan pyrkiä rajoittamaan päiväaikaan. Etenkin koko Huruslahden alueeseen kohdistuvissa kunnostusvaihtoehdoissa ovat kuljetusten meluvaikutukset lähistön asukkaille todennäköisesti erittäin merkittäviä suurista kuljetusmääristä johtuen.

## 20.3 Tärinä

Huruslahden alueella ei liikenteen lisäksi nykyisin ole merkittävää tärinää aiheuttavaa toimintaa. Huruslahden sedimenttien mahdollisesta peittämisestä tai ruoppauksesta ei aiheudu tärinää eikä hankkeella muutenkaan ole vaikutuksia alueen tärinätilanteeseen. Massojen kuljetuksista aiheutuvasta raskaasta liikenteestä voi aiheutua vähäistä tärinää kuljetusreittien varren asutukselle.

# 21. Kunnostusvaihtoehtoihin liittyvät riskit ja rajoitteet

Kunnostusvaihtoehtoihin liittyviä ympäristöriskejä ja rajoitteita on tarkasteltu edellä hankevaihtoehtojen ja tässä kappaleessa esitetään yhteenvetona toimenpiteisiin liittyvistä riskeistä ja rajoitteista.

Ympäristössä esiintyvän pilaantuneen materiaalin käsittelyyn liittyy aina ympäristöriskejä, jotka aiheutuvat materiaalin mahdollisesta kulkeutumisesta alkuperäisen esiintymisalueen ulkopuolelle, muuntumisesta haitallisempaan muotoon kemiallisen reaktion kautta ja joutumisesta kosketuksiin altistuvien tahojen (ihminen, eliöt) kanssa. Toisaalta pilaantuneesta materiaalista voi aiheutua ympäristöriski jo itsessään, mikäli pilaantumista aiheuttanut ainetta kulkeutuu alkuperäisen esiintymisalueen ulkopuolelle tai se aiheuttaa eliöiden altistumista luonnollisten prosessien seurauksena.

Huruslahden pilaantuneiden sedimenttien kunnostamatta jättämiseen liittyviä riskejä ovat:

- Haitta-aineita kulkeutuu alapuoliselle vesialueelle aiheuttaen eliöiden ja ihmisten altistumista
- Haitta-aineet jäävät alueelle rasitteeksi ja voivat tulevaisuudessa vapautua sedimentistä olosuhteiden muuttuessa tai tehtäessä rakennustöitä Huruslahden alueella
- Pilaantuneista sedimenteistä aiheutuu rajoitteita alueella tehtäviin ruoppaus-, rakennus- yms. töihin.
- Seurannassa todetaan vaikutuksia tai riskejä, jotka edellyttävät aktiivisia kunnostustoimenpiteitä myöhemmin. TBT:n ja sen hajoamistuotteiden vaikutuksista tiedetään nykyisin kohtuullisen vähän Huruslahden olosuhteissa
- Haitta-aineet heikentävät alueen imagoa ja aiheuttavat haittoja kalastus- ja matkailuelinkeinoille sekä vesistön virkistyskäytölle
- Haitta-aineiden luontainen hajoaminen ja poistuminen ravintoverkosta tapahtuvat hitaasti ja edellyttävät pitkään jatkuvaa monitorointia

Kunnostusvaihtoehtoissa veteen sekoittuu väistämättä pilaantunutta sedimenttiä, josta voi aiheutua erilaisia haittoja:

- Veteen sekoittuneesta sedimentistä aiheutuva samentuma ja mahdollinen happivajaus karkottaa kaloja ja haittaa vesistön virkistyskäyttöä
- Karkaavasta sedimentistä aiheutuu ravinnekuormitusta Huruslahden alueelle sekä alapuolisille vesialueille, millä on rehevöitymistä lisäävä vaikutus
- Veteen sekoittuvaa pilaantunutta sedimenttiä kulkeutuu virtauksen mukana alavirtaan ja sedimentoituu vähitellen suvantoalueille lisäten haitta-aineiden määriä kunnostuskohteen alapuolella
- Veteen sekoittuneesta sedimentistä liukenee haitta-aineita (organotinat, elohopea) veteen bioaktiiviseen muotoon, mikä lisää haitta-aineiden pitoisuuksia kaloissa lisäten kaloja syövien ihmisten ja eläinten altistumista. Nousseet haitta-aineiden pitoisuudet vedessä lisäävät altistumista myös suoraan vedestä
- Veteen sekoittuneiden haitta-aineiden pitoisuuksien nousu vesistössä voi olla haitallista vesieliöille

Edellä mainittujen sedimentin vapautumiseen liittyvien haittojen lisäksi erityisesti peittämismuotoon liittyviä ympäristöriskejä ja rajoitteita ovat:

- Peittokerroksesta ei tule tasainen, kattava tai riittävän stabiili pohjanmuodoista ja olosuhteista johtuen
- Peittomateriaali ei estä haitta-aineiden vapautumista veteen suunnitellulla tavalla
- Peittomateriaali aiheuttaa sedimentin haitta-aineiden hajoamisen entistä hitaammin (peittokerroksen alla on hapettomat olosuhteet)
- Haitta-aineet jäävät alueelle rasitteeksi ja voivat tulevaisuudessa vapautua sedimentistä olosuhteiden muuttuessa tai tehtäessä rakennustöitä Huruslahden alueella
- Peittomateriaalin levityksen aikana aiheutuu haitta-aine- ja kiintoainekuormitusta

- Peittomateriaalien hankkiminen vaatii maa-aineksia ja materiaalien kuljettamista Huruslahden alueelle
- Peittäminen tuhoaa pohjaeläimistön ja vesikasvillisuuden peitettäviltä alueilta
- Peittokerroksen alle jäänyt orgaaninen sedimenttiaines alkaa hajota anaerobisesti muodostaen kaasua, mikä voi vaurioittaa peittokerrosta
- Peittämisratkaisun pitkän aikavälin toimivuutta ei tunneta
- Pilaantuneimpien syvänealueiden peittäminen vaihtoehtossa VE 1A ei olennaisesti vähennä organotinojen kulkeutumista Haukiveden alueelle jatkossa, koska haitta-aineiden päästölähdettä Huruslahden alueella ei tunneta tarkemmin. On mahdollista, että syvänteissä havaitut korkeat organotinapitoisuudet eivät milloinkaan kulkeudu alavirtaan, vaan haitta-aineiden kulkeutuminen alavirtaan on seurausta matalampien ja eroosiolle enemmän alttiiden sedimenttien haitta-aineiden vapautumisesta veteen ja kulkeutumisesta alavirtaan
- Peittäminen muuttaa lahden pohjan muotoja ja voi vaikuttaa virtausolosuhteisiin

Erityisesti ruoppausvaihtoehtoon liittyviä riskejä ja rajoitteita ovat:

- Ruoppauksen aikana vapautuu kiintoainetta ja haitta-aineita veteen, jotka kulkeutuvat alapuolisille vesialueille
- Ruoppaustarkkuus jää heikoksi suuresta vesisyvyydestä johtuen
- Soveltuvan ruoppauskaluston tuominen kohteeseen voi osoittautua vaikeaksi
- Ruoppauksessa muodostuvien massojen esikäsittely vaatii laajoja maa-alueita
- Esikäsittelyssä muodostuvien kuivatusvesien mukana kulkeutuu haitta-aineita takaisin vesistöön
- Kuivatusvesien käsittelyjärjestelmä ei toimi odotetulla tavalla tai siihen tulee häiriö, jonka seurauksena puhdistamatonta kuivatusvettä päätyy takaisin vesistöön
- Esikäsittelyjen ruoppausmassojen kuljettaminen loppusijoitukseen aiheuttaa liikennettä
- Ruoppaus tuhoaa pohjaeläimistön ja vesikasvillisuuden ruopattavilta alueilta

Virtausolosuhteiden muuttamiseen liittyviä riskejä ja rajoitteita ovat:

- Patorakenteen rakentaminen edellyttää vesirakentamista Huruslahden alueella, jolloin työn aikana voi vapautua haitta-aineita veteen
- Virtausolosuhteiden muuttaminen lisää voimakkaan uoman eroosiota ja voi edellyttää lisäeroosiosuojausten toteuttamista
- Virtausolosuhteiden muuttaminen ei vähennä toivottavalla tavalla sedimentin haitta-aineiden kulkeutumista alavirtaan
- Virtausolosuhteiden muuttaminen heikentää veden vaihtuvuutta Huruslahdessa ja aiheuttaa siitä syystä vedenlaadun heikkenemistä
- Patorakenne muuttaa Huruslahden maisemaa

## 22. Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden, suunnitelmien ja ohjelmien kanssa

Hankkeen toteuttamisella voi olla vaikutuksia muihin hankkeisiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin. Seuraavassa on listattu tiedossa olevia suunnitelmia ja hankkeita ja arvioitu, onko Huruslahden pilaantuneiden sedimenttien kunnostuksella yhteisvaikutuksia niiden kanssa.

