

Tavase Oy

**Vehoniemen – Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitos –
Natura -arviointi**



15.4.2003



SUUNNITTELUKESKUS OY
Kuopion toimisto
Kuopionlahdenkatu 2 A, 70100 KUOPIO

Tavase Oy

Vehoniemen – Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitos – Natura -arviointi

Sisältö:

1 JOHDANTO	1
2 NATURA -VAIKUTUSARVIOINTI	1
3 HANKKEEN KUVAUS	2
3.1 HANKKEEN SIJAINTI	2
3.2 TEKOPOHJAVESILAITOS	2
3.2.1 Laitoksen suunnitteluperiaatteet	2
3.2.2 Raakaveden otto	3
3.2.3 Raakaveden siirto ja sadetus	4
3.2.4 Hankkeeseen liittyvät rakenteet	4
3.2.5 Vaihtoehtoiset imeytysmenetelmät	4
3.2.6 Pohjaveden otto ja siirto kulutukseen	6
4 POHJAVESIMALLI	6
4.1 POHJAVESITUTKIMUKSET	6
4.2 POHJAVEDEN VIRTAUSMALLINNUS	7
4.2.1 Yleistä	7
4.2.2 Yleispiirteiset virtausmallit	8
4.2.3 Yksityiskohtaiset virtausmallit	8
5 KEISARINHARJU - VEHONIEMENHARJU NATURA 2000 -SUOJELUOHJELMAN ALUE JA SEN LUONNONARVOT	9
5.1 NATURA -ALUEEN KUVAUS	9
5.2 LUONTODIREKTIIVIN LIITTEEN I LUONTOTYYPIT	9
5.3 LINTUDIREKTIIVIN LIITTEEN I LAJIT	10
6 KEINIÄNRANNAN NATURA 2000 -SUOJELUOHJELMAN ALUE JA SEN LUONNONARVOT	10
6.1 NATURA -ALUEEN KUVAUS	10
6.1.1 Yleistä	10
6.1.2 Alueen syntyhistoria	11
6.1.3 Maalaji	11
6.1.4 Mallasveden veden pinnan vaihtelu ja tulvat	12
6.1.5 Pienilmasto	13
6.1.6 Pohjavesiolot	13
6.1.7 Kasvillisuus	14
6.1.8 Puusto	17
6.2 LUONTODIREKTIIVIN LIITTEEN I LUONTOTYYPIT	17
6.3 LINTUDIREKTIIVIN LIITTEEN I LAJIT	17
6.4 MUUT NATURA -TIETOLOMAKKEESSA MAINITUT LAJIT	17
7 SELVITYKSEN EKOLOGISET PERUSTEET JA ARVIOITAVAT VAIKUTUSTEKIJÄT	17
7.1 RAKENTAMINEN	17
7.2 SADETUS	18
7.3 LÄHDE- JA SUOKAS VILLISUUDEN SUHDE YMPÄRISTÖTEKIJÖIHIN	19
8 VAIKUTUKSET LUONTOARVOIHIN	20
8.1 KEISARINHARJU-VEHONIEMENHARJU NATURA -ALUE	20
8.1.1 Luontodirektiivin liitteen I luontotyytit	20
8.1.2 Lintudirektiivin liitteen I lajit	23
8.2 KEINIÄNRANNAN NATURA –ALUE	23
8.2.1 Luontodirektiivin liitteen I luontotyytit	23
8.2.2 Lintudirektiivin liitteen I lajit	26
8.2.3 Muut Natura tietolomakkeessa mainitut lajit	26

9	YHTEISVAIKUTUS MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA	26
10	ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT	27
11	VAIKUTUSTEN SEURANTA	27
11.1	KEISARINHARJU-VEHONIEMENHARJU	27
11.2	KEINIÄNRANTA	28
11.2.1	Pohjavesiolosuhteiden ja laadun seuranta	28
11.2.2	Tekopohjaveden ja pohjaveden sekoittuminen	28
11.2.3	Kasvillisuusvaikutusten seuranta	29
12	VAIKUTUSTEN LIEVENTÄMISTOIMET	29
13	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET	32

LIITTEET:

- Liite 1. Natura- ja luonnonsuojelualueet sekä tekopohjavesilaitoksen sijaintikartta
- Liite 2. Edustavuus, luonnontila ja yleisarvio –käsitteet ja niiden luokituskriteerit
- Liite 3. Suo- ja pohjavesilaatutietoa Keski-Suomesta, Kainuusta ja Pohjois-Suomesta
- Liite 4. Keiniänrannan tervaleppäkorven ja lähteiden kasvistotiedot. Kasvien suhtautuminen ravintetasoon, vedenpintatasoon ja reunavaikutukseen.
- Liite 5. Harjumetsien yleisedustavuuskartta
- Liite 6. Imeytys- ja kaivoalueiden harjumetsien edustavuuskartat
- Liite 7. Pohjavesimallinnuksen tulos, kaivoalue 3
- Liite 8. Keiniänrannan tervaleppäkorven ja lähteiden tavattujen yleisimpien sammalten optimit ja toleranssit pH:lle, johtokyvyille, magnesium- ja kalsiumpitoisuudelle sekä niiden suhde muuttuneeseen pohjaveden pH:n, johtokykyyn ja kalsiumpitoisuuteen.
- Liite 9. Vaikutuksien vertailu sadetus- ja allasvaihtoehtojen välillä sekä lievennystoimien vaikutus

1 JOHDANTO

Natura 2000 -verkoston avulla suojellaan Euroopan yhteisöjen luontodirektiivin (92/43/ETY) ja lintudirektiivin (79/409/ETY) tarkoittamia luontotyyppejä, lajeja ja niiden elinympäristöjä, jotka esiintyvät jäsenvaltioiden Natura 2000 -verkostoon ilmoittamilla tai ehdottamilla alueilla. Jäsenvaltioiden tehtävänä on huolehtia, että nk. Natura -arviointi toteutetaan hankkeiden ja suunnitelmien valmistelussa ja päätöksenteossa sen varmistamiseksi, että niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi alue on sisällytetty tai ehdotettu sisällytettäväksi Natura 2000 -verkostoon, ei merkittävästi heikennetä (Suomen ympäristökeskus 2002).

Tässä työssä esitetään arvio Vehoniemen-Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitoksen toteuttamisen ja käytön vaikutuksista Keisarinharju-Vehoniemenharju ja Keiniänrannan Natura –alueiden luonnonarvoihin, joiden perusteella alueet on otettu Suomen Natura 2000 verkostoon. Arviointi on laadittava, koska Vehoniemen-Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitoksella voi todennäköisesti olla merkittäviä haitallisia vaikutuksia Keisarinharju-Vehoniemenharju ja Keiniänrannan Natura –alueille. Natura -arvioinnissa huomioidaan Kangasalan kunnan Vehoniemen pohjavedenottamon vaikutukset. Pohjavedenotto sijoittuu kaivoalueelle 1.

Työn ovat laatineet biologit Jari Kärkkäinen ja Minna Eskelinen Suunnittelukeskus Oy:n Kuopion toimistosta. Lisäksi työhön on osallistunut DI Jorma Pääkkönen Suunnittelukeskus Oy:n Helsingin toimistosta. Hän on laatinut arvioin pohjavedenlaadun muutoksista Keiniänrannan lähteissä. Lisäksi on haastateltu FT Veli Saarta Jyväskylän yliopistosta, FT Ahti Mäkiä Helsingin yliopistosta ja FM Teemu Tahvanaista Joensuun yliopistosta.

2 NATURA -VAIKUTUSARVIOINTI

Natura –arvioinnin lähtökohtana on Natura 2000 –alueiden suojelun turvaamiseksi säädetyt luonnonsuojelulain 65-66 pykälät¹. Ensimmäinen mainittu säännös koskee arviointivelvollisuutta. Natura -alueen ulkopuolella toteuttavan hankkeen arviointivelvollisuus syntyy, jos sillä todennäköisesti on alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Luvan myöntävän tai suunnitelman hyväksyvän viranomaisen on katsottava, että LsL 65§:n 1 momentissa tarkoitettu arviointi on tehty. Viranomaisen on sen jälkeen pyydettävä siitä lausunto alueelliselta ympäristökeskukselta ja siltä, jonka hallinnassa alue on. Tässä hankkeessa lausunnon antaa Suomen ympäristöministeriö, koska Pirkanmaan ympäristökeskus on osallisena hankkeessa.

Toinen mainittu säännös koskee heikentämiskieltoa. Luonnonsuojelulain 66§:ssä todetaan (371/1999), että viranomainen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen taikka hyväksyä tai vahvistaa suunnitelmaa, jos 65 §:n 1 ja 2 momentissa tarkoitettu arviointi- ja lausuntomenettely osoittaa hankkeen tai

¹ 65 §: Hankkeiden ja suunnitelmien arviointi: ” Jos hanke tai suunnitelma joko yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa todennäköisesti heikentää valtioneuvoston Natura 2000 -verkostoon ehdottaman tai verkostoon sisällytettyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty tai on tarkoitus sisällyttää Natura 2000 -verkostoon, hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan on, jollei hankkeeseen ole sovellettava ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (468/1994) 2 luvussa tarkoitettua arviointimenettelyä, asianmukaisella tavalla arvioitava nämä vaikutukset. Sama koskee sellaista hanketta tai suunnitelmaa alueen ulkopuolella, jolla todennäköisesti on alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia.

66 § Luvan myöntäminen sekä suunnitelman hyväksyminen ja vahvistaminen: ”Viranomainen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen taikka hyväksyä tai vahvistaa suunnitelmaa, jos 65 §:n 1 ja 2 momentissa tarkoitettu arviointi- ja lausuntomenettely osoittaa hankkeen tai suunnitelman merkittävästi heikentävän niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty tai on tarkoitus sisällyttää Natura 2000 -verkostoon.”

suunnitelman merkittävästi heikentävän niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty tai on tarkoitus sisällyttää Natura 2000 -verkostoon.

Luonto- tai lintudirektiivissä ei ole määritetty milloin luonnonarvot heikentyvät tai milloin ne merkittävästi heikentyvät. Euroopan komission (2000) julkaisemassa ohjeessa "Natura 2000 -alueiden suojelu ja käyttö luontodirektiivin 92/43/ETY 6 artiklan säännökset" todetaan, että vaikutusten merkittävyys on kuitenkin määritettävä suhteessa suunnitelman tai hankkeen kohteena olevan suojeltavan alueen erityispiirteisiin ja luonnonolosuhteisiin ottaen erityisesti huomioon alueen suojelutavoitteet. Esimerkiksi sadan neliömetrin menetys luontotyyppin alueesta voi olla merkittävä, jos kysymyksessä on harvinaisen orkidean pieni kasvupaikka, kun taas laajan harjukankaan kannalta vastaava menetys voi olla merkityksetön.

Arvioitaessa häiriön merkittävyyttä voidaan käyttää yhtenä lähtökohtana lajin suotuisan suojelun tason määritelmää (luontodirektiivin 1 artikla), josta voidaan johtaa seuraavat teesit:

- Mikä tahansa tapahtuma, joka vaikuttaa lajin alueella esiintyvää kantaa vähentävästi pitkällä aikavälillä, voidaan katsoa merkittäväksi häiriöksi.
- Mikä tahansa tapahtuma, joka vaikuttaa lajin levinneisyysaluetta pienentävästi tai lisää sen pienentymisvaaraa alueella, voidaan katsoa merkittäväksi häiriöksi.
- Mikä tahansa tapahtuma, joka vaikuttaa lajin elinympäristön laajuutta supistavasti alueella, voidaan katsoa merkittäväksi häiriöksi.

Vaikutusten merkittävyyttä koko alueen kannalta on arvioitu alueen koskemattomuuskäsitteen kautta. Luontodirektiivissä ja komission tulkintaohjeissa korostetaan, että hanke ei saa uhata alueen koskemattomuutta ts. koko Natura – alueen ekologisen rakenteen ja toiminnan täytyy säilyä elinkelpoisena ja niiden luontotyyppien ja luontotyyppille ominaisten eliölajien kantojen täytyy säilyä elinvoimaisena sekä myös niiden lajien osalta, joiden vuoksi alue on valittu Natura-verkostoon.

Natura –arvioinnissa keskitytään niihin luonnonarvoihin, joiden perusteella Keisarinharju-Vehoniemenharju ja Keiniänrannan Natura –alueet on valittu Suomen Natura 2000 –suojeluverkostoon. Muihin lajeihin tai niiden elinympäristöihin kohdistuvilla merkittävälläkään haitallisilla vaikutuksilla ei tarkastelussa ole merkitystä.

3 HANKKEEN KUVAUS

3.1 Hankkeen sijainti

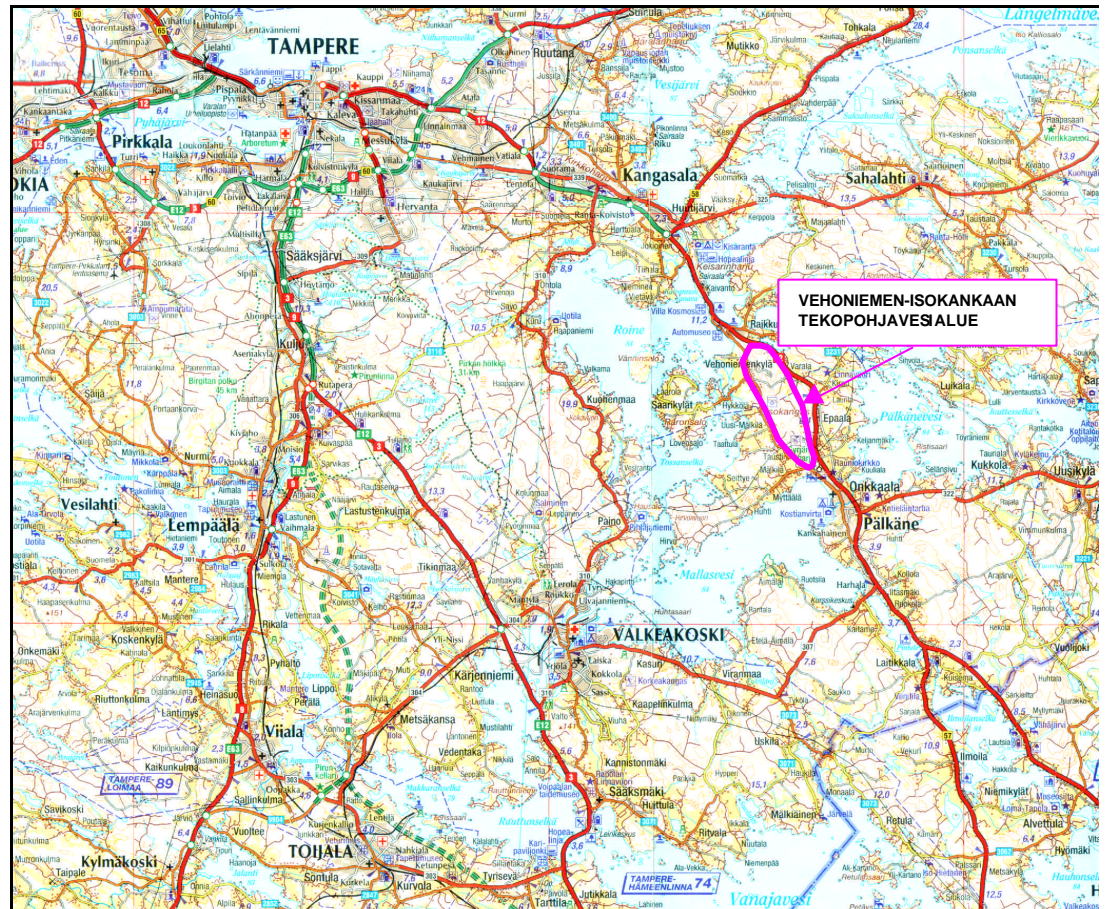
Vehoniemen-Isokankaan harjualue sijaitsee Kangasalan ja Pälkäneen kuntien rajalla, 28 kilometriä linnuntietä Tampereen keskustasta kaakkoon (*kuva 1*).