| Hanke tai suunnitelma                                                                                   | Yhteys Huruslahden kunnostushankkeeseen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vesipolitiikan puitesuunnitelman toteuttamiseksi laaditut toimenpideohjelmat ja vesienhoitosuunnitelmat | <p>Huruslahti on luokiteltu ei voimakkaasti muutetuksi vesialueeksi. Asiantuntija-arvion mukaan Huruslahden ekologinen nykytila on luokassa tyydyttävä ja tavoitetilä hyvä.</p> <p>Pohjois-Savon toimenpideohjelman mukaan Varkauden alapuolisen Haukiveden Siitinselkä-Vuoriselkä vesimuodostumalla tavoitteena on veden leväpitoisuuksien vähentäminen sekä sedimentin korkeiden haitta-ainepitoisuuksien aiheuttamien haittojen minimointi. Sedimentin korkeiden haitta-ainepitoisuuksien aiheuttamien haittojen minimoimiseksi laaditaan riskinhallintasuunnitelma.</p> <p>Kunnostamisella ei ole vaikutuksia Huruslahden sekä Haukiveden alueiden ekologisen tilan luokitukseen. Kunnostuksesta aiheutuvat päästöt voivat pidentää aikaa, joka tavoitetilan saavuttamiseen kuluu organotoinojen luontaisen hajoamisen seurauksena.</p> |
| Natura 2000 -suojeluohjelmat                                                                            | Kunnostamisen vaikutukset Linnansaaren Natura-alueeseen on arvioitu YVA:ssa vähäisiksi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Pohjois- ja Etelä-Savon maakuntaohjelmat                                                                | Maakuntaohjelmilla ohjataan yleisellä tasolla alueiden käyttöä ja kehittämistä. Kunnostustamisella voi olla positiivisia vaikutuksia alueiden kehittämiseen pitkällä tähtäimellä.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kunnalliset kaavahankkeet, mm. kuntien rantakaavat                                                      | Hankkeella ei arvioida olevan vaikutusta kaavahankkeisiin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Huruslahden lähialueen elinkeinoelämän kehittämissuunnitelmat                                           | Kunnostuksella voi olla positiivisia vaikutuksia kalastus- ja matkailuelinkeinojen kehittämiseen hankkeen vaikutusalueella, mikäli kunnostus parantaa alueen imagoa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kämärin ja kanava-alueen matkailun kehittämishanke                                                      | Kunnostuksella ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia Kämärin ja kanava-alueen matkailun kehittämisen kannalta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Unnukan, Haukiveden ja Saimaan kehittämissuunnitelmat                                                   | Haukiveden kehittämissuunnitelmiin hankkeella voi olla vaikutuksia, mikäli kunnostustoimenpiteet edesauttavat kalastuksen ja matkailun kehittämistä. Unnukan ja Saimaan kehittämissuunnitelmiin hankkeella ei ole vaikutuksia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| Hanke tai suunnitelma                                                                           | Yhteys Huruslahden kunnostushankkeeseen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Saimaannorpan suojelun strategia ja toimenpidesuunnitelma 2011                                  | Toimenpidesuunnitelman mukaan viimeisimmässä tutkimuksessa on todettu, että nuorissa norppaikäluokissa tavatut elohopeapitoisuudet ovat viimeisen runsaan 20 vuoden aikana laskeneet, mutta vielä 2000 luvun alkupuolella saimaannorppien elohopeakuormitus oli edelleen poikkeuksellisen korkea.<br><br>Hankkeella ei riskinarviossa ja YVA:ssa arvioitu olevan vaikutuksia saimaannorpan elohopeapitoisuuksiin, elinolosuhteisiin tai suojeluun. |
| Saimaan järvilohistrategia                                                                      | Kunnostushankkeella ei ole vaikutuksia Saimaan järvilohistrategiaan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Unnukan kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma II, Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys 1998 | Hankkeella ei ole vaikutuksia Unnukan kalastusalueeseen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Haukiveden kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma 2005 – 2015                               | Haukiveden käyttö- ja hoitosuunnitelman tavoitteissa on esitetty mm. ammattikalastuksen kehittäminen sekä alueen vahvuutena hyvät kalavarat, joiden kehittymiseen hankkeella arvion mukaan voi olla imagotekijöiden kautta vaikutuksia.                                                                                                                                                                                                            |
| Linnansaaren kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma                                       | Kunnostushankkeella ei arvioitu YVA:ssa olevan vaikutuksia norpan tai kalasääksen elinolosuhteisiin, mutta imagovaikutuksen kautta hanke voi vaikuttaa alueen matkailun kehittymiseen.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kestävän kalastuksen ja luontomatkailun kehittämishanke 2011 – 2014                             | Kunnostushankkeella tai sen toteuttamatta jättämisellä ei riskinarviossa todettu olevan haitallisia vaikutuksia kalaston ja sitä kautta kalastuksen kehittymiseen. Imagotekijät voivat kuitenkin vaikuttaa kalastukseen ja luontomatkailuun alueella.                                                                                                                                                                                              |
| Meri- ja sisävesiväylien kehittämisohjelma 2007 – 2016                                          | Hankkeella ei ole vaikutuksia vesiväyliin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Yleissuunnitelma suuren tulvan aiheuttamien vahinkojen rajoittamiseksi Varkauden alueella       | Hankkeella ei ole vaikutuksia tulvasuojeluun Varkauden alueella.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet Vuoksen vesistöalueella (VATVuoksi)                   | Vuoksen alueidenkäyttötavoitteissa korostetaan mm. matkailun ja vesistön virkistyskäytön ohjaamiseen ja kehittämiseen, joihin hankkeella voi imagosyistä olla vaikutuksia.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Vuoksen vesistöalueen järvitaimenen toimenpideohjelma (tekeillä)                                | Kunnostushankkeella ei ole vaikutusta järvitaimeneen liittyviin hankkeisiin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Saimaan lohikalojen kestävä kalastus (LIFE+ -hanke)                                             | Saimaan lohikalojen kestävä kalastuksen edistäminen –hankkeen keskeisenä tehtävänä on jakaa tietoa Saimaan uhanalaisista kalalajeista (järvilohi, järvitaimen, nieriä, harjus) ja kertoa kalastuksen vaikutuksesta niihin.<br><br>Huruslahden kunnostushankkeella ei ole vaikutukset lohikalahankkeeseen.                                                                                                                                          |
| Etelä-Savon virtavesien kalataloudellinen kunnostusohjelma                                      | Kunnostushankkeella ei ole vaikutuksia Etelä-Savon virtavesiin tai niiden kalataloudelliseen kunnostukseen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Riikinnevan jätteenpolttolaitos                                                                 | Riikinnevan jätteenpolttolaitoksen kanssa aiheutuu liikenteen ja yhteisvaikutuksia, mikäli Huruslahdelta kuljetetaan ruoppausmassoja Riikinnevan jätekeskukseen.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |





# 23. Hankevaihtoehtojen vertailu ja toteutuskelpoisuus

## 23.1 Vaihtoehtojen vertailu

YVA-menettelyssä arvioitiin eri kunnostustoimien vaikutuksia ja niillä aiheutettavaa muutosta. Muutos voi olla toivottu tai epätoivottu. Muutoksen merkittävyyttä ja siitä saatavaa hyötyä/haittaa tarkasteltiin vaikutuksen suuruuden ja vastaanottavan kohteen herkkyyden perusteella alla näkyvän taulukon mukaisesti. Taulukon perusteella nähdään, että

merkittävimmät vaikutukset syntyvät vaihtoehtoissa, joissa toimenpiteet kohdistuvat koko Huruslahden alueeseen. Noin 20 vuoden aikajänteellä vaikutukset ovat negatiivisia ja erittäin merkittäviä. Alle 20 vuoden aikajänteellä monitoroitu nollavaihtoehto näyttäisi vertailun perusteella toteutuskelpoisimmalta.

Taulukko 23-1. Vaikutusten arvioinnissa käytetyn kokonaismerkittävyyden kriteerit.

|                          | negatiivinen vaikutus |             | ei vaikutusta |             | positiivinen vaikutus |             |
|--------------------------|-----------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                          | Suuri                 | Keskisuuri  | Pieni         | Pieni       | Keskisuuri            | Suuri       |
| Vaikutuskohteen herkkyys | Vähäinen              | Kohtalainen | Vähäinen      | Vähäinen    | Vähäinen              | Kohtalainen |
|                          | Kohtalainen           | Suuri       | Kohtalainen   | Vähäinen    | Kohtalainen           | Suuri       |
|                          | Suuri                 | Suuri       | Suuri         | Kohtalainen | Kohtalainen           | Suuri       |

### Vaikutuksen merkittävyys

|     |               |                                                                                                                                                                                                   |
|-----|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| +++ | Suuri         | Vaikutus on suuri ja kohdistuu kohtalaisen arvokkaisiin resursseihin/kohteeseen. Tai vaikutus on keski-suuri ja kohdistuu herkkään alueeseen.                                                     |
| ++  | Kohtalainen   | Vaikutus voi olla pieni, mutta kohteen herkkyys suuri. Tai vaikutus suuri, mutta kohteen herkkyys vähäinen. Tai molemmat kohtalaisia.                                                             |
| +   | Vähäinen      | Vaikutus on pieni ja kohteen herkkyys vähäinen tai kohtalainen. Tai vaikutus on keski-suuri ja kohteella vähäinen arvo.                                                                           |
| 0   | Ei vaikutusta |                                                                                                                                                                                                   |
| -   | Vähäinen      | Vaikutus on pieni ja kohteen herkkyys vähäinen tai kohtalainen. Tai vaikutus on keski-suuri ja kohteella vähäinen arvo.                                                                           |
| --  | Kohtalainen   | Vaikutus voi olla pieni, mutta kohteen herkkyys suuri. Tai vaikutus suuri, mutta kohteen herkkyys vähäinen. Tai molemmat kohtalaisia.                                                             |
| --- | Suuri         | Vaikutus ylittää hyväksyttävät rajat ja standardit. Vaikutus on suuri ja kohdistuu kohtalaisen arvokkaisiin resursseihin/kohteeseen. Tai vaikutus on keski-suuri ja kohdistuu herkkään alueeseen. |

Taulukko 23-2. Yhteenvedo hankevaihtoehtoista ja niiden vaikutuksista.

|                                       | Ei kunnostustoimenpiteitä                                                                                                                 |                                                                                                                                           | Vain voimakkaimmin pilaantuneet alueet                                                                                                             |                                                                                                                                                  | Koko Huruslahti                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   | Muu tekninen ratkaisu                                                                                                                |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | VE 0                                                                                                                                      | VE 0+                                                                                                                                     | Peittäminen VE 1A                                                                                                                                  | Ruoppaus VE 2A                                                                                                                                   | Peittäminen VE 1B                                                                                                                                | Ruoppaus VE 2B                                                                                                                                    | Penger VE 3                                                                                                                          |
| <b>Investoinnit</b>                   | -                                                                                                                                         | -                                                                                                                                         | 1...1,5 M€                                                                                                                                         | 3...3,5 M€                                                                                                                                       | 50...65 M€                                                                                                                                       | 80...100 M€                                                                                                                                       | 1,5...2,5 M€                                                                                                                         |
| <b>Käyttökustannukset</b>             | 25 t€/a                                                                                                                                   | 50...100 t€/a                                                                                                                             | 50...100 t€/a                                                                                                                                      | 100...200 t€/a                                                                                                                                   | 100...200 t€/a                                                                                                                                   | 200...300 t€/a                                                                                                                                    | 50...100 t€/a                                                                                                                        |
| <b>Aika</b>                           | -                                                                                                                                         | -                                                                                                                                         | noin 3 kuukautta                                                                                                                                   | noin 1 kuukausi<br><br>Esikäsittely +1...2 vuotta                                                                                                | 7...8 vuotta                                                                                                                                     | 1...10 vuotta työtehosta riippuen<br><br>Esikäsittely +1...5 vuotta                                                                               | 1...2 vuotta                                                                                                                         |
| <b>Tilantarve</b>                     | Ei tilantarvetta                                                                                                                          | Ei tilantarvetta                                                                                                                          | 0,5 hehtaaria                                                                                                                                      | 2...8 hehtaaria                                                                                                                                  | 2...3 hehtaaria                                                                                                                                  | 8...200 hehtaaria                                                                                                                                 | -                                                                                                                                    |
| <b>Ulkopuoliset materiaalit</b>       | Ei tarvetta                                                                                                                               | Ei tarvetta                                                                                                                               | 15 000 m <sup>3</sup>                                                                                                                              | -                                                                                                                                                | 800 000 m <sup>3</sup>                                                                                                                           | -                                                                                                                                                 | 30 000 m <sup>3</sup>                                                                                                                |
| <b>Kiintoainekuormitus</b>            | 1 900 m <sup>3</sup> /a                                                                                                                   | 1 900 m <sup>3</sup> /a                                                                                                                   | 1 500...<br>3 000 m <sup>3</sup>                                                                                                                   | 1 500...<br>3 000 m <sup>3</sup>                                                                                                                 | 40 000...<br>80 000 m <sup>3</sup>                                                                                                               | 40 000...<br>80 000 m <sup>3</sup>                                                                                                                | 500...1 000 m <sub>3</sub>                                                                                                           |
| <b>Kuivatusveden määrä</b>            | Ei kuivatusvesiä                                                                                                                          | Ei kuivatusvesiä                                                                                                                          | Ei kuivatusvesiä                                                                                                                                   | 35 000...<br>145 000 m <sup>3</sup>                                                                                                              | Ei kuivatusvesiä                                                                                                                                 | 900 000...<br>3 900 000 m <sup>3</sup>                                                                                                            | Ei kuivatusvesiä                                                                                                                     |
| <b>Kuljetustarve (40 tonnia/auto)</b> | Ei tarvetta                                                                                                                               | Ei tarvetta                                                                                                                               | 750 kpl                                                                                                                                            | 160...400 kpl                                                                                                                                    | 40 000 kpl                                                                                                                                       | 4 300...10 000 kpl                                                                                                                                | 1 300...1 500 kpl                                                                                                                    |
| <b>Tekninen toteutuskelpoisuus</b>    | Ei esteitä                                                                                                                                | Ei esteitä. Mahdollistaa tietoon pohjautuvan päätöksen muiden vaihtoehtojen toteutukselle.                                                | Peittomateriaali ei välttämättä pysy syvänteiden rinteillä. Menetelmän pitkän ajan toiminta epävarmaa.                                             | Tilaa esikäsittelylle ei välttämättä löydy. Vesisyvyys asettaa rajoitteita käytettävälle kalustolle.                                             | Paljon epävarmuutta kaluston ja peittomateriaalin saatavuudessa. Menetelmän pitkän ajan toiminta epävarmaa.                                      | Paljon epävarmuutta kaluston ja esikäsittelytilan saatavuudessa. Tilaa esikäsittelylle ei nykyisellä maankäytöllä löydy.                          | Vaikutukset vedenlaatuun ja haitta-aineiden kulkeutumiseen tulee selvittää virtausmallinnuksilla.                                    |
| <b>Vedenlaatu</b>                     | Vesistöjen tilan kehitys säilyy nykyisellään. Huruslahden vesi on ravinteikasta, mutta haitta-aineiden pitoisuudet vedessä ovat alhaisia. | Vesistöjen tilan kehitys säilyy nykyisellään. Huruslahden vesi on ravinteikasta, mutta haitta-aineiden pitoisuudet vedessä ovat alhaisia. | Työn aikana (3 kk) aiheutuu haitta-ainekuormitusta ja samentuma-vaikutuksia. TBT:n pitoisuus vedessä ylittää ympäristönläätunormin.                | Työn aikana (1 kk) aiheutuu haitta-ainekuormitusta ja samentuma-vaikutuksia. TBT:n pitoisuus vedessä ylittää ympäristönläätunormin.              | Työn aikana (7-8 a) aiheutuu merkittävää haitta-ainekuormitusta ja samentuma-vaikutuksia. TBT:n pitoisuus vedessä ylittää ympäristönläätunormin. | Työn aikana (1-10 a) aiheutuu merkittävää haitta-ainekuormitusta ja samentuma-vaikutuksia. TBT:n pitoisuus vedessä ylittää ympäristönläätunormin. | Työn aikana (1-2 a) vähäistä haitta-ainekuormitusta ja samentuma-vaikutuksia. TBT:n pitoisuus vedessä ylittää ympäristönläätunormin. |
| <b>Aikajänne 1-20 v</b>               |                                                                                                                                           |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                      |
| <b>Aikajänne &gt;20-100 v</b>         |                                                                                                                                           |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                      |
| <b>Sedimentit Huruslahti</b>          | Haitta-aineiden pitoisuudet Huruslahden sedimentissä säilyvät korkeina pitkään.                                                           | Haitta-aineiden pitoisuudet Huruslahden sedimentissä säilyvät korkeina pitkään.                                                           | Huruslahdella on kunnostuksen jälkeenkin vielä runsaasti pilaantuneita sedimenttejä. Peitetyt pilaantuneet sedimentit jäävät alueelle rasitteeksi. | Huruslahdella on kunnostuksen jälkeenkin vielä runsaasti pilaantuneita sedimenttejä, mutta haitta-aineiden kokonaismäärä pienenee merkittävästi. | Peitetyt pilaantuneet sedimentit jäävät alueelle rasitteeksi. Peittomateriaali muodostaa puhtaan kasvualustan Huruslahdelle.                     | Huruslahden sedimentit ovat puhtaita. Haitta-aineiden kulkeutuminen Haukivedellä päättyy kunnostuksen jälkeen.                                    | Haitta-aineiden pitoisuudet Huruslahden sedimentissä säilyvät korkeina pitkään.                                                      |