3.2 Tekopohjavesilaitos

3.2.1 Laitoksen suunnitteluperiaatteet

Tekopohjavesihankkeen yleissuunnitelman laatiminen käynnistettiin tammi-kuussa 2002 ja se valmistui huhtikuussa 2003. Hankkeen keskeisenä suunnitteluperiaatteena on, että pohjavettä pumpataan lähes vastaava määrä kuin raakavettä imeytetään, pohjaveden päävirtaussuunnat säilyvät entisellään ja

ettei lähdepurkaumia eikä vedenpinnan tasoja laitoksen toiminta-alueen ulkopuolella juurikaan muuteta.



Kuva 1. Vehoniemen-Isokankaan tekopohjaveden muodostamisalueen sijainti.

Oheinen hankkeen kuvaus perustuu pääosin tähän yleissuunnitelmaraporttiin (Maa ja Vesi 2003).

Tavase Oy:n hallinnassa tulevat olemaan tekopohjavesihankkeen seuraavat osakokonaisuudet:

- raakavedenotto Roineesta
- siirtolinja imeytysalueille
- raakaveden imeyttäminen maaperään neljällä alueella (= tekopohjaveden muodostaminen)
- pohjavedenotto kolmelta kaivoalueelta
- pohjaveden siirtäminen siirtopumppaamolle
- siirtopumppaamo

Näistä osakokonaisuuksista raakaveden imeyttäminen, kaivoalueiden, siirtopumppaamon ja siirtolinjojen rakentaminen voivat vaikuttaa Keisarinharju-Vehoniemenharju ja Keiniänranta Natura –alueiden luonnonarvoihin. Seuraavassa kuvataan lyhyesti osa-alueet ja tarkemmat kuvaukset on luettavissa yleissuunnitelmaraportista.

3.2.2 Raakaveden otto

Raakavesi tekopohjavesilaitokseen otetaan Roineesta Hiedanperänlahdelta noin 1,8 km:n etäisyydellä rantaviivasta sijaitsevasta syvänteestä. Putki paino-

tetaan pohjaan putken ympärille kiinnitettävien betonipainojen avulla. Imuputki upotetaan ranta-alueella maahan. Raakaveden imuputken kautta otettava raakavesi johdetaan rannassa olevalle pumppaamolle.

3.2.3 Raakaveden siirto ja sadetus

Raakavesipumppaamolta vesi johdetaan neljälle imeytysalueelle Vehoniemen ja Isokankaan harjualueella, jotka sijaitsevat noin 55 - 70 metriä ottopaikkaa korkeammalla. Raakaveden runkolinjat on suunniteltu sijoitettavaksi mahdollisuuksien mukaan olemassa olevien kulkuväylien ja mm. sähkölinjojen yhteyteen. Putkilinjojen sijainti käy ilmi *liitteestä 1*.

Normaalitilanteessa imeytettävä vesimäärä on keskimäärin 70 000 m³/d. Tätä suurempaan raakavedenottoon ja imeytykseen joudutaan, mikäli imeytys on ollut syystä tai toisesta keskeytettynä pidempään ja maaperän vesivarastoja joudutaan täydentämään. Laitoksen suunniteltu mitoitus mahdollistaa maksimissaan noin 92 000 m³/d vesimäärän imeyttämisen.

3.2.4 Hankkeeseen liittyvät rakenteet

Tekopohjavesilaitokseen liittyy useita erilaisia rakenteita ja rakennuksia, niistä Natura –alueelle sijoittuvat siirtopumppaamo ja siihen liittyvät rakenteet sekä kaivoalueiden kaivot, huoltorakennukset ja huoltotiet.

Siirtopumppaamoon kuuluva kaksiosainen, halkaisijaltaan noin 36 metrin vesisäiliö, sijoitetaan osittain rinteeseen. Vesisäiliön eteen rakennetaan pumppaamosiipi, joka on mitoiltaan noin 16 m x 18 m. Siirtopumppaamolle rakennetaan liikenneyhteys Varalantieltä. Siirtopumppaamon läheisyyteen tulee puistomuuntamo, jonka mitat ovat n. 1,8 m x 2,6 m.

Yhden kaivon rakentaminen vaatii noin 5 x 5 metrin pinta-alan ja huoltorakennus noin 3 x 4 metrin alan. Sähkökaapelit on suunniteltu vedettäväksi maastoon maakaapeleina putki- ja tieurien viereen.

Huoltotieverkko suunnitellaan ja rakennetaan siten, että mahdollisimman paljon käytetään nykyisiä ajouria ja polkuja. Huoltotiet rakennetaan 4-5 metriä leveiksi. Vanhat ajourat parannetaan poistamalla mahdollinen kasvillisuus ja humus tienpohjalta. Kuivatusta varten rakennetaan tarvittaviin kohtiin avo-oja ja tie-rumpuja.

3.2.5 Vaihtoehtoiset imeytysmenetelmät

Sadetusimeytys

Tekopohjavesilaitos on ensisijaisesti suunniteltu toimivaksi sadetusimeytyksellä. Imeytys toteutetaan siten, että maanpälle sijoitettujen reikäputkien avulla sadetetaan vesi maan pinnalle, josta se imeytyy harjukerrostumiin. Reikäputkia sijoitetaan imeytysalueelle noin 5-20 metrin välein kasvillisuuden päälle. Imeytysalueella ei tehdä maaperää muokkaavia toimenpiteitä. Ainoastaan nykyisten ulkoilureittien säilyttämiseksi voidaan paikoin sijoittaa putket polkujen kohdilla maan alle (imeytysalue 3, osittain imeytysalue 1). Imeytysalueiden toteuttaminen ei edellytä puuston kaatamista.

Imeytykseen varatut pinta-alat on mitoitettu niin, että kullakin imeytysalueella on varauduttu imeytyspaikkojen vuorotteluun. Imeytysalueella on kolme imeytyspaikkaa, joista yksi on kerrallaan käytössä kahden imeytyspaikan ollessa levossa. Imeytys-lepo -vaiheet voidaan ajoittaa esimerkiksi niin, että yksi osa-alue on vuoden kerrallaan imeytyksessä ja tämän jälkeen kaksi vuotta levossa.

Imeytyspaikkojen pintakuormaksi on valittu imeytyskokeissa havaitun tehokkaan imeytymisen perusteella 0,1 m/h. Sadetusimeytyksen mitoittaa siten maksimi-imeytys. Sadetusimeytyksessä vaadittavat pinta-alat on esitetty *taulukossa 1*.

Taulukko 1. Imeytysalueiden pinta-alat (Maa ja Vesi Oy 2003).

Alue	Maksimi Tilanne (m ³ /d)	Kerralla vaadittava sadetuspinta-ala (m ²)	Imeytysalueen pinta-ala varaus (m ²)
Alue 1	25 000	10 500	34 251
Alue 2	25 000	10 500	35 888
Alue 3	7 000	2 900	10 141
Alue 4	35 000	15 000	49 203
Yhteensä	92 000	38 900	129 483

Sadetusimeytysalueiden ohella tullaan vuosien 2003 ja 2004 aikana selvittämään allasimeytyksen käyttömahdollisuutta imeytysalueen 2 lähellä olevassa Tampereen kaupungin omistamassa sorakuopassa.

Allasimeytys

Vaihtoehtoisena imeytysmenetelmänä on allasimeytys. Allasimeytys toteutettaisiin harjualueelle kaivettujen noin metrin syvyisten altaiden kautta. Altaiden pohjalle tehdään suodatinhiekkakerros, jonka läpi vesi imeytyy maaperään. Suodatinhiekkakerros vaihdetaan uuteen tarpeen mukaan.

Allasimeytyksessä tarvittava tehollinen pinta-ala imeytettävää vesimäärää kohden on sama kuin sadetusimeytyksessä. Allasimeytyksessä ei tarvita vuorottelua varten lisäimeytyspinta-alaa muuta kuin puhdistus- ja huoltotoimenpiteitä varten. Ylimääräistä reservissä olevaa allaspinta-alaa, jota otetaan altaiden puhdistusten yhteydessä käyttöön tarvitaan noin 20 % Altaiden rakentaminen edellyttää mm. puuston kaatamista ja pintamaan poistamista allasalueelta. Alueelle joudutaan rakentamaan myös tieyhteydet rakennus- ja huoltotoimenpiteitä varten.

Allasimeytyksen soveltuvuudesta eri imeytysalueille voidaan todeta seuraavaa:

- imeytysalueella 1 voidaan altaita rakentaa alueen halki kulkevan ulkoiluväylän länsipuolelle, mutta alueen itäosaa ei voida hyödyntää jyrkistä maastonpiirteistä johtuen.
- imeytysalue 2 jakautuu kolmeen osa-alueeseen, joita voidaan hyödyntää melko tehokkaasti.
- imeytysalueen 3 pituussuuntainen tasainen alue on hyödynnettävissä allasrakentamiseen, reuna-alueiden ollessa maastopiirteiltään liian jyrkkiä tehokkaaseen allasrakentamiseen.
- imeytysalue 4 on imeytysalueen pituussuuntaisia reuna-alueita lukuun ottamatta allasrakentamiseen soveliaista

Maa ja Vesi Oy:n tekopohjavesihankkeen yleissuunnitelman yhteydessä teke-
missä tarkasteluissa todettiin, että imeytysalueelle 1 ei maaston korkeuseroista
johtuen voida sijoittaa haluttua määrää imeytysaltaita. Tästä syystä kyseisellä
alueella jouduttaisiin hakemaan lisää imeytysalueita. Muilla imeytysalueilla al-
lasimeytys olisi mahdollista toteuttaa.

Imeytysaltaat ovat jatkuvasti käytössä eikä imeytyspaikkoja vuorotella kuten
allasimeytyksessä. Käytännössä tämä johtaa ajan kuluessa imeytysnopeuden
pienentymiseen. Laitoksen toiminnan varmistamiseksi on altaat puhdistettava
määräajoin, puhdistusvälin riippuessa raakaveden laadusta ja suodattavan ker-
roksen rakenteesta. Puhdistus suoritetaan poistamalla altaan pohjalta ohut ker-
ros ainesta.

3.2.6 Pohjaveden otto ja siirto kulutukseen

Muodostettu tekopohjavesi otetaan ylös maaperästä kolmen kaivoalueen kautta
(*liite 1*). Kaksi kaivoalueista sijaitsee Kangasalan kunnan puolella ja yksi Pälkä-
neen kunnan puolella. Pohjaveden hyödyntämistä varten joudutaan rakenta-
maan veden alkalointilaitos kaivoalueelle 1. Keisarinharju-Vehoniemenharju
Natura –alueelle sijoittuu kaksi kaivoaluetta (kaivoalueet 1 ja 2).

Alueella muodostettu tekopohjavesi kootaan kaivoalueilta siirtopumppaamolle,
josta se johdetaan käsittelyyn ja käyttöön kulutusalueille kolmeen eri suuntaan;
Tampereen suuntaan ja Valkeakosken suuntaan sekä kaivokentän 1 häiriöti-
lanteissa Kangasalan – Sahalahden suuntaan. Kangasalan – Sahalahden
suuntaan johdetaan normaalitilanteessa vettä yksinomaan ja suoraan kaivoalu-
eelta 1. Muu osa kaivoalueesta 1 otettavasta vedestä johdetaan siirtopump-
paamolle. Kangasalan – Sahalahden suunnan veden käsittelemiseksi raken-
netaan kaivoalueelle 1 vedenkäsittelylaitos. Kaivoalueen 2 läheisyyteen sijoite-
taan siirtopumppaamo.

Taulukko 2. Kaivoalueiden mitoitus. (Maa ja Vesi Oy 2003)

Kaivoalue	Mitoitustilanne (m ³ /d)
Kaivoalue 1 (6-8 kaivoa)	22 000
Kaivoalue 2 (7-9 kaivoa)	28 000
Kaivoalue 3 (8-10 kaivoa)	20 000

4 POHJAVESIMALLI

4.1 Pohjavesitutkimukset

Vehoniemen-Isokankaan harjualueella on tehty useiden vuosien aikana run-
saasti pohjavesitutkimuksia. Selvitystyö alkoi vuonna 1994. Tutkimuksiin sisäl-
tyy:

- geofysikaalisia tutkimuksia. Geofysiikalla kartoitetaan harjun maaperän ra-
kenne ja kallion asema. Tärkeimpiä menetelmiä ovat gravimetriset mittauk-
set ja seismiset luotaukset. Gravimetrisia mittauksia on tehty useissa eri
vaiheissa.
- maaperäkairauksia ja pohjavesiputkien asennuksia. Alueelle on asennettu
89 pohjavesiputkea. Kairaukset kertovat tarkimmin maaperäolosuhteista.
Niillä tarkennetaan geofysikaalisten tutkimusten antamaa tietoa.