|                                     | Ei kunnostustoimenpiteitä                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        | Vain voimakkaimmin pilaantuneet alueet                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                              | Koko Huruslahti                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                           | Muu tekninen ratkaisu                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | VE 0                                                                                                                                      | VE 0+                                                                                                                                                                  | Peittäminen VE 1A                                                                                                                                                            | Ruoppaus VE 2A                                                                                                                                                               | Peittäminen VE 1B                                                                                                                                                                         | Ruoppaus VE 2B                                                                                                                                                                            | Penger VE 3                                                                                                                                                                                           |
| <b>Haukivesi</b>                    | Haukivedellä myönteinen kehitys on nopeampaa hajoamisen ylittäessä tulevan kuormituksen.                                                  | Haukivedellä myönteinen kehitys on nopeampaa hajoamisen ylittäessä tulevan kuormituksen.                                                                               | Kunnostuksen seurauksena sedimentin haitta-ainemäärät kasvavat Haukivedellä vähäisesti.                                                                                      | Kunnostuksen seurauksena sedimentin haitta-ainemäärät kasvavat Haukivedellä vähäisesti.                                                                                      | Kunnostuksen seurauksena sedimentin haitta-ainemäärät kasvavat Haukivedellä.                                                                                                              | Kunnostuksen seurauksena sedimentin haitta-ainemäärät kasvavat Haukivedellä.                                                                                                              | Kunnostuksen seurauksena sedimentin haitta-ainemäärät kasvavat Haukivedellä vähäisesti.                                                                                                               |
| <b>Vesistöjen ekologia</b>          | Ekologisen tilan kehitys säilyy nykyisellään. Sedimentin haitta-aineista aiheutuu ekologinen riski Huruslahden pohjaeläimille.            | Ekologisen tilan kehitys säilyy nykyisellään. Sedimentin haitta-aineista aiheutuva ekologinen riski voidaan tarvittaessa ehkäistä ryhtymällä kunnostustoimenpiteisiin. | Ei laajaa vaikutusta vesistöjen ekologiseen tilaan. Töiden aikana haitat vesieliöstölle kuitenkin mahdollisia koko vaikutusalueella.                                         | Ei laajaa vaikutusta vesistöjen ekologiseen tilaan. Töiden aikana haitat vesieliöstölle kuitenkin mahdollisia koko vaikutusalueella.                                         | Heikentää Haukiveden sedimentin alhaisen pitoisuustason saavuttamista. Töiden aikana vakavia vaikutuksia Huruslahden ekologiseen tilaan. Vaikutukset todennäköisiä koko vaikutusalueella. | Heikentää Haukiveden sedimentin alhaisen pitoisuustason saavuttamista. Töiden aikana vakavia vaikutuksia Huruslahden ekologiseen tilaan. Vaikutukset todennäköisiä koko vaikutusalueella. | Ekologisen tilan kehitys säilyy nykyisellään. Sedimentin haitta-aineista aiheutuu ekologinen riski Huruslahden pohjaeläimille. Töiden aikana haitat vesieliöstölle mahdollisia myös vaikutusalueella. |
| <b>Luonnon monimuotoisuus</b>       | Vaikutukset palautuvat hitaasti pitoisuuksien laskiessa luontaisesti. Ei vaikutuksia suojelualueisiin, lintuihin tai nisäkkäisiin.        | Vaikutukset palautuvat hitaasti pitoisuuksien laskiessa luontaisesti. Ei vaikutuksia suojelualueisiin, lintuihin tai nisäkkäisiin.                                     | Haitta-ainealtistumisen lisääntymisen seurauksena vaikutusalueen pohjaeläimistö voi yksipuolistua lajistoltaan. Ei vaikutuksia suojelualueisiin, lintuihin tai nisäkkäisiin. | Haitta-ainealtistumisen lisääntymisen seurauksena vaikutusalueen pohjaeläimistö voi yksipuolistua lajistoltaan. Ei vaikutuksia suojelualueisiin, lintuihin tai nisäkkäisiin. | Tuhoaa Huruslahden eliöstön ja aiheuttaa merkittävää haitta-aine- ja ravinnekuormitusta Haukivedelle, joilla voi olla vaikutuksia vesiluontoon.                                           | Tuhoaa Huruslahden eliöstön ja aiheuttaa merkittävää haitta-aine- ja ravinnekuormitusta Haukivedelle, joilla voi olla vaikutuksia vesiluontoon.                                           | Ei merkittävää vaikutusta haitta-ainealtistumisen lisääntymiseen. Ei vaikutuksia suojelualueisiin, lintuihin tai nisäkkäisiin.                                                                        |
| <b>Maaperä ja pohjavesi</b>         | Ei vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen.                                                                                                 | Ei vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen.                                                                                                                              | Ei vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen.                                                                                                                                    | Ei vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen.                                                                                                                                    | Ei vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen.                                                                                                                                                 | Ei vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen.                                                                                                                                                 | Ei vaikutuksia maaperään tai pohjaveteen.                                                                                                                                                             |
| <b>Luonnonvarojen hyödyntäminen</b> | Ei vaikutuksia.                                                                                                                           | Ei vaikutuksia.                                                                                                                                                        | Aiheuttaa tarpeen maainesten otolle. Mahdollisesti tarve rajoittaa Huruslahden veden käyttöä töiden aikana.                                                                  | Mahdollisesti tarve rajoittaa Huruslahden veden käyttöä töiden aikana.                                                                                                       | Aiheuttaa merkittävän tarpeen maainesten otolle. Tarve rajoittaa Huruslahden veden käyttöä töiden aikana.                                                                                 | Tarve rajoittaa Huruslahden veden käyttöä töiden aikana.                                                                                                                                  | Aiheuttaa tarpeen maainesten otolle.                                                                                                                                                                  |
| <b>Ihmisten terveys</b>             | Ei riskiä ihmisten terveydelle.                                                                                                           | Ei riskiä ihmisten terveydelle.                                                                                                                                        | Ei vaikutuksia ihmisten terveyteen.                                                                                                                                          | Ei vaikutuksia ihmisten terveyteen.                                                                                                                                          | Ei vaikutuksia ihmisten terveyteen kun uimista Huruslahdella rajoitetaan töiden aikana.                                                                                                   | Ei vaikutuksia ihmisten terveyteen kun uimista Huruslahdella rajoitetaan töiden aikana.                                                                                                   | Ei vaikutuksia ihmisten terveyteen.                                                                                                                                                                   |
| <b>Elinolot ja viihtyvyys</b>       | Haitta-aineet jäävät tulevien sukupolvien taakaksi ja saastuneella alueella on lievä kielteinen vaikutus matkailuun ja Varkauden imagoon. | Haitta-aineet jäävät tulevien sukupolvien taakaksi, mutta tutkimustiedon lisäämisellä ja tiedotuksella voidaan ehkäistä haitallisia imago-vaikutuksia.                 | Vaikutukset lieviä. Haitta-aineiden jäämisellä alueelle voi olla lievä kielteinen vaikutus matkailuun ja Varkauden imagoon.                                                  | Vaikutukset lieviä. Kunnostustöiden aikaiset päästöt aiheuttavat huolta.                                                                                                     | Vaikutukset kohtalaisia. Kunnostustyön aikaiset päästöt aiheuttavat huolta. Työpajassa vaihtoehto katsottiin kustannustehottomaksi.                                                       | Vaikutukset kohtalaisia. Kunnostuksen aikaiset vaikutukset huolettavat. Toisaalta haitta-aineiden poistaminen alueelta parantaa alueen imagoa. Suosituin vaihtoehto asukaskyselyssä.      | Vaikutukset kokonaisuutena lieviä ja kohdistuvat lähinnä Huruslahdella talvella kalastaviin. Työpajassa katsottiin varseenotettavaksi vaihtoehdoksi.                                                  |

|                                                                                                    | Ei kunnostustoimenpiteitä                                                                                                                  |                                                                                                                                                         | Vain voimakkaimmin pilaantuneet alueet                                                                     |                                                                                                                | Koko Huruslahti                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                   | Muu tekninen ratkaisu                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                    | VE 0                                                                                                                                       | VE 0+                                                                                                                                                   | Peittäminen VE 1A                                                                                          | Ruoppaus VE 2A                                                                                                 | Peittäminen VE 1B                                                                                                                                                                 | Ruoppaus VE 2B                                                                                                                                                                    | Penger VE 3                                                                                                |
| <b>Kalastus ja virkistyskäyttö</b><br><br><b>Aikajänne 1-20 v</b><br><b>Aikajänne &gt;20-100 v</b> | Vaikutukset mahdollisia imagotekijöistä johtuen.                                                                                           | Aktiivisella seurannalla ja asianmukaisella tiedotamisella voidaan ehkäistä pelkoja ja huolia sekä pilaantuneista sedimentistä aiheutuvaa imagohaittaa. | Mahdollisesti positiivinen vaikutus imagotekijöiden seurauksena Varkauden alueella.                        | Mahdollisesti positiivinen vaikutus imagotekijöiden seurauksena Varkauden alueella.                            | Työn aikana haittaa Huruslahden ja Haukiveden pohjoisosan alueelle. Töiden jälkeen positiivinen vaikutus Varkauden alueella. Imagollinen riski Joroisten ja Rantasalmen alueella. | Työn aikana haittaa Huruslahden ja Haukiveden pohjoisosan alueelle. Töiden jälkeen positiivinen vaikutus Varkauden alueella. Imagollinen riski Joroisten ja Rantasalmen alueella. | Ei suoria vaikutuksia. Vaikutukset mahdollisia imagotekijöistä johtuen.                                    |
| <b>Matkailu ja elinkeinot</b>                                                                      | Vaikutukset mahdollisia imagotekijöistä johtuen.                                                                                           | Tutkimustietoon perustuvalla viestinnällä voidaan ehkäistä imagohaittoja.                                                                               | Positiiviset vaikutukset mahdollisia alueen imagon paranemisen myötä.                                      | Positiiviset vaikutukset mahdollisia alueen imagon paranemisen myötä.                                          | Positiiviset vaikutukset mahdollisia alueen imagon paranemisen myötä.                                                                                                             | Positiiviset vaikutukset mahdollisia alueen imagon paranemisen myötä.                                                                                                             | Positiiviset vaikutukset mahdollisia alueen imagon paranemisen myötä.                                      |
| <b>Liikenne</b>                                                                                    | Ei vaikutuksia.                                                                                                                            | Ei vaikutuksia.                                                                                                                                         | Liikenne Huruslahden lähistöllä lisääntyy töiden aikana. Kauempana ei juurikaan vaikutusta.                | Liikenne Huruslahden lähistöllä lisääntyy töiden aikana. Kauempana ei juurikaan vaikutusta.                    | Liikenne Huruslahden lähistöllä ja keskustan alueella lisääntyy töiden aikana erittäin merkittävästi. Kauempana vaikutus on pienempi.                                             | Liikenne Huruslahden lähistöllä ja keskustan alueella lisääntyy töiden aikana erittäin merkittävästi. Kauempana vaikutus on pienempi.                                             | Liikenne Huruslahden lähistöllä lisääntyy töiden aikana.                                                   |
| <b>Maankäyttö ja kaavoitus</b>                                                                     | Ei vaikutuksia. Huruslahden pilaantuneita sedimenttejä ei ole riittävästi huomioitu Huruslahden vesialueen nykyisessä asemakaavoituksessa. | Ei vaikutuksia. Huruslahden pilaantuneita sedimenttejä ei ole riittävästi huomioitu Huruslahden vesialueen nykyisessä asemakaavoituksessa.              | Ei vaikutuksia.                                                                                            | Edellyttää maankäytöllisiä muutoksia Huruslahden ranta-alueella sedimenttien esikäsittelyn mahdollistamiseksi. | Voi edellyttää uuden maa-ainestenottoalueen perustamista.                                                                                                                         | Edellyttää erittäin merkittäviä maankäytöllisiä muutoksia Huruslahden ranta-alueella sedimenttien esikäsittelyn mahdollistamiseksi.                                               | Aiheuttaa uuden maakannaksen muodostumisen Huruslahden eteläosaan. Muilta osin ei vaikutuksia.             |
| <b>Maisema ja kulttuuriympäristöt</b>                                                              | Ei vaikutuksia.                                                                                                                            | Ei vaikutuksia.                                                                                                                                         | Työnaikaisia maisemavaikutuksia.                                                                           | Työnaikaisia maisemavaikutuksia.                                                                               | Työnaikaisia maisemavaikutuksia.                                                                                                                                                  | Työnaikaisia maisemavaikutuksia.                                                                                                                                                  | Aiheuttaa uuden maakannaksen muodostumisen Huruslahden eteläosaan. Muilta osin ei vaikutuksia.             |
| <b>Ilmanlaatu, melu, Tärinä</b>                                                                    | Ei vaikutuksia.                                                                                                                            | Ei vaikutuksia.                                                                                                                                         | Työn aikana pakokaasupäästöjä ja melua Huruslahden ranta-alueille. Liikenteestä aiheutuu melua ja tärinää. | Työn aikana pakokaasupäästöjä ja melua Huruslahden ranta-alueille. Liikenteestä aiheutuu melua ja tärinää.     | Työn aikana pakokaasupäästöjä ja melua Huruslahden ranta-alueille. Liikenteestä aiheutuu merkittävää melua ja tärinää.                                                            | Työn aikana pakokaasupäästöjä ja melua Huruslahden ranta-alueille. Liikenteestä aiheutuu merkittävää melua ja tärinää.                                                            | Työn aikana pakokaasupäästöjä ja melua Huruslahden ranta-alueille. Liikenteestä aiheutuu melua ja tärinää. |