- maanäytteitä. Valituista kairauspisteistä on otettu jatkuvia maanäytteitä. Näytteistä on analysoitu raekokojakauma.
- kaivokartoitusta. Alueen yksityiskaivoista on kerätty perustiedot (sijainti, rakenne, syvyys, veden käyttö ja pohjavedenpinnan taso).
- pohjavedenpinnan seurantamittauksia asennetuista havaintoputkista. Mittauksia on tehty 4 – 5 kertaa vuodessa. Mittaukset antavat tietoa pohjavedenpinnan luonnollisista vuodenaikoihin sidotuista muutoksista.
- koepumppauksia ja -imeytyksiä suunnitelluilla kolmella vedenottoalueella. Koejaksot olivat kestoltaan 2 – 5 kuukautta. Tämän jälkeen tehtiin palautumaseuranta. Koetoimintaan kuuluu tarkka päivittäinen havainnointi vedenotto- ja imeytymääristä, pohjavedenpinnan tasoista havaintoputkissa ja kaivoissa sekä lähdepurkautumien seuranta rakennetuilla mittapadoilla. Koejaksoilla otettiin ohjelman mukaisesti vesinäytteitä.
- tutkimukset raakaveden laadusta ja määrästä.

Maastotutkimuksilla saadaan pohjavesiolosuhteista runsaasti erityyppistä tietoa. Tiedonhallinnassa on käytetty paikkatieto-ohjelmia.

4.2 Pohjaveden virtausmallinnus

4.2.1 Yleistä

Virtausmallinnus on menetelmä, jolla voidaan simuloida pohjaveden virtausku-
van ja purkuolosuhteiden muutoksia eri tilanteissa, kuten luonnontila ja erilaiset
vedenhankinnan sijoitus- ja kapasiteettivaihtoehdot.

Mallilla tehdyn tarkastelun avulla pohjavesimuodostumasta saadaan selville
muun muassa: pohjaveden virtausreitit ja -nopeudet, pohjavesipintojen korkeu-
det, purkautumisalueet, pohjaveden määrä, purkautumisen määrä, imeytymi-
nen ja antoisuus. Mallien avulla voidaan myös ohjata tutkimuksia oleellisiin
kohteisiin. Pohjavesimallinnuksen onnistumisen edellytyksenä on, että tunne-
taan tutkittavaan ongelmaan liittyvät tieteelliset periaatteet, käytettävät mate-
maattiset menetelmät ja tutkittavan alueen geologia.

Malli on yksinkertaistettu kuvaus pohjavesiolosuhteista. Mallin luotettavuus riip-
puu lähtötietojen luotettavuudesta (esim. pohjavedenpinnan taso, kallionpinnan
taso, purkutaso) sekä kairauksen ja muun tutkimusaineiston geologisen tulkin-
nan onnistumisesta. Työn tavoitteena on saada simuloinnit vastaamaan todet-
tujen vedenpintojen ja virtaamien niin luonnontilassa kuin koepumppaus- ja imey-
tystilanteissa. Tämän jälkeen tehdään ennusteajoja.

Laaditut mallit ovat yksikerrosmalleja, eli koko vedellä kyllästynyt vyöhyke on
käsitelty yhtenä kerroksena. Tällöin maaperän vedenjohtavuusominaisuuksia
joudutaan yleistämään, luonnossa eri kerrosten välillä voi olla huomattaviakin
eroja. Yleistyksiä joudutaan tekemään myös pohjaveden purkuolosuhteissa.
Lähteiden osalta käytetään mittaustietoja (purkutaso ja virtaama), mutta laaja-
alaisten tihkupintojen osalta on tehtävä arvioita. Mallissa käytetty ruutukoko pa-
rametreineen (esim. vedenjohtavuus) on myös luonnonolosuhteiden yleistys.
Ruutukoko määritetään pohjavesiolosuhteiden ja lähtötietojen mukaan. On
myös huomattava, että mallit on laadittu keskimääräisen sadannan, pohjave-
denpinnan jne. mukaan. Luonnossa vesitaseessa on aina muutoksia eri vuosi-
en ja vuodenaikojen osalta. Pohjavesien käytön suunnittelussa esiintymän mal-
lintaminen on käytännöllinen keino. Yleisesti ottaen malli on yksinkertaistettu
kuvaus olemassa olevasta fyysisestä systeemistä. Mallilla tehdyn tarkastelun

avulla pohjavesimuodostumasta saadaan selville muun muassa: pohjaveden virtausreitit ja -nopeudet, pohjavesipintojen korkeudet, purkautumisalueet, pohjaveden määrä, purkautumisen määrä, imeytyminen ja antoisuus. Mallien avulla voidaan myös ohjata mittauksia tutkittavan ongelman kannalta oleellisiin kohteisiin. Pohjavesimallinnuksen onnistumisen edellytyksenä on, että tunnetaan tutkittavaan ongelmaan liittyvät tieteelliset periaatteet, käytettävät matemaattiset menetelmät ja tutkittavan alueen geologia.

4.2.2 Yleispiirteiset virtausmallit

Vedenottoalueille 1, 2 ja 3 Maa ja Vesi Oy on laatinut yleispiirteiset virtausmallit 2003. Yleispiirteisissä malleissa on huomioitu muodostuman keskeiset virtausolosuhteisiin vaikuttavat tekijät. Mallit on tehty MODFLOW -koodilla käyttäen PMWIN -käyttöliittymää (Processing Modflow for Windows 5.0). Modflow ja Pmwin ovat yleisimpiä virtausmallinnuksessa käytettyjä työkaluja. Pohjavesimallit kalibroitiin luonnontilaan, minkä jälkeen niillä ajettiin maastossa suoritettuja imeytyskokeita. Tämän jälkeen tehtiin tuotantoajot viipymätarkasteluineen. Kussakin vaiheessa tarkasteltiin mallin vesitase. Mallinnuksen perusteet ja tulokset on raportoitu erikseen.

4.2.3 Yksityiskohtaiset virtausmallit

Jokaiselle kolmelle vedenottoalueelle on aiemmin laadittu omat mallit, jotka on erikseen myös raportoitu. Kukin mallinnusalue rajattiin siten, että osassa reuna-alueesta käytetään pysyvän pohjavedenpinnan korkeuden reunaehto (järven ranta) ja muilla reunoilla tunnetun virtaaman reunaehto (vedenjakajat ja kuivat alueet: kallio nousee korkeammalle kuin pohjavedenpinta). Hilaruudut tihennettiin kunkin mallinnusalueen keskivaiheilla, erityisesti koekaivojen ja imeytysalueiden välisillä alueilla. Näin ollen tekopohjaveden muodostamisen kannalta keskeisimmiltä alueilta – joista oli myös enemmän mitattua tietoa – saatiin tarkemmat mallinnustulokset kuin mallinnusalueiden laitamilta.

Virtausmallien ensimmäisten versioiden valmistumisen jälkeen on tehty lisää maastotutkimuksia v. 2002 - 2003. Uusien tietojen myötä Suomen ympäristökeskus on päivittänyt virtausmallin syöttötietoina käytettävät pintamallit (kallionpinta, pohjavedenpinta). Yleispiirteisistä virtausmalleista tehdyt johtopäätökset koskien mm. reunaehtoja ja vedenjohtavuusvyöhykkeitä on siirretty yksityiskohtaisiin malleihin. Yksityiskohtaisten virtausmallien uudelleenkalibrointi ja uudet ennusteajot on tehty MODFLOW-koodilla käyttäen GMS-käyttöliittymää (Groundwater Modeling System 3.0), joka on varsin yleisesti käytetty mallinnustyökalu.

Mallinnusalueiden keskeisillä alueilla – koekaivojen ja imeytysalueiden välillä sekä niiden lähimaastossa – mallit toimivat hyvin: mitattujen ja mallien laskemien pohjavedenpinnan korkeuksien erotukset (residuaalit) ovat suurimmillaan samaa luokkaa kuin luonnontilaiset pohjavedenpinnan korkeuden vaihtelut. Laskennallisista syistä johtuen residuaalit ovat suurempia mallien reunojen läheisyydessä ja reuna-alueilla olevissa pienissä pohjavesialtaissa sekä mallien osa-alueissa, joissa on suuri gradientti eli pohjavedenpinta on jyrkästi kallistunut. Eri pumppaus- ja imeytystilanteissa mallit toimivat varsin hyvin: pohjavedenpinnan muutokset suhteessa luonnontilaan ovat samaa suuruusluokkaa kuin on mitattu. Tarkemmat tiedot mallien syöttötiedoista ja mallinnuksen tuloksista löytyvät erillisestä raportista.

5 KEISARINHARJU - VEHONIEMENHARJU NATURA 2000 -SUOJELUOHJELMAN ALUE JA SEN LUONNONARVOT

5.1 Natura -alueen kuvaus

Keisarinharju-Vehoniemenharju on kahden suurjärven, Roineen ja Längelmäveden väliin sijoittuva harjujakso. Alueeseen kuuluu Suomen suurimpiin kuuluva suppakuoppa, Punamultalukko. Puolet alueesta kuuluu ennestään valtakunnalliseen harjunsuojeluohjelmaan, jonka alueesta noin puolet on valtion luonnonsuojelualueena. Natura –alue on kooltaan 275 ha. Alue on ehdotettu suojeltavaksi luontodirektiivin perusteella (SCI).

Vehoniemenharjun luonnonsuojelualue on perustettu vuonna 1983 annetulla asetuksella (601/83). Alueen pinta-ala on 78 ha ja se on Metsähallituksen hallinnassa ja hoidossa. Tekopohjavesilaitokseen liittyvät rakentamistoimenpiteet eivät kosketa Vehoniemenharjun luonnonsuojelualueita.

Vehoniemen-Isokankaan harjualueen Natura- ja luonnonsuojelualueet on esitetty *liitteessä 1*.

5.2 Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit

Alueen suojelu kohdistuu seuraaviin luontodirektiivin luontotyyppihin: harjumetsät (9060) ja tulvametsää (91E0), joka on priorisoitu luontotyyppi². Tulvametsän peittävyys on arvioitu 2%:ksi ja edustavuus erinomaiseksi, sen sijaan luonnontila on arvioitu vain hyväksi. Natura –tietolomakkeessa on todettu, että harjumuodostumien metsäiset luontotyyppin peitto on 86% eli noin 228 ha.

Taulukko 3. Keisarinharju-Vehoniemenharju Natura -alueen luontotyyppien edustavuus, luonnontila ja yleisarvio (Natura -tietolomake).

Luontotyyppi	Edustavuus	Luonnontila	Yleisarvio
Harjumuodostumien metsäiset luontotyypit (9060)	Erinomainen	Erinomainen	Erittäin tärkeä
Tulvametsä (91E0)	Erinomainen	Hyvä	Erittäin tärkeä

Liitteessä on esitetty tarkemmin käsitteet edustavuus, luonnontila ja yleisarvio.

Harjumuodostumilla esiintyvän metsäkasvillisuuden vaihtelu on huomattavan laajaa. Harjualueilla esiintyy noin kuutta erilaista metsätyyppiä, jotka muodostavat sarjan kuivista jäkäläisistä metsistä kosteisiin lehtoihin. Näin on myös Keisarinharju-Vehoniemenharju Natura-alueella. Natura 2000 –luontotyyppioppaassa harjumetsiä kuvataan seuraavasti (Airaksinen ja Karttunen 1998).

“Harjujen lakia luonnehtivat yleensä mäntymetsät, rinteillä kasvaa joskus kuusta sekä mahdollisesti lehtipuita. Tyypillisimmillään harjut ovat yli 20 metriä korkeita harjanteita, joiden ympäristöolosuhteet vaihtelevat voimakkaammin kuin ympäröivien tasamaiden kasvuolosuhteet. Erityisesti harjujen paiste- ja varjorinteiden väliset pienilmastolliset erot voivat olla hyvin merkittäviä. Siten rinteiden ekspositio ja kaltevuus, joilla on vaikutusta rinteelle tulevan auringon säteilyn määrään sekä sitä kautta edelleen maaperän ja ilman lämpötiloihin, ovat harjuluonnon keskeisiä ekologisia tekijöitä. Poikkeuksellisista olosuhteista johtuen har-

² Priorisoidut luontotyypit ovat sellaisia, jotka ovat vaarassa hävitä Euroopan yhteisön alueelta.

jumetsät ovat suhteellisen lajirikkaita ja levinneisyydeltään itäisiä "arolajeja" on runsaasti.

Edustavuutta kuvastavat topografisista piirteistä harjumuodostuman suhteellinen korkeus ja ylipäättään korkeat ja melko jyrkät paisterinteet. Kasvillisuuden pohjakerroksen aukkoisuus ja ohut humuskerros. Harvapuustoisuus, paikoitellen ketomaisia tai niittymäisiä aukkoja. Harjukasvien runsaus ja/tai puolilehto- ja kuivalehtokasvillisuuden edustavuus ja peittävyys.

Harjumetsien luonnontilaa kuvastaa metsikön kehityshistorian ja rakenteen luonnontilaisuus. Ihmistoiminta voi kuitenkin taata harjukasvillisuuden säilymisen luonnontilaisen kaltaisena lisäämällä kasvillisuuden laikkuisuutta tai aukotaisuutta."



Kuva 2. Keisarinharju-Vehoniemenharju Natura -alueen männikköä imeytysalueella 2.

5.3 Lintudirektiivin liitteen I lajit

Tietolomakkeen mukaan Natura -alueella pesii pyy.

6 KEINIÄNRANNAN NATURA 2000 -SUOJELUOHJELMAN ALUE JA SEN LUONNONARVOT

6.1 Natura -alueen kuvaus

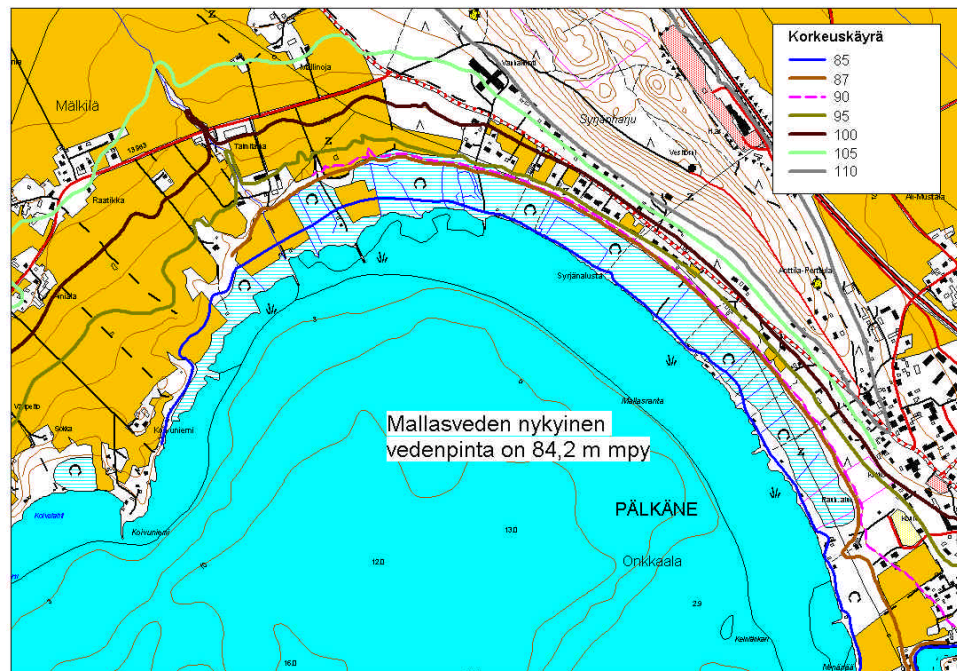
6.1.1 Yleistä

Keiniänrannan tervaleppämetsä on eräs Pohjoismaiden komeimmista tervaleppäkorvista (Mäkinen 1964, 1979a ja 2002). Alue kuuluu ennestään valtakunnalliseen soidensuojeluohjelmaan, ja siitä 5 % on yksityisenä luonnonsuojelualueena. Keiniänrannan Natura -alueen pinta-ala on 84,2 ha. Keiniänranta on pinnanmuodoiltaan alavaa maata ja se on pintaveden vaikutukselle altis. Se rajautuu vanhaan rantatörmään (kuva 3).