|                     | Ei kunnostustoimenpiteitä                                                                                                           |                                                                                                                                                                              | Vain voimakkaimmin pilaantuneet alueet                                                                                                                |                                                                                                                                                                                | Koko Huruslahti                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                  | Muu tekninen ratkaisu                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | VE 0                                                                                                                                | VE 0+                                                                                                                                                                        | Peittäminen VE 1A                                                                                                                                     | Ruoppaus VE 2A                                                                                                                                                                 | Peittäminen VE 1B                                                                                                                                                            | Ruoppaus VE 2B                                                                                                                                   | Penger VE 3                                                                                                                                                                                           |
| <b>Riskit</b>       | Riski Huruslahden pohjaeläimistöille. Ei muita riskejä.                                                                             | Riskien kehittymistä seurataan aktiivisesti ja tarvittaessa voidaan ryhtyä kunnostustoimenpiteisiin riskien poistamiseksi.                                                   | Riski herkimille eliöille Huruslahdessa ja Huruslahti-Tahkosalmi osa-alueella kunnostustöiden aikana.                                                 | Riski herkimille eliöille Huruslahdessa ja Huruslahti-Tahkosalmi osa-alueella kunnostustöiden aikana.                                                                          | Riski herkimille eliöille Huruslahdessa ja Huruslahti-Tahkosalmi osa-alueella kunnostustöiden aikana.                                                                        | Riski herkimille eliöille Huruslahdessa ja Huruslahti-Tahkosalmi osa-alueella kunnostustöiden aikana.                                            | Vähäinen riski poikkeustilanteessa muodostuvien päästöjen vaikutuksesta Huruslahden ja Pirtinvirran alueella.                                                                                         |
| <b>Epävarmuudet</b> | Huruslahden ja Haukiveden tilan kehittymisestä ja haitta-aineiden muodostamista riskeistä ei saada riittävästi ajantasaista tietoa. | Kustannukset riippuvat tehtävien tutkimusten laadusta ja laajuudesta. Tehostetulle seurannalla saadaan poistettua vesistöjen nykytilaan ja riskeihin liittyvä epävarmuuksia. | Vaikuttavuus haitta-aineiden kulkeutumisen vähentymiseen voi jäädä pieneksi. Peitettyjen sedimenttien haitta-aineet voivat vapautua veteen myöhemmin. | Vaikuttavuus haitta-aineiden kulkeutumisen vähentymiseen voi jäädä pieneksi. Kaluston saatavuus ja suuri työskentelysyyvyys aiheuttavat epävarmuutta kustannusten arviointiin. | Tuhoaa nykyisen pohjaeliöstön ja vesikasvillisuuden. Peitettyjen sedimenttien haitta-aineet voivat vapautua veteen myöhemmin. Epävarmuutta peittomateriaalien saatavuudessa. | Tuhoaa nykyisen pohjaeliöstön ja vesikasvillisuuden. Merkittävää epävarmuutta tarvittavan esikäsitellyn tilan ja ruoppauskaluston saatavuudessa. | Voi heikentää veden vaihtuvuutta Huruslahdessa ja aiheuttaa siten vesialueen yleisen tilan heikkenemistä. Vaikuttavuus haitta-aineiden kulkeutumisen vähenemiseen epäselvä ja vaatii lisäselvityksiä. |

## 23.2 Taloudellinen toteutuskelpoisuus

Hankkeen toteuttamiskelpoisuutta tarkasteltiin kolmesta näkökulmasta: taloudellisesta, yhteiskunnallisesta ja teknisestä. Vaihtoehtoja VE 0 ja VE 0+ lukuun ottamatta kaikissa hankevaihtoehdoissa syntyy merkittäviä kustannusvaikutuksia tehtävistä toimenpiteistä riippuen. Kustannusvaikutusten kannalta Huruslahden pilaantuneimpien sedimenttien peittäminen (VE 1A) tai ruoppaus (VE 2A) sekä virtausolosuhteiden muuttaminen (VE 3) ovat tehdyn arvioinnin taloudellisesti toteuttamiskelpoisempia kuin ne vaihtoehdot, joissa toimenpiteet kohdistuvat koko Huruslahteen. Erittäin merkittäviä kustannukset ovat koko Huruslahden peittämisessä (VE 1B) ja ruoppaamisessa (VE 2B), joissa kustannustaso nousee useisiin kymmeniin miljooniin euroihin.

## 23.3 Yhteiskunnallinen toteutuskelpoisuus

Yhteiskunnallista toteutuskelpoisuutta tarkasteltiin luonnonympäristöön, ihmisiin ja elinolosuhteisiin kohdistuvien vaikutusten perusteella.

Nykytilanteen riskinarviossa (Esko Rossi Oy 2010; 2012) merkittävimmiksi riskeiksi osoittautuivat organotinojen haittavaikutukset pohjaeliöstölle. Pohjaeliöstölle haittamiksi arvioituihin pitoisuuksiin verrattuna TBT:n pitoisuus on Huruslahden sedimentissä enimmillään yli kaksi kertaluokkaa suurempi kuin haitattomaksi arvioidut pitoisuudet ja kokonaispitoisuuksien perusteella organotinat heikentävät pohjaeliöstön elinoloja tausta-alueita lukuun ottamatta kaikilla tarkasteltavilla osa-alueilla. Huruslahden sedimentin organotinat ovat niukkaliukoisia ja liukoisuus huomioon ottaen haitalliset vaikutukset rajoittuvat todennäköisesti Huruslahden voimakkaimmin pilaantuneiden sedimenttien alueille. Riskit ihmisten terveydelle tai selkärangaisille eläimille osoittautuivat merkityksettömiksi.

Huruslahden tilanne edellyttää joka tapauksessa jonkinasteista tarkkailua. Huruslahden pilaantuneet sedimentit ovat olleet alueella mielenkiinnon ja huolen kohde ja ihmisten tiedontarpeeseen vastaaminen ei pelkän Haukiveden yhteistarkkailutulosten perusteella ole todennäköisesti riittävällä tavalla mahdollista. Vaihtoehto VE 0, jossa tehdään ainoastaan Haukiveden vesialueen yhteistarkkailua nykyiseen tapaan, ei siten ole välttämättä yhteiskunnallisesti toteuttamiskelpoinen.

Pilaantuneimpien alueiden peittämisen (VE 1A) ja ruoppauksen (VE 2A) jälkeen syvänteiden pintasedimentit ovat

puhtaita. Koko Huruslahden sedimenttien keskimääräinen organotinojen pitoisuus pienenee hieman alle puoleen nykytilanteeseen verrattuna ja 90 % prosenttipisteen mukainen pitoisuus pienenee noin neljäsosaan nykyisestä. Kunnostuksen jälkeenkin TBT:n kokonaispitoisuudet ovat suurella osalla Huruslahden sedimenttiä edelleen hyvin paljon haitattomaksi arvioituja pitoisuuksia suurempia. Koska Huruslahden sedimentin organotinat ovat niukkaliukoisia, todelliset haittavaikutukset ovat ilmeisesti pienempiä, mitä kokonaispitoisuuksien perusteella olisi odotettavissa. Huruslahden pohjaeläimistä on määritetty TBT-pitoisuus 220 µg/kg kuiva-ainetta kohti. Jos pitoisuudet pohjaeläimissä muuttuvat lineaarisesti sedimentissä vallitsevaan pitoisuuteen nähden, pohjaeläinten TBT-pitoisuus laskisi pilaantuneimpien alueiden kunnostuksessa noin tasolle 60 - 110 µg/kg kuiva-ainetta kohti. Kotiloilla on todettu lisääntymishäiriöitä sedimentin TBT:n pitoisuuden ollessa 100 – 500 µg/kg, joten sedimentin organotinoista aiheutuvat haitat olisivat pilaantuneiden alueiden peittämisen tai ruoppauksen jälkeen epätodennäköisiä. Koko Huruslahden peittämisessä tai ruoppaamisessa saadaan tuloksena puhdas pintasedimentti alueelle. Kunnostusvaihtoehdon VE 3 ratkaisussa haitta-aineiden pitoisuudet Huruslahden sedimentissä eivät muutu merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna. Huruslahden veden laatu voi heikentyä veden vaihtuvuuden vähentyessä ja sen seurauksena esimerkiksi organotinojen pitoisuudet kaloissa voivat nousta nykytilanteeseen verrattuna.

Organotinojen kulkeutuminen Huruslahdesta Haukiveteen on nykytilanteessa suhteellisen vähäistä eikä kulkeutumisella ole käytettävissä olleiden tietojen perusteella merkityksellistä vaikutusta Haukiveden sedimenteissä esiintyviin organotinojen pitoisuuksiin. Kunnostus lisää sedimentin haitta-aineiden kulkeutumista Huruslahdesta Haukiveteen. Pilaantuneimpien alueiden peittämisessä ja ruoppaamisessa vesistöön karkaavan sedimentin mukana veteen leviävien organotinojen kokonaismääräksi arvioitiin 4...6 kg, mikä vastaa Haukiveteen 2...3 vuoden aikana nykytilanteessa kulkeutuvaa määrää. Päästön voidaan siten katsoa olevan alapuolisen vesialueen herkkyyshuomioiden merkittävä. Pahimmin pilaantuneiden sedimenttien peittäminen tai ruoppaus pienentää sedimentin keskimääräisen pitoisuusmuutoksen perusteella laskien noin puoleen nykyisestä. Peittämisen tai ruoppauksen aiheuttama lisäpäästö tulisi alapuolisessa vesistössä kompensoitua kunnostamisen jälkeen 3...5 vuoden kuluttua.

Koko Huruslahteen kohdistuvissa toimenpiteissä (VE 1B ja VE 2B) aiheutuva organotinapäästö arvioitiin 40...80 kilo-

grammaksi, mikä vastaa Haukiveteen noin 20-40 vuoden aikana nykytilanteessa kulkeutuvaa määrää. Tämä on erittäin merkittävä lisäys Huruslahteen nykytilanteessa vuosittain kulkeutuvaan organotinamäärään verrattuna. Lisäksi töissä aiheutuva kiintoainepäästö on suuruudeltaan erittäin merkittävä. Hankkeiden ympäristöllinen ja yhteiskunnallinen toteutuskelpoisuus on siten kyseenalainen, kun otetaan huomioon, että vastaanottavan Pirtinvirran sekä Haukiveden voidaan katsoa vedenlaatuun kohdistuvien vaikutusten osalta olevan herkkiä kohteita. Koko Huruslahden peittäminen ja ruoppaaminen aiheuttavat lisäksi erittäin merkittäviä liikenteellisiä vaikutuksia suurista kuljetusmääristä johtuen Huruslahden lähialueella. Koko Huruslahteen kohdistuviin toimenpiteisiin liittyy siten merkittäviä ympäristöllisiä riskejä ja vaikutuksia ja lisäksi toimenpiteillä saavutettava ympäristöhyöty on erittäin kyseenalainen. Näillä perusteilla koko Huruslahden peittäminen ja ruoppaaminen ovat yhteiskunnallisesti toteutuskelvottomia.

Penkereen rakentamisessa lisäpäästö on pieni, mutta penkereen vaikutusta kulkeutumiseen on hyvin vaikea arvioida. Vesien ohjaaminen voimakavasta suoraan Pirtinvirtaan lisää virtausnopeutta rantojen lähellä ja voi lisätä eroosiota ja kulkeutuvan sedimentin määrää. Koska sedimentti ei ole puhdasta voimakavasta ja Pirtinvirran välisellä alueella lisääntyvä sedimentin kulkeutuminen voi lisätä myös haitta-aineiden kulkeutumista. Haitta-aineiden pitoisuudet ovat voimakavasta ja Pirtinvirran välisellä alueella pienempiä kuin Huruslahden syvänteissä, mutta syvänteistä leviävän sedimentin osuus kokonaiskulkeumasta on ilmeisen pieni.

### 23.4 Tekninen toteutuskelpoisuus

Sekä ruoppaamisessa että peittämisessä Huruslahden alueelle tarvitaan verrattain raskasta proomu ja/tai lauttakalustoa, joiden saatavuus alueelle voi osoittautua vaikeaksi ja kustannuksiltaan merkittäväksi. Koko Huruslahden peittäminen aiheuttaa tarpeen suurelle määrälle puhdasta maa-ainesta, jonka hankkimiseksi voidaan joutua perustamaan maa-ainestenottoalue. Peitettäessä ainoastaan pilaantuneimmat osat Huruslahdesta ovat massamäärät pienempiä. Pilaantuneimmilla alueilla pohjan korkeusvaihtelu on kuitenkin voimakasta ja osana tarkempaa suunnittelua tulee varmistua siitä, ettei pohja ole liian kalteva peittomateriaalin pysyvyyden kannalta.

Huruslahden voimakkaimmin pilaantuneet sedimentit sijaitsevat lahden syvännealueilla, joilla vesisyvyys ylittää

16 ja 25 metriä. Tämä asettaa rajoitteita käytettävän peittämis- ja ruoppauskaluston tyypille, koska useilla laitteistoilla suurin operointisyvyys on tätä pienempi. Suurissa vesisyvyyksissä työskentelytehokkuus sekä –tarkkuus ovat lisäksi usein heikompia kuin matalissa vesissä.

Ruoppausvaihtoehdoissa tarvitaan Huruslahden ranta-alueelta allas- ja kenttätalaa ruoppausmassojen esikäsittelyä varten. Tarvittavan esikäsittelytilan määrä riippuu valittavasta ruoppaus- ja esikäsittelymenetelmästä. Etenkin koko Huruslahden ruoppauksessa tarvittavan allas- ja kenttätalaa määrä on erittäin merkittävä, eikä alueella tämän hetkisten tietojen mukaan ole saatavilla riittävästi vapaita maa-alueita kyseiseen tarkoitukseen. Koko Huruslahden ruoppaamisen (VE 2B) voidaan siten katsoa olevan alueen nykyisellä maankäytöllä teknisesti toteuttamiskelvoton hankevaihtoehto.

### 23.5 Vaihtosuhteet

Arvioinnin tulosten perusteella nähdään, että nollavaihtoehtojen vaikutukset ovat 20 vuoden aikajänteellä selkeästi kokonaisuutena parempia niin ympäristön kuin ihmisten kannalta. Tarkastelun perusteella sellaisia painotuksia, joilla jokin muu vaihtoehto nousisi paremmaksi, ei ole. Vaihtosuhteita ei siten ollut tarpeen tarkastella monitavoiteanalyyseillä.

### 23.6 Yhteenvedo vaihtoehtojen toteutuskelpoisuudesta

Vaihtoehtojen vertailun ja toteutuskelpoisuuden arvioinnin perusteella toteutuskelpoisimmaksi vaihtoehdoiksi näyttäisi nousevan VE 0+ eli tehostettu tarkkailu. Seuraavaksi toteutuskelpoisimmiksi vaihtoehdoiksi näyttäisivät nousevan voimakkaimmin pilaantuneiden alueiden peittäminen (VE 1A) sekä Huruslahden virtausolosuhteiden muuttaminen (VE 3). Virtausolosuhteiden muuttamisvaihtoehdon toteutuskelpoisuutta heikentää kuitenkin vaihtoehdon muihin vesistövaikutuksiin liittyvä merkittävä epävarmuus. Heikoimmin toteutuskelpoisiksi vaihtoehdoiksi todettiin arvioinnissa koko Huruslahden alueeseen kohdistuvat peittämis- ja ruoppausvaihtoehdot.

# 24. Jatkotutkimukset ja vaikutusten tarkkailu

## 24.1 Mitä yva:n jälkeen?

Mikäli jokin kunnostusvaihtoehto etenee YVA:n jälkeen, on seuraavaksi vuorossa tarkempien kunnostussuunnitelmien laatiminen sekä tarvittavien lupien hakeminen. Kunnostustyön suunnittelua sekä tarkempaa vaikutusten arviointia varten tulee tehdä tarkentavia tutkimuksia haitta-aineiden esiintymisestä ja kulkeutumisesta sekä selvittää aineiden käyttäytymistä eri kunnostusvaihtoehtoisissa. Osana tarkempaa kunnostussuunnittelua on alueella todennäköisesti tarpeen tehdä *pilot*-mittakaavan koe-kunnostuksia, joiden avulla voidaan tehdä tarkempia arvioita kunnostustyön aikaisista päästöistä ja vaikutuksista. Koe-kunnostuksen aikana voidaan kerätä lisätietoa kiintoaineiden mukana ja liuenneena kulkeutuvien haitta-aineiden ajallisesta ja paikallisesta vaihtelusta samoilla menetelmillä, joita käytetään myöhemmin varsinaisen kunnostustyön vaikutusten seurannassa.

Mikäli haitta-aineiden kulkeutumista suunnitellaan vähennettävän virtausolosuhteiden muuttamisella, tulee sen vaikutukset selvittää tarkempien toteutussuunnitelmien perusteella tehtävällä virtausmallinnuksella. Virtausolosuhteiden muuttaminen voi alentaa veden vaihtuvuutta Huruslahdessa, joten penkereen osalta tulee mallintaa vähintään myös vaikutukset Huruslahden ravinnetilaan.

Organotinojen ja elohopean lisäksi myös muiden haitta-aineiden liukenemista kunnostettavista sedimenteistä tulee tutkia osana hankkeen jatkosuunnittelua. Eri sedimenttikerrosten ja -alueiden ominaisuudet, kuten kiintoainepitoisuus ja raekoko, tulee selvittää tarkemmin kunnostussuunnittelua varten. Myös esimerkiksi ekotoksisuustestit voivat tulla tarpeeseen Huruslahden alapuolisille Haukiveden alueille kunnostuksesta aiheutuvien vaikutusten tarkemmaksi selvittämiseksi.

Kunnostustekniikoiden valinnassa ja testauksessa on kiinnitettävä huomiota organotinojen ja elohopean sekä muiden raskasmetallien tehokkaaseen poistumiseen ruopausmassojen kuivatusvesien käsittelyssä sekä arvioitava metyloitumisen voimakkuutta.