Keiniänrannan tervaleppäyhteisö on riippuvainen törmän juurelta purkautuvista lähteistä. Niiden hapekas vesi tuo tervalepille ja muille kasveille tarvittavat ra-

vinteet, paitsi typen, jonka tervaleppä valmistaa itse. Muut kasvillisuuteen vaikuttavat tekijät ovat maalaji, pintaveden vaihtelut, ekspositio ja ilmasto.

Keiniänrannan Natura- ja luonnonsuojelualueet on esitetty *liitteessä 1*.



Kuva 3. Keiniänrannan alueen pinnanmuodot.

6.1.2 Alueen syntyhistoria

Keiniänrannan tervaleppäyhteisö on syntynyt 1800-luvun lopulla vesijättömaalle ja puhtaalle rantahiekalle, kun Mallasveden pinta laski noin 1,5 metriä vuosina 1819-1821 Valkeakosken perkauksen seurauksena (Mäkinen 1964 ja 1979a). Vuosien 1604 ja 1819 välisenä aikana Mallasveden vedenpinta oli noin 85,5 m mpy korkeustasolla. Mallasveden nykyinen vedenpinnan korkeus on keskimäärin 84,2 m mpy (N60 +).

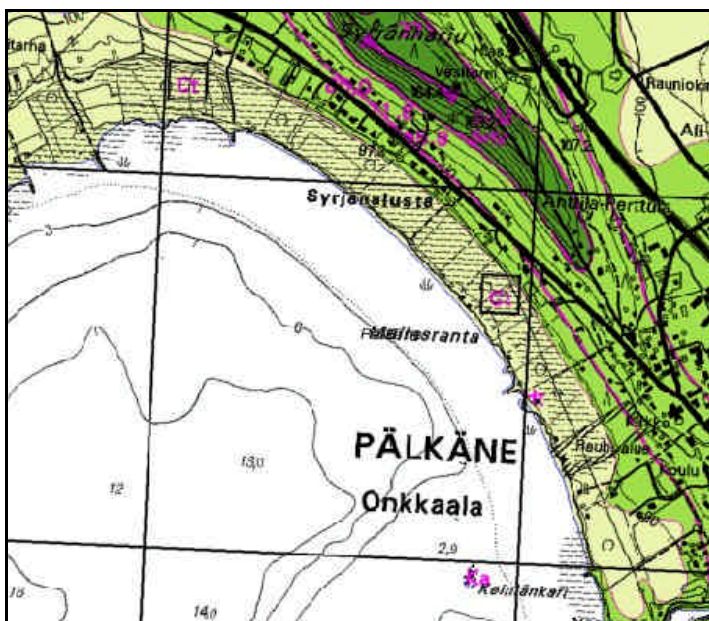
6.1.3 Maalaji

Alueen maalaji on hieta (*kuva 4*). Tätä peittävä turve- ja humuskerros on muodostunut myöhemmin. Eloperäisen kerroksen vahvuus vaihtelee 1-20 cm. Hienojakoinen maa-aines ja pohjaveden läheisyys estävät veden imeytymisen maahan.

6.1.4 Mallasveden veden pinnan vaihtelu ja tulvat

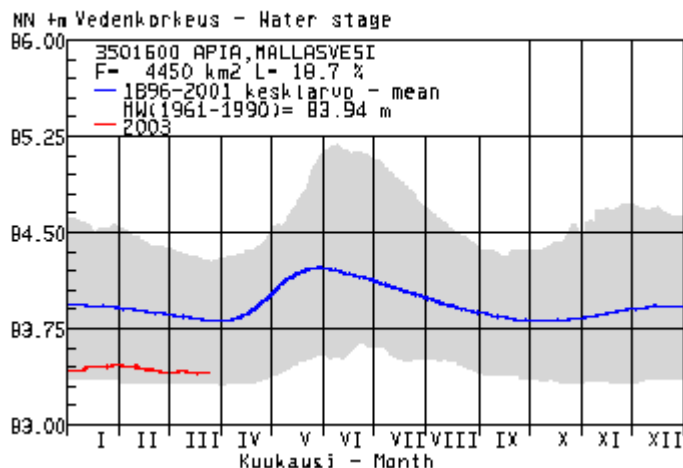
Mallasvesi (35.711) kuuluu Längelmäveden vesistöalueeseen (35.7). Mallasvesi laskee Valkeakosken kautta Vanajaveteen.

Mallasveden vedenpinta on vaihdellut 83,59 ja 84,61 m mpy välillä vuosina 1981-1990 (Reuna & Aitamurto 1995). Keskimääräinen vedenpinnan korkeus on 84,2 m mpy (N60 +) (huom. havaintojaksolla 1961-1990 keskiarvo oli 83,94).



Kuva 4. Keiniänrannan maaperä (tumman vihreä = sora, vihreä = hiekkä ja vaalean vihreä = hietä ja merkintä CT = saraturve. <http://geokartta.gsf.fi/>).

Längelmäveden alue ei ole säännöstelty, vaan vettä juoksutetaan Valkeakoskesta luonnonmukaisesti. Ääriarvojen väli on 1,02 m, joten veden pinta vaihtelee varsin paljon. Mallasveden pinta on korkeimmilla toukokuun lopulta heinäkuun alkuun. *Kuvasta 5* ilmenee Mallasveden Apian (3501600) kohdalla mitattujen vedenkorkeusarvojen keskiarvo havaintojaksolla 1896-2001 ja vuoden 2003 alkuhavainnot.



Kuva 5. Mallasveden Apian kohdalla mitattujen vedenkorkeusarvojen keskiarvo havaintojaksolla 1896-2001 ja vuoden 2003 alkuhavainnot. Harmaa alue kuvaajassa on vaihtelualue havaintojaksolla (<http://www.vyh.fi/tila/pir/jarvet/mittaus/valkeak.htm>).

6.1.5 Pienilmasto

Keiniänrannan Natura -alue eroaa ilmastollisesti selvästi ympäristöstä. Suurilmaston vaikutus rajoittuu talveen ja varhaiskevääseen, mutta kesällä lähteet ja alava sijainti aiheuttavat pienilmastoon omat erityispiirteensä. Mm. suhteellinen kosteus kenttäkerroksen alapuolella on korkea (yli 80 %) ja lämpötila on vakaa (Mäkinen 1964). Ilmasto vaikuttaa myös Keiniänrannan suuntautuminen etelään ja länteen. Tämä merkitsee pienilmaston kannalta suotuisia olosuhteita eteläisille kasveille.

6.1.6 Pohjavesiolot

Isokankaan kaakkoisosalla pohjavesi virtaa jakaja-alueelta kaakkoon Syrjänharjun suuntaan purkautuen Syrjänharjun eteläpuolella oleviin ojiin, lähteisiin sekä Mallasveteen. Muodostuman keskeisellä osalla pohjaveden pinta on tasolla + 93 ... + 92,5 m (havainto-putkien HP 105 – HP 102 välisellä alueella, ks. kuva 7) ja laskee edelleen tasolle noin + 87 m Keiniänrannan purkautumisalueella, missä pohjavesi purkautuu vanhan rantapenkan alaosaan (Maa ja Vesi 2001). Pohjaveden purkautuminen ilmenee hetteikkö- ja tihkupintoina ja avolähteinä. Keiniänrannan lähteistä purkautuu vettä noin 1 800 m³/vrk. Pääosa pohjavedestä purkautuu alueen pohjois- ja luodeosasta.

Lähteiden veden laatu on esitetty taulukossa 3, 4 ja 5. Taulukoon 3 on koottu Mäkisen (1979) tutkimuksen vesianalyysituloksien keskiarvot. Näytteet on otettu Keiniänrannan lähteistä, lähdepuroista ja välipinnoilta.

Taulukko 4. on koottu eräitä tunnustietoja Pälkäneen Isokankaan pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimuksen tuloksista (Maa ja Vesi 2001). On huomioitava, että nämä näytteet on otettu lähdepuroista läheltä Mallasveden rantaviivaa, eikä näytteitä ole otettu varsinaisista lähdepaikoista. Lähdevesi on virrannut Natura -alueen halki ennen näyttepistettä ja on mahdollista, että vesinäytteessä ilmenee jo Mallasveden pintavesivaikutus ja kasvillisuusvaikutus.

Taulukko 4. Keiniänrannan lähteistä, lähdepuroista sekä välipinnan vedestä kesällä 1979 mitatut veden pH sekä kalsium-, magnesium-, kalium- ja natriumpitoisuudet (keskiarvot) (Mäkinen 1979a).

Näyttepiste	pH	Kalsium mg/l	Magnesium mg/l	Kalium mg/l	Natrium mg/l
Lähde	6,5	2,6	3,9	2,3	4,9
Lähdepuro	6,8	2,5	3,5	2,3	4,4
Välipinta	6,5	2,6	4,1	1,0	3,8

Taulukko 5. Lähdepuronäytepisteiden vesianalyysintulokset vuodelta 1999.

Havaintopäivä	14.9.99	14.9.99	14.9.99	16.9.99	16.9.99	16.9.99	16.9.99	
	Lähde 12	Lähde 14	Lähde 15	Lähde 16	Lähde 991	Lähde 992	Lähde 993	k.a
Lämpötila °C	8,2	8,6	8,2	7,8	7,0	6,6	7,6	7,7
Sähkönjohtavuus mS/m	14,4	14,6	12,8	13,0	11,5	12,2	11,3	12,8
Sameus FNU	1,8	1,2	1,5	1,8	0,6	1,4	1,4	1,4
Alkaliniteetti mmol/l	0,84	0,75	0,67	0,71	0,57	0,57	0,57	0,70
pH	6,8	6,7	7,0	6,9	7,0	6,9	6,5	6,8
Nitraattityppi NO ₃ µg/l	120	160	860	360	830	1110	150	513
Rauta µg/l	450	300	200	370	110	140	310	269
Mangaani µg/l	14	52	12	11	9	9	15	17
Sulfaatti mg/l	12,0	9,0	9,6	6,4	9,1	9,1	9,2	9,2

Taulukko 6. Lähdenäytepisteen vesianalyysintulokset v. 2002 ja 2003.

Havaintopäivä	27.11.2002	29.1.2003	k.a.
Sähkönjohtavuus mS/m	13,8	13,8	13,8
Alkaliniteetti mmol/l	0,45	0,44	0,45
pH	6,8	7,0	6,9
TOC mg/l	1,2	1,4	1,3
COD (Mn)	1,3	0,6	0,95
Nitraattityppi, NO ₃ µg/l	1800	1800	1800
Nitriittityppi, NO ₂ µg/l	<2,5	<2,5	<2,5
Ammoniumtyppi, NH ₄ µg/l	76	5	40,5
Kokonaisfosfori µg/l	12	<5	<8,5
Fosfaattifosfori, PO ₄ µg/l	9	6	7,5
Magnesium mg/l	5,3	5,0	5,2
Kalsium mg/l	11	11	11

Marraskuussa 2002 ja tammikuussa 2003 otettujen vesinäytteiden vesilaatutiedot on esitetty *taulukossa 5* (näytteet on ottanut ja analysoinut Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.). Näytteet on otettu yhdestä lähteestä.

Vuoden 1979 ja 2002-2003 näytteiden magnesium- ja kalsiumpitoisuuserot ilmeisesti johtuvat vuoden 2002-2003 poikkeuksellisen alhaisesta pohjaveden tasosta. Pitkäaikaisissa pohjavesiseurannassa on todettu, että pohjaveden laadussa voi olla suuriakin vaihtelua.

6.1.7 Kasvillisuus

Keiniänrannan tervaleppäkorven-luhdan tunnusomaisena ominaispiirteenä on lähde- ja pintavesien pitkäaikainen vaikutus sekä vedenpintatasoltaan erilaisten pintojen mosaiikki – yhdistelmätyypin luonne (*kuva 6*). Kuivemmat vähäalaiset mätäspinta-aset tasot keskittyvät puiden tyvien ympärille ja mätä, puiden ja sarnaismättäiden väliset, väli-märkäpintatasot ovat yleensä vallitsevia. Luhtaisuutta ja lähteisyyttä ilmentävä lajisto keskittyy märemmille pinnoille. Erityisesti edustavan näköistä vedenpintatasoltaan erilaisten pintojen mosaiikkia on Natura-alueen länsiosassa. Keväällä alue suureksi osaksi peittyy kevättulvan alle, joka samalla tuo runsaasti ravinteita. Kesäisin kasvustot ovat riippuvaisia poh

javedestä (Mäkinen 1964 ja 1979a) Pohjavesi purkautuu Syrjänharjun puoleisen vanhan rantapenkan alaosaan.

Alueen keskiosalla ojituksen ja hakkuiden seurauksena korpisuon luonne on muuttunut etupäässä lehtokasvillisuudeksi. Kasvillisuutta leimaavat mm. metsäalvejuuri, hiirenporras ja nurmilauha. Valtapuun koivun ja tervalepän seassa kasvaa pieniä kuusia. Alue on kuusettumassa.

Tervaleppäkorven kenttäkerroksen yleisimmät lajit ovat hiirenporras, vehka, suo-orvokki, lehtopalsami, terttualpi, kurjenjalka, harmaasara, rantamatara, peltokorte, metsäalvejuuri ja rentukka. Pohjakerrosta leimaa lehtosuikerosammal, luhtakuirisammal, palmusammal, lettorahkasammal, lähdelelväsammal ja kiiltolelväsammal. Lisäksi alueella kasvaa pikkuritvasammal, joka on valtakunnallisesti silmälläpidettävä.