## 24.2 Tarkkailun järjestäminen

Vaihtoehdossa VE 0+ tarkkaillaan Huruslahden tilanteen kehittymistä, haitta-aineiden kulkeutumista sekä vaikutuksia tehostetusti edellä hankkeen kuvausosiossa esitetyn mukaisesti. Seurantaparametrien perusteella voidaan määrittellä riskiperusteiset kriteerit ja vertaamalla tarkkailun tuloksia kriteereihin arvioida tarvetta aktiivisten kunnostustoimien käynnistämiseksi.

Yksityiskohtaiset tarkkailusuunnitelmat kunnostustöiden ympäristöseurannoista laaditaan lupahakemusvaiheessa ennen valitun hankevaihtoehdon tai niiden yhdistelmien toteuttamista. Tarkkailtavia asioita tulevat olemaan erityisesti vedenlaatu- ja kalastovaikutukset mutta myös esimerkiksi pohjaeläimistön tarkkailu voi olla tarpeellista. Päähuomio ympäristövaikutusten tarkkailussa kohdistuu kunnostustyön aikaan sekä kunnostuksen jälkeisille vuosille, jotta voidaan arvioida kunnostustyön tavoitteiden toteutumista. Tarkkailun avulla voidaan lisäksi havainnoida muun muassa sitä, kuinka hyvin etukäteen tehty vaikutusten arviointi vastaa todellisuudessa ilmeneviä vaikutuksia.

Kunnostustyön eteneminen suunnitelmien mukaisesti sekä päästöjen vähennysratkaisujen toiminta voidaan varmentaa seuraamalla kunnostustyön aikana vedenlaatua esimerkiksi jatkuvatoimisella sameusmittauksella ja tiheästi tehdyillä veden haitta-aineanalyysillä. Kunnostustyön aikainen tarkkailu painottuu pääosin kunnostusalueelle ja sen välittömään läheisyyteen Pirtinvirtaan ja Haukiveden pohjoisosaan, mutta vähemmän intensiivistä tarkkailua on tarpeen toteuttaa alapuolisilla Haukiveden osilla aina Linnansaaren Natura-alueella asti.

Haitta-aineiden pitoisuuksia ja kertymistä vesieliöihin voidaan seurata kunnostustyön aikana sumputetuista simpukoista. Kyseistä menetelmää on jo käytetty Suomen Ympäristökeskuksen toimesta Huruslahden alueella, jolloin tulosten vertailemiseksi on olemassa perustila-aineistoa.

Tarkkailua on syytä jatkaa myös kunnostustyön jälkeen. Kunnostustyön jälkitarkkailua tehdään vähintään veden ja sedimentin laatuun, haitta-aineiden kulkeutumiseen sekä kalojen haitta-ainepitoisuuksiin liittyen.

# 25. Tarvittavat suunnitelmat ja luvat

## 25.1 Hankkeen jatkosuunnittelu

Mikäli Huruslahden haitta-aineiden kulkeutumisen vähentämishankkeessa päätetään edetä jonkin toteutusvaihtoehdon osalta, tulee laatia tarkemmat suunnitelmat hankkeen toteuttamiseksi. Tarkempia suunnitelmia vaativia asioita ovat esimerkiksi peittämis- ja ruoppaustyön tekninen toteutustapa ja työssä käytettävien laitteiden valinta, ruoppattujen massojen ja vesien esikäsittelyn ja loppusijoituksen suunnittelu sekä virtausolosuhteiden muuttamiseksi tarkoitettujen rakennelmien suunnittelu ja niiden virtausolosuhteisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi/mallintaminen. Suunnitelmat vaaditaan tarvittavien ympäristö- ja vesioikeudellisten lupien hakemiseksi.

Tarkempi suunnitelma sisältää tarkennuksia kunnostustyön rajaukseen ja tekniseen toteutukseen. Esimerkiksi käytettävät ruoppausmenetelmät sekä vesien ja ruoppausmassojen käsittelymenetelmät vaativat vielä tarkempaa suunnittelua. Myös alueiden käyttö, kuten mahdollisten kuivatusalueiden ja laskeutusaltaiden tarkempi sijainti, suunnitellaan YVA:n jälkeen.

## 25.2 Ympäristövaikutusten arviointi

Huruslahden kunnostushankkeen tapauksessa YVA-lain mukaisen arviointimenettelyn soveltaminen katsottiin tapauskohtaisessa arvioinnissa tarpeelliseksi, koska hankkeesta voi aiheutua laaja-alaisia ympäristövaikutuksia. Hankkeessa on kyse pilaantuneen sedimentin peittämisestä, ruoppauksesta ja käsittelystä sekä mahdollisesti pois kulljettamisesta muualle käsiteltäväksi tai loppusijoitettavaksi. Yhtenä hankevaihtoehdona tarkasteltiin myös Huruslahden virtausolosuhteiden muuttamista siten, että haitta-aineiden kulkeutuminen Haukiveteen vähenisi.

## 25.3 Vesilain mukainen lupa ja ympäristölupa

Huruslahden sedimenttien peittäminen, ruoppaaminen sekä virtausolosuhteiden muuttaminen vaativat vesilain mukaisen luvan. Pilaantuneiden massojen käsittely hankkealueella edellyttää ympäristöluvan. Sekä vesilain mukaisesti lupaa että ympäristölupaa haetaan Itä-Suomen aluehallintovirastosta.

## 26. Sanasto ja lyhenteet

|                    |                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| bw                 | body weight = ruumiinpaino                                                                                                                                                                                     |
| ELY-keskus         | elinkeino- liikenne ja ympäristökeskus                                                                                                                                                                         |
| Fraktiili          | arvo, joka jakaa havaintojoukon fraktiilin prosenttiluvun osoittamalla tavalla.<br>Esimerkiksi 90 %:n fraktiili tarkoittaa sitä, että havaintojoukossa 90 % arvoista on enintään kyseisen fraktiilin suuruinen |
| Geosäkki           | Maanrakennustekstiilistä valmistettu vettä läpäisevä ja kiintoainetta pidättävä säkki, jota voidaan käyttää sedimentin kuivatuksessa                                                                           |
| Hg                 | elohopea                                                                                                                                                                                                       |
| <i>in situ</i>     | alkuperäisellä paikallaan                                                                                                                                                                                      |
| ka                 | kuiva-aine                                                                                                                                                                                                     |
| Keskihajonta       | kuvaa aineistossa olevaa vaihtelua                                                                                                                                                                             |
| mg/kg              | milligrammaa kilogrammassa                                                                                                                                                                                     |
| µg/kg              | mikrogrammaa kilogrammassa                                                                                                                                                                                     |
| ng/kg              | nanogrammaa kilogrammassa                                                                                                                                                                                      |
| Organotina         | orgaaninen eli eloperäinen, tinaa sisältävä yhdiste.                                                                                                                                                           |
| Perustuotanto      | kasvien ja levien yhteyttämisen kautta sitoma energiamäärä                                                                                                                                                     |
| Sedimentti         | maa-aines, joka on kerrostunut veden, tuulen tai jäätikön vaikutuksesta                                                                                                                                        |
| TBT                | tributyylitina, kuuluu organotinoihin                                                                                                                                                                          |
| TPht               | trifenyyilitina, kuuluu organotinoihin                                                                                                                                                                         |
| tp                 | tuorepaino                                                                                                                                                                                                     |
| Trofiataso         | Eliön asema ravintoverkossa                                                                                                                                                                                    |
| Yhteysviranomainen | ELY-keskuksen edustaja, jonka tehtävä on huolehtia siitä, että ympäristövaikutusten arviointi toteutetaan lainsäädännön edellyttämällä tavalla                                                                 |
| YVA                | ympäristövaikutusten arviointi                                                                                                                                                                                 |

# 27. Lähdeluettelo

- airaksinen ym. 2010: Organotin intake through fish consumption in Finland. *Environmental Research*, Volume 110, Issue 6, August 2010, Pages 544-547.
- BECHTEL JACOBS COMPANY 1998. Biota Sediment Accumulation Factors for Invertebrates: Review and Recommendations for the Oak Ridge Reservation. BJC/OR-112.
- Beckvar, N., Field, J., Salazar, S. & Hoff, R. 1996. Contaminants in Aquatic Habitats at Hazardous Waste Sites: Mercury. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 100. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 74 pp. Update 27.4.2005.
- Below Antti (toim.) 2000: Suojelalueverkoston merkitys eräille nisäkä- ja lintulajeille. Metsähallituksen luonnon-suojelujulkaisuja, Sarja A No 121. Metsähallitus.
- BirdLife Suomi ry:n www-sivut (2012): <http://www.birdlife.fi/index.shtml>. Haettu 22.10.2012.
- EFSA 2004. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs. *The EFSA Journal* 102: 1-119.
- Eggleton, J. & Thomas, K. A Review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environment International* 30 (2004).
- Eklöf, K., Kosonen, L. ja Virta, P. 2010: Vuoden 2010 laji – kaakkuri. *Linnut vuosikirja* 2010.
- Elinkeino- liikenne ja ympäristökeskuksen kotisivut: [www.ely-keskus.fi](http://www.ely-keskus.fi)
- Eronen Tuomo 2005: Haukivesi – Kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma 2005-2015. Tietoevä.
- Esko Rossi Oy 2005. Riskinarvio kymijoen pilaantuneen sedimentin terveys- ja ympäristövaikutuksista.
- Esko Rossi Oy 2012. Huruslahden ja Haukiveden riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelman päivitys 2012. Julkaisematon selvitys.
- Euro Chlor 1999. Euro Chlor Risk Assessment for the Marine Environment. OSPARCOM Region - North Sea. Mercury. August 1999.
- EVIRA 2010. Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat. *Eviran julkaisuja* 15/2010.
- EVIRA 2012: Kalan syöntisuositukset. Internet-sivu: <http://www.evira.fi/portal/51466>
- Frederick, P. & Jayasena, N. Altered pairing behaviour and reproductive success in white ibises exposed to environmentally relevant concentrations of methylmercury. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*.
- Geologian tutkimuskeskuksen maa- ja kallioperään liittyvät digitaaliset kartta-aineistot: [www.geo.fi](http://www.geo.fi).
- Haukiveden kalastusalueen Internet-sivut: <http://www.haukivesi.fi/index.php>. Haettu 9.1.2012.
- Haukiveden kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma 2005-2015.
- Hoch, M. 2001. Organotin compounds in the environment – an overview. *Appl. Geochem.* 16:719-743.
- Hu, J., Zhen, H., Wan, Y., Gao, J., An, W., An, L., Jin, F. & Jin, X. 2006. Trophic Magnification of Triphenyltin in a Marine Food Web of Bohai Bay, North China: Comparison to Tributyltin. *Environmental Science & Technology* 40:3142 – 3147.
- Hyvärinen, H., Kunasranta, M., Nieminen, P. & Taskinen, J. 2004: Hyle. Saimaan oma norppa.
- Hämäläinen, H., Kukkonen, J.V.K, Leppä, M. ja Ristola, T. 2000: Use of midge larval deformities in monitoring of sediment contamination in pulp mill recipients. *The Finnish Environment* 417.
- Inadera, H. & Shimomura, A. Environmental chemical tributyltin augments adipocyte differentiation. *Toxicology Letters* 159 (2005).
- Kaakkois-Suomen ELY-keskus, 2011: Kymijoen pilaantuneiden sedimenttien kunnostus välillä Kuusaansaari – Keltti. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

- Kauppinen, T & Tähtinen, V. (2003) Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi -käsikirja. Sosiaali- ja terveysalan tutkimuskeskus. Stakes Aiheita 8/2003.
- <http://www.stakes.fi/verkkojulkaisut/muut/Aiheita8-2003.pdf>
- Keithly JC, Cardwell RD, & Henderson DG (1999) Tributyltin in seafood from Asia, Australia, Europe, and North America : assessment of human health risks, Human & Ecological Risk Assessment, 5, 337-354.
- Keski-Savon ympäristötoimi 2010 – Varkauden ympäristönsuojelutoimisto: Hiljaiset alueet varkaudessa – Esiselvitys. Julkaisu 1/2010. ISSN 1798-6443.
- Keski-Savon ympäristötoimi 2011 - Ympäristönsuojelu: Varkauden ilmanlaatu vuosina 2009-2010. Julkaisu 1/2011. ISSN 1798-6443.
- Kiiski, A., Hämäläinen, H., Honkanen, J., Nyblom, J., Salo, S., Verta, M. & Kukkonen, J. 2005 a. Ecological risk assessment of contaminated river sediments by the incidence on morphological deformities in chironomid (*Chironomus spp.*) larvae. (käsikirjoitus)
- Kiiski, A., Hämäläinen, H., Alho, J., Kolehmainen, O., Salo, S. & Verta, M. 2005 b, A paleolimnological analysis of changes in incidence of midge (*Chironomus spp.*) larval deformities in response to industrial pollution. (käsikirjoitus)
- Kokemaäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2006: Haukiveden pohjaeläintarkkailu 2006.
- Kokemaäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2010: Haukiveden pohjaeläintarkkailu 2010.
- Kono, K., Minami, T., Yamada, H., Tanaka, H. & Koyama, J. 2008. Bioaccumulation of tributyltin and triphenyltin compounds through the food web in deep offshore water. Coastal marine science 32: 1-8.
- Kunnasranta, M., Hyvärinen, H., Sipilä, T., & Koskela J.T. 1999: The diet of the Saimaa ringed seal *Phoca hispida saimensis*. Acta Theriologica 44 (4): 443–450.
- Liikenneviraston liikennemääräkartat – Pohjois-Savo 2009.
- Linney, T., 2012: Butyltin compounds in the food web: impacts on chironomids and Daubenton's bats. Sarja All - Osa 273.
- LuontoPortti Oy:n www-sivut (2012): <http://www.luontoportti.com/suomi/fi/>. Haettu 22.10.2012
- Metsähallitus 2010: Linnansaaren kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma.
- Metsähallituksen www-sivut: <http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Eraasiatjaretkeily/Asiakastieto/Kayntimaarat/Kansallispuistoittain/Sivut/kayntimaaratkansallispuistoittain2010.aspx>. Haettu 26.1.2012
- Oregon Department of Environmental Quality 2007. Guidance for Assessing Bioaccumulative Chemicals of Concern in Sediment. 07-LQ-023A FINAL January 31, 2007. Updated April 3, 2007.
- Paturi, M., Tapanainen, H., Reinivuo, H. & Pietinen, P. (toim.) 2008. Finravinto 2007 -tutkimus – The National FINDIET 2007 Survey. Kansanterveyslaitoksen julkaisu, B23/2008, 228 sivua.
- Pennekamp, J. G. S., Epskamp, R. J. C., Rosenbrand, W. F., Mullié, A., Wessel, G. L., Arts, T., Deibel, I. K. 1996: Turbidity Caused by Dredging; Viewed in Perspective. *Terra et Aqua* Vol. 64, September 1996.
- Pohjois-Savon ELY-keskus 1/2010: Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2010–2015.
- Pohjois-Savon ELY-keskus 2012: Varkauden Huruslahden ja Haukiveden alueen ruoppausohje. 1.1.2012. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=100633&lan=fi>
- Pohjois-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Etelä-Savon ympäristökeskus, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus: Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoito-suunnitelma vuoteen 2015.
- RAIS 2009. Risk Assessment Information System. Chemical-Specific Factors. <http://risk.lsd.ornl.gov/index.shtml>.
- Ramboll Finland Oy 2007: Kymijoen pilaantuneet sedimentit. Kunnostuksen yleissuunnitelma. 1.6.2007. Työnumero 82116159.
- Ramboll Finland Oy, 2009: Varkauden Huruslahden ja Haukiveden sedimentin haitta-aineet – Tutkimusraportti. 1.12.2009. Työnumero 82123966
- Ramboll Finland Oy & Esko Rossi Oy, 2010: Huruslahden ja Haukiveden riskinarviointi ja riskienhallintasuunnitelma, raportti. 24.11.2010. Työnumero 82129972
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim./eds.) 2010: Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.
- Saimaannorpan suojelun strategia ja toimenpidesuunnitelma. Saimaannorpan suojelutyöryhmän ehdotus 31.3.2011. Ympäristöministeriö.
- Salminen, J. 2009. Organotinayhdisteiden biologinen hajoaminen pilaantuneessa sedimentissä (ORBIS). Loppuraportti 4.5.2009. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Haitallisten aineiden ja riskien tutkimusohjelma.

Sample, B. E., and Suter, G. W. 1999. Ecological risk assessment in a large river reservoir: 4. Piscivorous wildlife. *Environ. Toxicol. Chem.* 18(4): 610 - 620.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2012a. Haukiveden yhteistarkkailun vuosiyhteenveto 2011. A 1741.6, 9.5.2012.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2011. Haukiveden kalataloudellinen tarkkailu vuosina 2010-2011.

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy 2012b. Haukiveden vesistö tarkkailun tulokset maaliskuulta 2012. Kirje 5.4.2012. A 1741.6. Tilausno 4501062709.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Tieliikenteen tavarankuljetukset [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-2995. 2011, Liite-taulukko 6. Tavaramäärä ja kuljetussuorite maakunnittain vuonna 2011. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 11.10.2012].

Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/ktav/2011/ktav\\_2011\\_2012-06-06\\_tau\\_006\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ktav/2011/ktav_2011_2012-06-06_tau_006_fi.html)

Suomen ympäristö 334/1999: Organoklooriyhdisteet ja raskasmetallit Kymijoen sedimentissä: esiintyminen, kulkeutuminen, vaikutukset ja terveysriskit. ISBN 952-11-0539-9

Suomen ympäristö 23/2007: Maaperän kynnys- ja ohje-vojen määrittämisperusteet. Suomen ympäristö -sarja.

SYKE 2009. Elohopean ja metyylielohopean kulkeutuminen Kymijoen. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11617&lan=fi>. Päivitys 18.12.2009.

The Louis Berger Group, Inc., 2010: Hudson River PCBs Site. Revised Engineering Performance Standards For Phase 2. December 2010.

Tilastokeskus – Kuntien avainluvut: <http://tilastokeskus.fi/tup/kunnat/index.html>. Haettu 15.11.2012

Veltman, K., Huijbregts, M., van den Heuvel-Greve, M., Vethaak, A.D. & Hendriks, A.J. 2006. Organotin accumulation in an estuarine food chain: Comparing field measurements with model estimations. *Marine Environmental Research* 61: 511–530.

Vesivalo Vesivalo, J. Salo, S., Mykkänen, E., Aunola, T., Hietapakka, U., Malve, O. & Verta, M. 2002. Kymijoen pilaantuneiden sedimenttien koeruoppaus Myllykoskella 2002. Alueelliset ympäristöjulkaisut 286. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus.

VTT, 2007. Organotinayhdisteillä pilaantuneiden sedimenttien ympäristövaikutukset ja niiden hallinta (TBT-BATman), taustaraportti. VTT-R-00504-07, 30.3.2007.

Ympäristöministeriö 2011: Saimaannorpan suojelun strategia ja toimenpidesuunnitelma.

Ympäristöministeriön raportteja 11/2007. Organiset tinayhdisteet Suomen vesialueilla. ISBN 978-952-11-2663-5 (PDF)

Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä

Ympäristöhallinnon www-sivut: [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)



Hankkeesta vastaava:  
Varkauden kaupunki



YVA-konsultti:  
Ramboll Finland Oy