Kuva 6. Kuva 6. Keiniänrannan Natura –alueen tervaleppävaltaista korpimetsää. Huomaa saniaisnäitäiden välissä olevat märkä-välipinnan vehkakasvustot.

Taulukossa 6 on esitetty yleisimpien kasvien keskimääräinen peitteisyys (%) tervaleppäkorvessa (Mäkinen 1964) ja *liitteeseen 4* on koottu Mäkinen (1964 ja 1979a) tutkimuksista keskeiset kasvistotiedot.

Keiniänrannan tervaleppäkorven yleisimpien kasvien keskimääräinen peitteisyys (20 näytealaa, m²) (Mäkinen 1964).

Puut ja pensaat	Peitteisyys (%)
Tervaleppä	68,5
Tuomi	5,8
Pihlaja	2,2
Harmaaleppä	8,3
Pohjanpunaherukka	0,7
Kenttäkerros	
Hiirenporras	29,9
Vehka	27,9
Suo-orvokki	11,7
Lehtopalsami	5,8
Terttualpi	3,7
Kurjenjalka	1,9
Harmaasara	1,9
Rantamatara	0,8
Peltokorte	3,5
Metsäalvejuuri	2,2
Rentukka	1,4
Pohjakerros	
Lehtosuikerosammal	1,8
Luhtakuirisammal	2,9
Palmusammal	1,4
Lettorahkasammal	3,4
Lähdelelväsammal	7,3
Kiiltolelväsammal	10,1

Alueella on useita pieniä lähteitä, joiden läpimitta on 2-3 metriä. Useimpien lähteiden kasvillisuus on niukkaa. Lähteiden lähiympäristössä yleisimmät lajit ovat purolitukka, suokorte, suoputki, suohorsma, kurjenjalka, luhtatähtimö, lettorahkasammal, okarahkasammal, lähdelelväsammal ja luhtakuirisammal (Mäkinen 1979a). Hieman kauempana lähteistä kasvisto on taasen samanlaista kuin tervaleppäkorpiosilla.

Alueen lähde- ja suokasvillisuus viittaa mesoeutrofiseen kasvillisuuteen, kuten lähdeveden laatu. Pohjois-Suomessa viherkivialueilta kerättyjen tietojen (Lahermo ym. 1977, liite 3) mukaan eutrofisessa lähteessä veden johtokyky on yli 8 mS/m, pH –luku yli 7 ja kalsiumpitoisuus on yli 10 mg/l. Mesotrofisissa lähteissä lukemat ovat samoja kuin karuilla silikaattialueilla yleensäkin (Eurola ym. 1994). Veden johtokyky on silloin alle 4 mS/m, pH –luku 6-7 ja kalsiumpitoisuus on alle 5 mg/l. Alueen ravinnetasoon vaikuttaa kalsiumin ja korkea pH (virtaavassa pohjavedessä on vähän humushappoja) lisäksi pohjaveden magnesium- ja natriumkationit, joiden pitoisuudet Mäkisen (1979a) aineistossa ovat lähes yhtä suuria.

Keiniänrannan lähde- ja suokasvillisuutta leimaa luhtaisuutta ja lähteisyyttä sekä korpisuutta ilmaisevat kasvit. Suo ja lähdekasvillisuudessa korostuvat selvästi luhtaisuutta ja lähteisyyttä ilmaisevat kasvit. Korpisuutta ilmaisevia kasvia on selvästi vähemmän (liite 4).

Natura -alueella kasvavista kasveista selviä lähteistä ympäristöä suosivia kasveja ovat keväinenlunnusilmä, karheanurmikka, purolitukka, lehtotähtimö, lähde- ja kiiltolelväsammal, lettorahkasammal, otasammal ja lähdesammaleet. Lehtopalsami edustaa eteläistä lähdekasvia. Lähteisyyttä ilmaisevat myös mm. suokorte, tervaleppä ja kiiltolelväsammal.

6.1.8 Puusto

Puusto on lehtipuuvaltaista ja paikoittain kookasta sekä luonnontilaista. Tervaleppä on pääosin valtapuuna, ja suurimmat tervalepät ovat läpimitaltaan 30-35 cm. Nämä suurimmat puut ovat noin 25-28 metriä korkeita. Vuonna 1924 Keiniänrannan puuston korkeus oli vain noin 10 metriä (Kujala 1924).

Alueen keskiosa on hakattu 1970 –luvun alussa ja 1970 –luvun lopulla (Mäkinen 1979a). Tällä osalla puusto on nuorta lehtipuuta (alle 40 -vuotiasta), kun muutoin puusto on noin 80-90 -vuotiasta.

6.2 Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit

Natura -alueelta on todettavissa seuraavat luontotyypit: puustoinen suo (91D0), metsäluhta (9080) sekä vaihettumis- ja pallesuo (7140). Luontotyyppien puustoinen suo ja metsäluhdat ovat priorisoituja luontotyyppejä. Niiden edustavuus ja luonnontila on arvioitu Natura -tietolomakkeen mukaan luokkaan hyvä. Vaihettumis- ja pallesoiden edustavuus on merkittävä ja luonnontila hyvä.

Alueella on myös boreaaliset lehdot -luontotyyppiä, vaikka tätä ei ole ilmoitettu Natura –tietolomakkeessa.

6.3 Lintudirektiivin liitteen I lajit

Lintudirektiivin liitteen I lajeista alueelta pesii palokärki ja harmaapäätikka. Uhanalainen, erityistä suojelua vaativa laji talvehtii alueella.

6.4 Muut Natura -tietolomakkeessa mainitut lajit

Natura –tietolomakkeen mukaan alueelta on todettu seuraavat lajit:

- Linnut: pikkutikka, idänuunilintu ja pyrstötiainen.
- Selkärangattomat: keltaselkämittari, kuusamamittari, verkkomittari, palsamikenttämittari, koisayökkönen, Ethmia pusiella, lehmuskiitäjä ja sammalmattamittari.
- Kasvit: tervaleppä, paatsama, tuomi, pohjanpunaherukka, taikinanmarja, hii-renporras, purolitukka, vehka, punakoiso, pitkäpääsara, liereäsara, tähtisara, myrkkykeiso, lehtopalsami, isokäenrieska, vesinenätti, velholehti, kevätlinnunsilmä, terttuselja, rantayrtti, karheanurmikka, lehtoarho, vata ja kotkansiipi.

7 SELVITYKSEN EKOLOGISET PERUSTEET JA ARVIOITAVAT VAIKUTUSTEKIJÄT

7.1 Rakentaminen

Tekopohjavesilaitoksen rakennusten, siirtoputki- ja painelinjojen rakentaminen hävittää nykyisen kasvillisuuspeitteen rakenteiden alta. Johtolinjalle pintakäsvillisuus tulee myöhemmin palautumaan, mutta linja-alue jää puuttomaksi, koska linja-alueelle ilmaantuvat puut poistetaan. Rakentamisen aikana syntyy melua ja pölyä.

7.2 Sadetus

Veden imeytys muuttaa maaperän fysikaalista ja kemiallista ympäristöä, kuten kosteus-, ravinteisuus-, lämpötila- ja happamuusolosuhteita. Imeytys lisää maan nitrifikaatiota ja kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määrää.

VIVA –projektissa Ahveniston harjulla ennen imeytystä kivennäismaan pH oli noin 5,0 (Helmisaari ym. 2000). Imeytyksen seurauksena kivennäismaan pH nousi arvoon noin 6,5. Humuksen pH nousi imeytyksen seurauksen parhaimmillaan lähelle 7:ää (6,4-7,0). Erityisesti pH nousee sadetusputkien läheisyydessä. Mikäli humuksen ja kivennäismaan pH nousee arvoon 6,7, alkaa humuksessa ja kivennäismaassa nitrifikaatio. Imeytyksen loputtua nitrifikaatio heikkenee, vaikka maaperän pH olisikin korkea. Nitrifikaation seurauksena nitraatin tuotto kasvaa maaperässä ja nitraattityyppi huuhtoutuu herkästi maaperästä.

Imeytysalueiden pienilmasto tulee muuttumaan sadetuksen seurauksena. Sadetusimeytys lisää maapinnan ja maaperän kosteutta imeytysalueella ja sen lähiympäristössä. Kosteuden lisääntyminen tasoittaa lämpötilavaihtelua. Kesäaikana sadetus viilentää ilmaa, kun taas talvella sadetus lämmittää ilmaa. Pienilmastomuutos johtaa kasvukauden pidentymiseen syksyllä ja keväällä kasvukausi aikaistuu. Tämän johdosta kasvien valmistuminen talveen myöhästyy, jonka seurauksena kasvit altistuvat pakkasvauriolle. Vastaavasti keväällä kasvit myös altistuvat pakkasvaurioille kasvun aikaistumisen takia.

VIVA –projektissa on todettu sadetuksen takia seuraavia kasvillisuusmuutoksia (Helmisaari ym. 2000).

- Seinä- ja kynsisammaleet taantuvat.
- Lehväsammaleet lisääntyvät.
- Varpu- ja jäkälälajisto taantuu.
- Ruoho- ja heinäkasvit (eritoten metsäkastikka) runsastuvat ensimmäisten vuosien aikana. Tämä jälkeen ne taantuvat.
- Monien ruohojen kasvutapa muuttuu.
- Alueelle ilmaantuu uusia lajeja, jotka kestävät kosteutta.

Sadetuksen vaikutukset kuivalla ja kuivahkolla kankaalla ovat selvemmät kuin tuoreilla tai lehtomaisilla kankaalla, koska karummilla kasvupaikoilla on niukasti nopeakasvuisia heiniä ja ruohoja. Siten typen sitoutuminen aluskasvillisuuteen on karuilla kasvupaikoilla vähäisempää kuin viljavilla kasvupaikoilla.

Voimakkaassa sadetuksessa pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuuspeitto muuttuu selvästi epäyhtenäiseksi ja laikuittaiseksi. Tällöin kasvillisuuden kulu-
tuskestävyys heikkenee olennaisesti.

Talvikausina sadetus aiheuttaa kasveissa pakkasvaurioita, koska lumisuoja puuttuu. Tämä vähentää aluskasvillisuuden peittävyyttä pohja- ja kenttäkerros muuttuu laikuittaiseksi. VIVA -projektin tulosten mukaan talvi-imeytys aiheuttaa suurempia häiriöitä kasviyhteisössä kuin kesäimeytys.

Jyrkillä rinteillä sadetus, mikäli vesi ei imeydy maahan nopeasti, voi aiheuttaa eroosiota, joka vähentää kasvillisuutta. Tähän on syynä se, että maapinnan liikkuminen (eroosio) heikentää kasvien kiinnittymistä maahan, ja juurten paljastuminen altistaa ne sienitaudeille ja pakkasvaurioille. Pensaskerros ja tiheä hei-

nikko estävät eroosiota. Eroosio on voimakkainta ympärivuotisilla ja kesäkautisilla sadetusaloilla.

Tasaisilla mailla sadetus voi aiheuttaa lammikoita. Tämän seurauksena kasvien juuret voivat kärsiä hapen puutteesta.

Sadetukset pitkäaikaisia vaikutuksia puustoon ei tunneta. Lyhyellä aikavälillä tulokset näyttäisivät siltä, että imeytys ei vaikuta haitallisesti puustoon. VIVA – projektissa kuusien ja mäntyjen ravinnetila jopa hieman parantuivat. Puustovai-
kutukset riippuvat puuston iästä ja rakenteesta. Varttuneen puuston juuristo ulottuu laajalle, ja siten osa juurista ulottuu kuivemmille välialueille. Tämän an-
siota varttunut puusto kestää taimikkoa paremmin paikoittaista pintamaan mah-
dollisesta lammikoitumisesta johtuvaa juurien hapenpuutetta. Puuston kannalta on tärkeää, että imeytysputket sijaitsevat harvassa. Imeytys myös aikaistaa puiden elintoimintojen käynnistymistä keväällä, mikä lisää niiden pakkasvau-
riomahdollisuutta.

Imeytysalueiden vuorottelulla voidaan vähentää kasvillisuusmuutoksia. VIVA - projektin tulosten mukaan kasvillisuus vaatii ainakin kasvukauden pituisia le-
potaukoja. Toipuminen on tärkeää, koska kasvillisuus sitoo maa-ainesta ja es-
tää eroosiota.

7.3 Lähde- ja suokasvillisuuden suhde ympäristötekijöihin

Lähde- ja suokasvillisuuteen selvimmin vaikuttaa pohjaveden korkeus ja/tai ve-
den virtaus. Muita lähde- ja suokasvillisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat veden
pH, alkaliteetti (puskurikyky), ravinteet sekä lämpötila.

Suovedenpinnan tasojen ja turpeen kosteustasojen indikaattoreina sammaleet
ovat usein putkilokasveja luotettavampia, koska suon putkilokasvien juuret voi-
vat ulottua hyvinkin syvälle. Sammalista märkäpintojen sammaleet ovat vaati-
mukseltaan hyvin tarkkarajaisia vedenkorkeuden suhteen (Tahvanainen 1999).
Mätäs- ja välipinnan sammallajit ovat tässä suhteessa yleensä vaatimuksiltaan
väljempiä (Rydin 1997).

Useimmat tyypilliset lähdelajit ovat märkäpintalajeja, jotka vaativat hyvin tasai-
sena pysyvää vedenpintaa. Mittaustietojen mukaan näihin kuuluivat mm. seu-
raavat tavalliset lähdesammaleet: lettolehväsammal, lähdelehväsammal, kor-
pilehväsammal ja purolähdesammal (Tahvanainen 1999). Mikäli pohjaveden
pinnan taso alenee merkittävästi ensimmäisenä häviää tai vähenevät voimak-
kaimmin märkäpinnan lajit. Mätäspinnan lajit säilyvät pitempään.

Yleisesti tiedetään, että veden virtaus on tärkeä suon trofiatasoa määräävä te-
kijä (Heikkilä ym. 2001). Asiaa on kuitenkin tutkittu puutteellisesti. Veden virta-
us vaikuttaa kasvien elinoloihin ja veden kemiallisiin ominaisuuksiin. Virtaava
vesi voi tuoda ravinteita pintaveden mukana (luhtaisuus) ja pohjaveden muka-
na (lähteisyys). Etäännyttäessä pohjaveden purkautumiskohdasta lähteisyys
muuttuu luhtaisuudeksi. Lisäksi ravinteinen pohjamaa on lisäravinteiden lähtee-
nä (korpisuus).

Suolla virtaavan veden määrän lisäksi trofiaan vaikuttavat veden kemiallinen
koostumus sekä turpeeseen sitoutuneet emäskationit, eteenkin kalsium (Heik-
kilä ym. 2001). Yleensä virtausalueella veden mukana tulee jatkuvasti emäska-
tioneita. Pohjaveden emäskationipitoisuus on normaalisti korkeampi kuin pinta-

vesien ja tästä syystä pohjavesivaikutteisilla kohdilla trofia nousee korkeammaksi kuin muualla. Veden virtaus vaikuttaa myös ravinteiden saatavuuteen.

Uusimissa tutkimuksissa (Tahvanainen ym. 2002) on todettu, että rehevillä suotyypeillä ei välttämättä pääkationi ole kalsium, joka vaikuttaa trofiatasoon. Suomessa letoilla voi joskus olla kalsiumpitoisuus samaa luokkaa kuin köyhimmillä soilla (Tahvanainen kirjallinen ilmoitus 3.4.2003, esim. eräällä lettorämeellä Kajaanissa magnesiumpitoisuus oli n. 10 mg/l, mutta kalsiumpitoisuus oli vain 1 mg/l). Pääkationi saattaa olla magnesium, joskus natrium ja kalium. Usein kationien ekvivalenttisuhteet ovat tasaisia.

Pohjavesi vaikuttaa myös lähteen pienilmastoon ja eläimistöön, koska pohjavesi on kylmää, tasalämpöistä ja veden virtauksen vuoksi hapekasta ja mineraalirikasta. Lähdevesi tasoittaa ja viilentää pienilmastoa. Talvella kasvien juuret eivät lähdepaikan ympärillä yleensä jäädy. Lähteissä ja lähdepuroissa elää usein omaleimainen vesieläimistö, jota on niukasti tutkittu (Heikkilä ym. 2001, Rajala 1995).

8 VAIKUTUKSET LUONTOARVOIHIN

8.1 Keisarinharju-Vehoniemenharju Natura -alue

Keisarinharju-Vehoniemenharju Natura -alueelle sijoittuvat joko osittain tai kokonaan kaikki Kangasalan puoleiset imeytys- ja kaivoalueet sekä osa siirto- ja paineputkista sekä kaivoalueiden huoltorakennukset ja kaivoalueen 1 Kangasalan vesienkäsittelyrakennus sekä siirtopumppaamo.

8.1.1 Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit

Yleistä

Hankkeen vaikutukset kohdistuvat vain harjumuodostumien metsäiset luontotyyppiin. Natura -alueelta laadittiin ilmakuva-aineiston, maastokäyntien sekä Natura -alueelta olevien kasvillisuusselvityksien perusteella harjumetsien edustavuusluokituskartta (*liite 5*). Tällöin voitiin analysoida tarkemmin tekopohjavesilaitoksen vaikutuksia edustavimpaan harjukasvillisuuteen.

Luokkaan erinomainen katsottiin kuuluvaksi erityisesti paisterinteillä esiintyvät harjujen metsätyypit ja etelä- ja lounaisrinteiden mäntykankaat. Erinomaiseen luokkaan luokitettiin myös paisterinne- ja rinnekuviot, joiden harjukasvillisuus on nyt välisukessiiovaiheessa, mutta jotka tulevat kehittymään harjumänniköiksi.

Luokkaan hyvä luokitettiin tasamaiden ja pohjoisrinteiden mänty- ja havupuu-kankaat. Samoin hyvään luokkaan luokitettiin myös ne kuviot, jotka ovat nyt välisukessiiovaiheessa. Merkittävät luokkaan luokitettiin lehtipuu-, lehtisekapuu- ja mäntysekapuukankaat. Kuusikankaat, taimikot, jotka kehittyvät kuusikan-kaiksi, suot, pienet lammot ja muut alueelta tavattavat biotoopit luokitettiin luokkaan ei merkittävä.

Erinomaiseen luokkaan (*taulukko 7*) on arvoitu kuuluvan Natura -alueesta noin 141 hehtaaria (52 %), luokkaan hyvä 42 hehtaaria (16 %) ja luokkaan merkittävä 11 hehtaaria (4 %) sekä luokkaan ei merkittävää 81 hehtaaria (29 %).

Taulukko 7. Harjumetsien edustavuus.

Luokka	ha	%
Erinomainen	141	51 %
Hyvä	42	16 %
Merkittävä	11	4 %
Ei merkittävä	81	29 %
Yhteensä	275	100 %

Rakentamisen vaikutukset

Siirtoputki- ja painelinjojen rakentaminen vaikuttaa korkeintaan 5-10 metrin leveyisenä linjana noin 1 700 metrin matkalla Natura 2000 –alueella. Putket upotetaan noin kaksi ja puoli metriä syvään kaivantoon koko matkalta. Linjat on sijoitettu kulkevaksi pääosin Natura -alueella teitä, metsäautoteitä tai muita uria pitkin (74 %). Putket asennetaan teiden alle ja putkien asentaminen vaatii tien laidasta vain noin 5 metrin levyisen työalueen, minkä vuoksi vaikutukset kasvillisuuteen jäävät vähäisiksi. Painelinjan asentaminen vaatii 5 metrin levyisen alueen.

Putkien asentamisen yhteydessä puustoa ja aluskasvillisuutta häviää yhteensä noin 0,8 hehtaaria (Natura –alueen harjumetsistä noin 0,3 %). Erinomaiseksi luokitettavaa harjumetsää sijoittuu linjojen vaikutuspiiriin noin 0,3 hehtaaria (alle 1 %). Putkilinjan rakentamisen alle jää pää-asiaassa kangaskasvillisuutta. Putkilinjojen rakentaminen ei olennaisesti muuta luontotyyppin ominaispiirteitä.

Natura -alueelle sijoittuvien kaivoalueiden kokonaispinta-ala on noin 5 hehtaaria. Erinomaiseksi luokitettavaa harjumetsää sijoittuu kaivoalueelle noin 1,4 hehtaaria (harjumetsistä alle 1%) (liite 6). Kuitenkaan kaivojen, huoltoteiden tai -rakennuksien rakentamisesta ei aiheudu merkittävä haittaa kasvillisuudelle, koska näiden rakenteiden rakentaminen ei vaadi suurta pinta-alaa. Yhden kaivon rakentaminen vaatii noin 25 m² alan ja huoltorakennus noin 12 m² alan. Kaivoalueen 1 vedenkäsittelyrakennuksen rakentamisen vaikutukset jäävät myös luontotyyppiin vähäiseksi. Se alle jää mustikkatyyppin kuusikangasta. Imeytysalueen 2 läheisyyteen tuleva siirtopumppaamo vie kasvillisuutta noin 0,2 ha. Kaikkiaan rakenteiden alle jää kaivoalueilla korkeintaan noin 0,4-0,5 ha kasvillisuutta.

Rakentamisen melu ja pölyäminen on väliaikaista ja vaikutus luontotyyppiin jää vähäiseksi.

Mikäli tekopohjavesilaitos toteutetaan allasimeytyksellä rakentamisaikaiset vaikutukset kasvillisuuteen ovat selvästi merkittävimmät kuin sadetusimeytyksessä. Altaat ja muut rakenteet vievät imeytysalueen pinta-alasta noin 75%. Altaiden rakentamisen seurauksena Keisarinharjun - Vehoniemenharjun Natura –alueen harjumetsin kasvillisuudesta häviää noin 6 %. Lisäksi altaiden vaatimat putkisto-, huolto-, ja kulkuyhteys vievät kasvillisuutta.

Altaiden rakentaminen hävittää myös pieneläimistön ja pesimälinnustolle sopivaa elinympäristöä. Altaat muodostavat esteen nisäkkäiden liikkumiselle harjualueella ja altaiden rakentamisen takia myös harjualueen morfologia paikallisesti muuttuu.

Tekopohjavesilaitoksen toiminnan vaikutukset

Koska hankkeen imeytyskenttien koko on noin kolminkertainen tarpeeseen nähden, voidaan imeytyskentistä jättää 2/3 osaa lepoon. Tämä mahdollistaa seuraavanlaisen vuorottelun: 1 vuotta imeytystä ja 2 vuotta lepoa. Tällöin vaikutukset kasvillisuuteen jäävät vähäisemmäksi kuin siinä tapauksessa, missä imeytys olisi jatkuvaa. Lisäksi laitoksen toimintaa ohjataan niin, että normaali käyttötilanteessa tai maksimi-imeytystilanteessakaan imeytysalueella ei tapahdu lammikoitumista tai eroosiota.

Imeytysalueiden pienilmasto tulee muuttumaan sadetuksen seurauksena. Ilmastovaikutukset eivät ulotu juurikaan imeytysaluein ulkopuolelle, koska imeytysalueet ovat suhteellisen korkealla ympäröivään maastoon nähden jolloin ilmavirtaukset tasoittavat kosteus- ja lämpötilamuutoksia. Mutta imeytysalue 1:llä pienilmastomuutokset todennäköisesti vaikuttavat Väärälukon niittykasvillisuuteen ja eläimistöön, joka on notkossa.

Pienilmastomuutokset vaikuttavat imeytysalueiden selkärangattomien eläimistörakenteeseen ja kasvit altistuvat pakkasvauriolle. Pieneläimistö muuttuu rehevämpää kasvillisuutta ja kosteutta suosivien lajien suuntaan.

Myös imeytysalueiden maaperän pH imeytyksen seurauksena muuttuu selvästi. Maaperän ja humuksen pH:n palautuminen on hyvin hidasta imeytyksen jälkeen.

Sadetuksen kasvillisuusvaikutukset eivät ulotu kauaksi imeytysalueen ympäristöön. Mitä ilmeisemmin vähäiset kasvillisuusvaikutukset ulottuvat imeytysalueen rajalta noin 10-20 metriin saakka.

Natura -alueella hankkeen vuoksi kasvillisuusmuutokset ilmenevät kohtalaisena tai voimakkaina noin 7 hehtaarin alalla eli imeytysalueilla. Tämä on Natura -alueen kokonaispinta-alasta 2,8 % ja luontotyyppin osalta 3,3 %. Tarkastelun perusteella imeytysalueiden ja imeytyksen vaikutusalueelle jää noin 4 % erinomaiseksi luokitettavaa harjumetsää (taulukko 8). Laitoksen lopettamisen jälkeen alkuperäinen kasvillisuus pitkällä aikavälillä todennäköisesti palautuu.

Eläimistövaikutukset keskittyvät selkärangattomaan eläimistöön. Mataroilla elävä punavaippamittari, jonka elinympäristönä on imeytyskenttä 1:n lakialue, voi mahdollisesti olla merkittävin tekopohjavesihankkeesta selvästi kärsivä hyönteislaji. Samoin harvinainen *Latydracus fulvipes* –lyhytsiipinen todennäköisesti häviää imeytysalueelta 1 aukean elinympäristön umpeutuessa. Hyönteislajisto muuttuu kosteutta suosivaan suuntaan. Samoin maaperän mikrobilajisto muuttuu.

Nisäkkäisiin vaikutukset jäävät varsin vähäisiksi, koska hanke ei aiheuta erityistä melua tai estä nisäkkäiden liikkumista harjuaalueella. Tekopohjavesilaitoksen vaikutus selvitysalueen pesimälinnustoon tulee olemaan myös vähäinen.

Allasvaihtoehdossa puustossa tai kasvillisuudessa ei välttämättä esiinny pakkasvaurioita. Myös Väärälukon supan luonnonniitylle ei muodostu haitallisia vaikutuksia. Imeytysalueiden pienilmasto muuttuu mutta ei niin suuresti kuin sadetusvaihtoehdossa. Altaista haihtuva vesi kosteuttaa ympäristöä. Vaikutus ilmenee aivan altaiden lähiympäristössä.

Yhteenveto

Kaikkiaan hankkeen takia Natura -alueen harjumetsien kasvillisuudesta muuttuu tai häviää 4 % (noin 9 ha). Erinomainen luokkaan kuuluvaa harjumetsää muuttuu tai häviää noin 6 ha (4,5 %) (taulukko 8).

Taulukko 8. Tekopohjavesilaitoksen vaikutukset harjumetsiin (%-osuudet laskettu luokan kokonaispinta-alasta).

	Erinomainen (ha)	%	Hyvä (ha)	%	Merkittävä (ha)	%	Ei merkittävä (ha)	%	Yhteensä (ha)
Imeytysalueet	5,7	4,0	0,5	1,2	0,0	0,0	0,9	1,2	7,1
Siirtopumppaamo	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Kaivoalueet	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5
Putkilinjat	0,3	0,2	0,3	0,7	0,1	0,5	0,2	0,2	0,9
Yhteensä	6,3	4,5	0,9	2,0	0,1	0,6	1,4	1,8	8,7

Hanke heikentää harjumetsien luontotyyppien säilymistä Natura –alueella. Pääpiirteissään luontotyyppien toiminnalliset ominaispiirteet pysyvät pitkällä aikavälillä varsin vakaana, muutos kohdistuu luontotyyppien luontaiseen levinneisyyteen ja paikallisesti luontotyyppien rakenteellisiin ominaispiirteisiin. Vaikutuksia lieventää se seikka, että imeytysalueella on kolme imeytyspaikkaa, joista yksi on kerrallaan käytössä kahden imeytyspaikan ollessa levossa. Laitoksen toiminnan jälkeen pitkällä aikavälillä imeytysalueiden kasvillisuus palautuu.

Arvioitaessa haittaa kokonaisuudessaan harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppiin, voidaan todeta seuraavaa: hanke ei heikennä luontotyyppiä merkittävästi, mikäli katsotaan että merkittävä haitta syntyy silloin kun harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppien pinta-alasta menetetään yli 5 %.

Mikäli imeytysalueilla toteutetaan imeytys allasvaihtoehdolla, vähentää se selvästi harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppiä ja muuttaa paikallisesti harjun geomorfologiaa. Tällöin harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppille haitta voidaan katsoa olevan merkittävä.

8.1.2 Lintudirektiivin liitteen I lajit

Imeytyskentän 1 alueella elää pyy. Rakennusvaiheessa pyy häiriintyy ja siirtyy kauemmaksi. Laitoksen toiminta ei todennäköisesti haittaa pyytä.

8.2 Keiniänrannan Natura –alue

8.2.1 Luontodirektiivin liitteen I luontotyytit

Yleistä

Hankkeen mahdolliset vaikutukset kohdistuvat puustoinen suo -luontotyyppiin, mikäli pohjavesiolosuhteissa tapahtuu muutoksia pohjaveden pumppauksen ja raakaveden imeytyksen takia. Vaikutukset ovat vähäisiä tai merkityksettömiä metsäluhta tai vaihettumis- ja pallesuo -luontotyyppihin. Nämä luontotyytit ovat suurelta osin riippuvaisia Mallasveden pintavedestä ja Mallasveden vedenpinnan vaihtelusta, joihin hanke ei vaikuta.

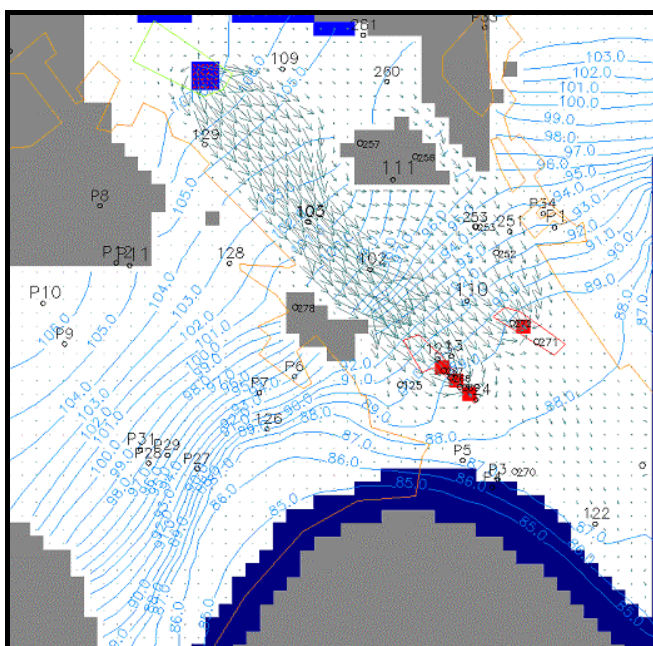
Rakentamisen vaikutukset

Tekopohjavesilaitoksen rakenteita ei rakenneta Keiniänrannan Natura –alueelle tai sen läheisyyteen.

Tekopohjavesilaitoksen toiminnan vaikutukset

Maa ja Vesi Oy laatiman tekopohjavesimallinnuksen tulos on, että Natura - alueella sijaitsevien lähteiden virtaamat eivät muuttuisi, mikäli imeytettävä vesimäärä on yhtä suuri kuin pumpattava määrä (20 000 m³/vrk, liite 7, kuva 7). Esimerkiksi imeytysmäärällä, joka on 2 000 m³/d pienempi kuin pumppausmäärä, alenee virtaama lähteissä puoleen. Suuremmilla imeytysmäärillä imeytettyä vettä purkautuu ohi ottoalueen järveen tai hieman itään. Keiniänrannan lähteistä purkautuisi tuotantotilassa 1800 m³/vrk (liite 7).

Tekopohjaveden valmistuksen käynnistyttyä lähteiden veden laatu muuttuu tekopohjaveden kaltaiseksi siten, että vedestä noin 88 % tulisi olemaan tekopohjavettä ja loput luontaista pohjavettä. Taulukoissa 9 on esitetty arvio miten pohjaveden laatu muuttuisi Keiniänrannan lähteissä.



Kuva 7. Virtauskuva ja nopeusvektorit tuotantotilanteessa (lähde: Maa ja Vesi Oy).

Taulukko 9. Vedenlaatumuutokset. Lähteet keskiarvo tarkoittaa lähteistä ja lähdepuroista otettujen vesinäytteiden keskiarvoja, imeytysvesi Roineesta otettavaa imeytykseen käytettävää vettä, imeytynyt vesi saatavaa tekopohjavettä ilman luontaisen pohjaveden vaikutusta ja tekopohjavesi lähteistä purkautuvaa vettä.

	Lähdepuro, näytteiden keskiarvo 1999	Lähteet 2002-2003 keskiarvo	Lähteet Mäkinen (1979a) keskiarvo	Lähteet keskiarvo	Imeytys- vesi	Imeytynyt vesi	Teko- pohja- vesi
Lämpötila C	7,7			7,7		4 .. 10	
Sähkönjohtavuus ms/m	12,8	13,8		13,3	6,5	6,5	7,2
Sameus FNU	1,4	0,45		0,9			
Alkaliniteetti mmol/l	0,7			0,67	0,25	0,25	0,29
pH	6,8	6,9	6,61	6,8	6,9	6,5	6,6
Nitraattityyppi NO ₃	513	1800		1156	1100	1100	1106
Rauta ug/l	269			269	84	0	28
Mangaani ug/l	17			17,4	52	0	1,8
Sulfaatti mg/l	9,2			9,2	9	9	9,0
TOC mg/l		1,3		1,3	5,5	1,8	1,7
COD (Mn)		0,95		1,0	3,6	0	0,1
Ammoniumtyyppi, NH ₄ ug/l		40,5		41	2	0	4,2
Kokonaisfosfori ug/l		<8,5		8	14	8	8,0
Fosfaattifosfori, PO ₄ ug/l		7,5		8	9	8	7,9
Magnesium mg/l		5,2	3,8	4,5			
Kalsium mg/l		11	2,6	6,8	5,0	5,0	5,2
Kalium mg/l			1,9	1,9			
Na mg/l			4,4	4,4			
CO ₂				11	3,1	7,6	8,0

Lähdeveden hiilidioksidipitoisuus on arvioitu pH:n ja alkaliteetin perusteella. Imeytyneen veden hiilidioksidipitoisuus on laskettu olettaen poistuneesta TOC:stä 1/3:n muuttuvan hiilidioksidiksi.

Muut laskennalliset vedenlaatumuutokset perustuvat olettamukseen, että maaperä ei sisällä voimakkaasti vedenlaatua muuttavia kivilajeja (ei esimerkiksi kalsiittia, dolomiittia, sulfidimineraaleja). Mikään vedenlaatutekijä ei viittaa siihen, että näitä voisi olla maaperässä.

Lähteiden vedenlaaduissa on laaja vaihtelu. *Taulukossa 9* esitetyt arvot ovat keskiarvoja. Nykyinen lähteiden vedenlaatu ei ole täysin vastaavaa kuin imeytysalueen vedenlaatu (mm. rautaa vedessä). Syynä tähän lienee alueella tavattava orsivesi. Tästä syystä todelliset laatumuutokset saattavat olla arvioitua pienempiäkin.

Veden alkaliteetti alenisi selvästi ja veden pH tulisi olemaan n. 0,2 pH-yksikköä alempi. Ravinteista nitraatti- ja fosforipitoisuudet säilyisivät nykyisellä tasollaan.

Alhaisemmasta alkaliteetista johtuen veden pH saattaa aiempaa helpommin muuttua kumpaan suuntaan tahansa muiden ympäristötekijöiden (esimerkiksi peltolannoituksen) takia. Vaikutus ei kuitenkaan voi olla kovin suuri. Esimerkiksi ammoniumpitoisuus 0,1 mgN/l alentaisi nitrifioitumisessa pH:n noin 6,5:een. Tämäkään pH ei poikkea oleellisesti suoturpeen pH:sta (välillä 6,3 .. 6,9) (Mäkinen 1979a).

Lähteiden veden laatu ei tule tekopohjavesilaitoksen käynnistytksen jälkeen muuttumaan niin merkittävästi, että lähdeympäristössä tapahtuisi suuria muutoksia. Tämän voi todeta kun tarkastelee Keiniänrannalla esiintyvien yleisem-

pien sammalten pH, johtokyvyn ja kalsiumpitoisuuden optimi- ja toleranssitietoja (liite 8) ja vertaa niitä muuttuvan pohjaveden pH, johtokyky ja kalsiumpitoisuus-arvoihin. Lajien optimi- ja toleranssitiedot pohjautuvat Tahvanaisen (1999) ja Lumialan (1944a ja 1944b) tutkimuksiin sekä ja professori Kimmo Tolosen vuosina 1972-1998 kerättyyn aineistoon (ref. Tahvanainen 1999).

On huomautettava, että yksittäisen ympäristötekijän suhteen Keiniänrannan nykyiset olosuhteet eivät osalle sammalista ole niiden optimialueella. Tämä on tulkittava siten, että yksistään pH:n, johtokyvyn, magnesium- ja kalsiumpitoisuuden perusteella ei voida kasvien menestystä arvioida Keiniänrannalla, koska veden muut kemialliset ominaisuudet, veden virtaaminen, vedenkorkeus ja niiden vuorovaikutus vaikuttavat kasvien kasvuun ja elämiseen. Tahvanainen (1999) huomauttaakin, että lajien optimeihin ja toleransseihin on syytä suhtautua varauksella.

Pitkällä aikavälillä lähde- ja korpiympäristö todennäköisesti muuttuu lievästi eutrofian rajalta mesotrofian suuntaan. Tervaleppäkorven ja lähteiden kasvistos- sa ei ole puhtaita eutrofiaa vaalivia lajeja muita kuin punakoiso, joka ei ole varsinainen lähdelaji. On todennäköistä, että nykyinen lajisto säilyy. Kasvillisuuden pitkäaikaiset muutokset voivat olla niin vähittäisiä, että niitä on mahdoton erottaa luontaisesti tapahtuvista muutoksista tai muutoksista, jotka johtuvat muista ulkoisista tekijöistä esim. happamoitumisesta tai kasvihuoneilmästä.

Lähteiden meiofaunassa ei myöskään tapahdu olennaisia muutoksia, koska selkeämmin lähteiden ympäristötekijöistä meiofaunaan vaikuttaa lähdeveden happipitoisuus, pH ja virtauksen määrä (Levonen 1997). Mutta lähdeveden rautapitoisuus muuttuu, muuttuu ajan myötä myös lähteen saostumismiljöö. Muutokset vaikuttanevat lähteen mikrobifaunaan.

Hanke heikentää hieman puustoinen suo -luontotyyppien säilymistä Keiniänrannan Natura -alueella, mutta heikennys ei ole merkittävä.

8.2.2 Lintudirektiivin liitteen I lajit

Palokärjen, harmaapäätikän sekä uhanalainen lajin elinolosuhteet eivät muutu hankkeen takia. Nämä lajit ovat riippuvaisia lahopuissa elävistä hyönteisistä.

8.2.3 Muut Natura tietolomakkeessa mainitut lajit

Pikkutikan, idänuunilinnun ja pyrstötiäisen elinolosuhteet eivät muutu hankkeen takia. Kasvin osalta ks. *kappale 8.2.1*.

9 YHTEISVAIKUTUS MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA

Kangasalan ja Pälkäneen kuntien alueella ei ole käynnissä muita hankkeita, joista olisi laadittu Keisarinharju-Vehoniemenharju ja Keiniänrannan Natura –arviointia tai olisi tehty arviointia Natura -arvioinnin tarpeesta.

Jos Mallasveden vedenpintaa tullaan säännöstelemään tulevaisuudessa, on tällöin arvioitava sen merkitys Keiniänrannan Natura –alueeseen. Merkittävät muutokset Mallasveden vedenpinnan korkeuden vaihtelussa mahdollisesti heikentävät merkittävästi Keiniänrannan Natura –alueeseen luontoarvoja.

10 ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Vaikutusten merkittävyyttä ja ulottuvuutta ei tausta-aineiston perusteella voida arvioida luotettavasti pitkällä aikavälillä (yli 20 vuotta). Arviointiin liittyy seuraavat epävarmuustekijät:

- Kaivoalueen 3 pohjavesimalliin liittyy eräitä epävarmuuksia. Taustin kohdalla (HP102) pohjavedenpinta laskee +92,6 metristä kaivoalueelle tasoon +88,4 metriä. Pohjavedenpinnan vietto on näillä kohdin jyrkkä. Vieton muutoksen on arveltu johtuvan kalliokynnyksestä. Kynnys on huomioitu pohjaveden virtausmalleissa, mutta sitä ei ole varmennettu maastossa.
- Sadetuksen vaikutusta puustoon tai kasvillisuuteen ei ole pitkäaikaisia tutkimustuloksia. VIVA –projektissa (Helmisaari ym. 1999) saadut kasvillisuustulokset eivät ole suoraan käytettävissä. Tähän vaikuttavat mm. seuraavat tekijät: Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksessa sadetusalueet eivät olleet levossa siinä muodossa kuin hankkeessa, tutkimuskausi oli kolme vuotta ja sadetus oli tutkimuksessa hyvin voimakasta.
- Tekopohjavedestä johtuvia pitkäaikaisia vaikutuksia lähdekasvillisuuteen ei tunneta hyvin esim. pitkäaikaisen imeytyksen loputtua maaperään jää mm. humusaineita. Nämä hajonnevat hyvin hitaasti. Jos pidättyneet humusaineet alkaisivat imeytyksen loputtua hajota, ne kuluttaisivat pohjavedestä happea. Tästä saattaisi olla seurauksena mm. rauta- ja mangaanipitoisuuksien kohoamista. Tällä on vaikutusta alueen kasvillisuuteen. Kokemuseräistä tietoa tästä ei kuitenkaan ole.
- Keiniänrannan lähteiden virtausmääristä ja veden laadusta ei ole pitkäaikaista tietoa eikä tunneta niiden luontaista vaihtelua. Myöskään Keiniänrannan pohjaveden pinnan tason luontaista vaihtelua ei tunneta riittävän hyvin.

11 VAIKUTUSTEN SEURANTA

11.1 Keisarinharju-Vehoniemenharju

Natura -alueella tehdään kasvillisuusseuranta, jolla pyritään selvittämään imeytyksestä aiheutuvia kasvillisuusmuutoksia. Ennen imeytyksen aloittamista imeytysalueelle ja niiden läheisyyteen perustetaan pysyvä koealaverkosto. Samoin perustetaan riittävästi kontrollikoealoja, joita voidaan käyttää muutosten arvioimisessa. Kontrollialat valitaan saman tyyppisiltä harjuosilta.

Kasvillisuusseuranta voi tapahtua seuraavasti:

- Koealat sijoitetaan 50 metrin välein linjalle. Linjan molemmin puolin metrin päähän linjasta sijoitetaan kaksi koealaa. Koealan koko 1 x 1 m.
- Näistä tehdään lajimääritykset (pensas-, kenttä- ja pohjakerros) ja lajien runsaudet arvioidaan peittävyysprosentteina: (+, 0,5, 1, 2, 3, 5,10, 15, 20, 25,... 99,100).
- Huomioidaan karikkeen peittävyys ja eroosiotilanne.
- Kullakin imeytysalueella kaksi linjaa.
- Puuston tunnusluvut mitataan 10 x 10 m alalta. Koeala sijoitetaan 50 metrin välein linjalle.
- Näytealoja on sijoitettava noin 50-100 metrin päähän imeytysaloilta.
- Kontrollilinjoihin on kaksi.

Ensimmäisten viiden vuoden aikana seuranta tapahtuu jokaisena kasvukautena, mutta myöhemmin mikäli muutokset ovat vähäisiä erityisesti imeytysalueiden ulkopuolella, seurantaväliä voidaan pidentää (esim. seuranta tapahtuisi 5-10 vuoden välein).

11.2 Keiniänranta

Keiniänrannan tapahtuvilla seurannoilla tavoitteena on todeta ja seurata mahdollisten pohjaveden laadun, korkeuden ja virtaamien muutoksia ja siitä johtuvia kasvillisuusmuutoksia. Pohjavesiseuranta ilmentää lyhyen aikaväli muutoksia ja kasvillisuusseuranta antaa kuvan pitkällä aikavälillä tapahtuvista muutoksista.

11.2.1 Pohjavesiolosuhteiden ja laadun seuranta

Hankkeen vaikutusalueella on noin 90 kpl hanketta varten asennettua havaintoputkea, joita voidaan käyttää hankkeen toteututtua pohjavedenpinnan tason seurantaan. Putkia on sijoitettu myös Keiniänrannan läheisyyteen. Hankkeen suunnitteluvaiheessa pohjaveden pinnantasoja on käyty mittamassa pääsääntöisesti neljä kertaa vuodessa. Ensimmäiset vedenpintahavainnot on tehty lähes kymmenen vuotta sitten pohjavesitutkimusten alkuvaiheessa. Havaintoja on tarkoitus jatkaa laitoksen toteutukseen asti, mikä luo hyvän vertailukohdan hankkeen toteututtua tehtäville havainnoille.

Keiniänrannan alueen pohjavesiputkiin voidaan asentaa pohjavedenpinnantason automaattinen seurantajärjestelmä. Pohjavedenpinnanvaihteluiden tarkkailu voidaan tehdä näin jatkuvatoimisesti ja reaaliaikaisesti siirtopumppaamolle sijoitettavasta valvomosta. Automatisoitu seuranta takaa sen, että veden pumppausta voidaan tarpeen mukaan säätää pohjavedenpinnantasojen muutosten rajoittamiseksi.

Keiniänrannan lähdepurkaumien virtaamia on pyritty suunnitteluvaiheessa seuraamaan, mutta käytettävissä olevat seurantamenetelmät (mittapadot) ovat osoittautuneet hankaliksi toteuttaa. Jatkossa lähteistä purkautuvia vesimääriä seurataan lähteiden yläpuolelle asennettavien pohjavesiputkien perusteella, koska pohjavedenpinnan korkeuksista (= pohjaveden paineesta) voidaan arvioida kulloinkin purkautuman suuruus. Lisäksi pohjaveden havaintoputkista sekä kaivoista voidaan tarkkailla pohja- ja orsiveden pinnan vaihtelua.

Alueen lähteistä vuosittain otetaan riittävä määrä vesinäytteitä (vähintään 2-5 kpl). Myös lähdepuroista otetaan vesinäytteet. Virtausmittaukset ja vesinäytteenotto on syytä tehdä keväällä, kesällä ja syksyllä. Vesinäytteen oton yhteydessä keväällä ja syksyllä, mikäli on mahdollista, on myös arvioitava miten kauaksi Mallasveden kevät- ja syksytulvat ulottuvat Keiniänrannan alueella. Tällöin saadaan luotettavampi kuva alueen luonteesta ja pohjapintavesidynamiikasta.

11.2.2 Tekopohjaveden ja pohjaveden sekoittuminen

Pohja- ja pintavesien isotooppitutkimusmenetelmällä on mahdollisuus määrittää tekopohjavesihankkeissa onko luontaisen pohjaveden joukossa pintavettä (=tekopohjavettä) ja missä määrin. Lisäksi isotooppimääritysten perusteella voidaan tarkkailla tekopohjaveden imeytymistä ja kulkeutumista maaperässä. Menetelmä perustuu siihen, että pinta- ja pohjavesien vesimolekyylien rakenne on erilainen.

Isotooppitutkimusta on käytetty mm. Tuusulan tekopohjavesilaitoksella. Vehoniemen-Isokankaan tekopohjavesilaitoksen seuranta silmällä pitäen on alueen pohjavedestä sekä Roineen raakavedestä käyty ottamassa ensimmäiset näytteet. Näytteiden analysointi osoitti, että käytettävän pintaveden ja harjun luontaisen pohjaveden ero on niin suuri, että käytettävillä tutkimusmenetelmillä voidaan erottaa pohjaveden joukosta vähintään 5-10 %:n osuus raakavettä. Näytteenottoa otetaan puolivuositain luontaisten vaihteluiden selvittämiseksi.

11.2.3 Kasvillisuusvaikutusten seuranta

Kasvillisuusseurannoilla tavoitteena on todeta ja seurata mahdollisten pohjaveden laadusta, korkeudesta ja virtaamista muutoksesta johtuvat kasvillisuusmuutokset. Kasvillisuusseuranta antaa kuvan pitkällä aikavälillä tapahtuvista muutoksista. Ennen laitoksen toimintaa alueen jokainen lähde merkitään maastoon ja numeroidaan sekä valokuvataan. Alueelle perustetaan kiinteä koealaverkosto kasvillisuusseuranta varten. Kiinteän seurantaverkoston suunnittelussa on huomioitava Ahti Mäkisen kasvillisuustutkimuksen koealapaikat ja tiedot (mikäli ne on saatavilla).

Alueelle perustetaan riittävä määrä seurantakoealoja (5-10 kpl). Seuranta tapahtuu viiden vuoden välein. Kasvillisuusseuranta voi tapahtua seuraavasti:

- Seurantanäytealoille (10 x 10 m) perustetaan viisi 1 m² suurusta kasvillisuus-näytealaa. Näistä tehdään lajimääritykset (pensas-, kenttä- ja pohjakerros) ja lajien runsaudet arvioidaan peittävyysprosentteina (+, 0,5, 1, 2, 3, 5,10, 15, 20, 25,... 99,100).
- Seurantakoealalta määritetään pensas- ja puulajit, mitataan pensaiden peittävyys ja puuston tunnusluvut.
- Seurantakoealalta määritetään kasvillisuustyyppi.
- Näytealat valokuvataan.
- Seurantakoealat sijoitetaan satunnaisesti puustoiset suot ja metsäluhta – luontotyypeille sekä lehto-osille.
- Suo-osalla mitataan eri kosteustasojen kasvillisuuspinnot. Mittaukset tehdään seurantanäytealan (10 x 10 m) merkkiputken välille pingotetun teräsmittanauhan avulla. Kunkin sivun mätäs-, väli- ja märkäpintojen sijainnit mitataan 5 cm tarkkuudella.
- Seuranta- sekä kasvillisuusnäytealat merkitään maastoon muoviputkilla, joissa on koealan tunnus.

12 VAIKUTUSTEN LIEVENTÄMISTOIMET

Keisarinharju-Vehoniemenharju Natura –alueella harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppiin kohdistuvaa haittaa voidaan vähentää selvästi toteuttamalla imeytysalueella 2 veden imeytys allasvaihdolla ja sijoittamalla altaat viereiselle soranottoalueelle. Tällöin voidaan säästää noin 2,2 hehtaaria edustavaa harjukasvillisuutta (harjumuodostumien metsäiset -luontotyypin pinta-ala vähenee nykyisestä noin 3 %:lla, edustavaa harjumetsää menetetään 3 %). Samoin imeytysalueen 3 viereiseen soraomonttuun voidaan sijoittaa imeytysaltaat, kun soranotto on alueella päättynyt. Tämä säästää harjumetsää noin 1 hehtaaria (luontotyypin pinta-ala vähenee 2,7 %, edustavaa harjumetsää menetetään 2,3 %).

Mikäli Keisarinharju-Vehoniemenharju Natura –alueen imeytysalueilla ilmenee lammikoitumista tai eroosiota, sadetuksen intensiteettiä voidaan alentaa.

Mikäli seuranta osoittaa selviä haitallisia vaikutuksia syntyvän Keiniänrannan Natura –alueen pohjavesiolosuhteisiin tai kasvillisuuteen, syntyviä haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää säätämällä laitoksen toimintaa.

13 YHTEENVETO

Käytettävissä olevan aineiston perusteella voidaan arvioida, että tekopohjavesilaitoksen toiminnasta ja rakentamisesta aiheutuvat ekologiset vaikutukset ulottuvat Keisarinharju-Vehoniemenharju sekä Keiniänranta Natura -alueille. Haitallisista vaikutuksista alueen luontotyypeihin voidaan todeta lyhyesti seuraavaa:

Keisarinharju-Vehoniemenharju:

- Hanke heikentää harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppien säilymistä Natura –alueella. Kokonaisuudessaan luontotyyppin toiminnalliset ominaispiirteet pysyvät pitkällä aikavälillä varsin vakaana, muutos kohdistuu luontotyyppin luontaiseen levinneisyyteen ja paikallisesti luontotyyppin rakenteellisiin ominaispiirteisiin. Vaikutuksia lieventää se seikka, että imeytysalueella on kolme imeytyspaikkaa, joista yksi on kerrallaan käytössä kahden imeytyspaikan ollessa levossa.
- Harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppiä menetetään noin 4 %. Heikennys ei ole merkittävä, mikäli katsotaan että merkittävä haitta syntyy silloin kun luontotyyppin pinta-alasta menetetään yli 5 %.
- Mikäli hanke toteutetaan allasimeytyksellä harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppiä menetetään noin 4-5 prosenttia. Altaiden rakentaminen vaikuttaa paikallisesti maaperän muotoihin sekä alueen eläimistö ja kasvillisuus menetetään täysin. Allasvaihtoehdossa syntyy selvemmin merkittävämpi haitta harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppille kuin sadetusvaihtoehdossa.
- Mikäli imeytysalueella 2 ja 3 imeytys toteutetaan soramontuissa allasimeytyksellä, harjumuodostumien metsäiset -luontotyyppiä menetetään tällöin vain noin 3 % ja edustavaa harjumetsää alle 3 %.

Keiniänranta:

- Pohjavesimallin ja pohjavesiasiatuntijoiden mukaan lähdevirtauksissa tai vesimäärässä ei tapahdu olennaisia muutoksia. Tästä seuraa, että näiden tekijöiden suhteen alueen kasvillisuus ei muuttuisi. Lähdevirtaukset ja vesimäärä vaikuttavat olennaisesti alueen kasvivyhteisörakenteeseen.
- Lähteiden veden laatu muuttuu, mutta muutos ei ole merkittävä. Lähde- ja korpikasvillisuudessa ei tapahdu suuria muutoksia lyhyellä aikavälillä. Pitkällä aikavälillä lähde- ja korpiympäristö todennäköisesti muuttuu lievästi eutrofian alarajalta mesotrofian suuntaan. Tällöin kasvillisuuden pitkäaikaiset muutokset voivat olla niin vähittäisiä, että niitä on mahdoton erottaa luontaisesti tapahtuvista muutoksista tai muista ulkoisista tekijöistä johtuvista muutoksista.
- Lähteiden meiofaunassa ei myöskään tapahdu olennaisia muutoksia. Koska lähdeveden rautapitoisuus muuttuu tekopohjaveden seurauksena, muuttuu

ajan myötä myös saostumismiljöö. Muutokset vaikuttavat ilmeisesti lähteen mikrobifaunaan.

- Hanke heikentää hieman puustoinen suo -luontotyyppien säilymistä Keiniänrannan Natura -alueella, mutta heikennys ei ole merkittävä. Metsäluhta tai vaihettumis- ja pallesuo -luontotyypeille ei hankkeella ole merkittäviä haitallisia vaikutuksia.

Liitteessä 9 on esitetty vaikutuksien vertailu sadetus- ja allasvaihtoehtojen välillä sekä huomioiden lievennystoimien vaikutus.

Koska arviointiin liittyy epävarmuustekijöitä, on laitoksen toiminnan aikaisia vaikutuksia Keisarinharju-Vehoniemenharju sekä Keiniänranta Natura -alueiden luontoarvoihin todettava seurannan avulla. Erityisesti Keiniänranta Natura -alueella seuranta on välttämätöntä.

LÄHTEET

- Airaksinen, O. ja Karttunen, K. 1998: Natura 2000 –luontotyyppiopas. – Oy Edita Ab, Helsinki 1998. 193 s.
- Asetus N:o 601 Vehoniemenharjun luonnonsuojelualueesta. 29.6.1983. – Maa- ja metsätalousministeriö.
- Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1994: Suokasvillisuusopas. – Oulanka Reports 13. Oulun yliopisto.
- Euroopan komissio 2000: Natura 2000 -alueiden suojelu ja käyttö luontodirektiivin 92/43/ETY 6 artiklan säännökset.
- Heikkilä, H., Kari Kukko-oja, Jarmo Laitinen, Rehell, S. & Sallantausta, T. 2001: Arvio Viinivaaran pohjavesihankeen vaikutuksesta Olvassuon Natura 2000 – alueen luontoon. – Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 799.
- Heikkinen, R. ja Toivonen, H. Harjukasvien ja edustavan harjukasvillisuuden inventointi Hämeen läänissä. 30.12.1987. Moniste.
- Helmisaari, H-S., ym. 1999: Veden imeytyksen vaikutukset metsämaahan ja kasvillisuuteen sekä vajo- ja pohjaveden laatuun. VIVA –tutkimuksen loppuraportti. – Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 721.
- Kontturi, O., Lyytikäinen, A., Punkari, M. & Rajakorpi, A. 1990: Pirkamaan harjuluonto. – Tampereen Seutukaavaliitto. Julkaisu B173. Valtakunnallinen harjututkimus 44/1990.
- Kujala, V. 1924: Tervaleppä (*Alnus glutinosa* (L) Gaertn.) Suomessa. Kasvi- maantieteellinen tutkimus. – Comm. Inst. Forest. Fenn. 7: 1-301.
- Lagerström, M. 2003: Kangasalan-Pälkäneen Vehoniemenharjun-Isokankaan pesimälinnusto suunnitellun tekopohjavesilaitoksen alueella v. 2002 – Pirkamaan lintutieteellinen yhdistys, Moniste 18.2.2003.
- Lahermo, P., Valovirta, V. E., & Särkioja, A. 1977: The geobotanical development of spring-fed mires in Finnish Lapland. – Geological Survey of Finland. Bulletin 287.
- Levonen, L. 1997: Lähteiden meiofauna ja sen suhteet ympäristötekijöihin Keski-Suomen läänissä. – Alueelliset ympäristöjulkaisut 32.
- Lumiala, O. 1944a: Über die Standortsfaktoren bei den Wasser- und Moorpflanzen und ihrer Untersuchung. – Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ A 4 :1-47. (ref. Tahvanainen 1999)
- Lumiala, O. 1944b: Über die Beziehung einiger Moorpflanzen zu der Grunwasserhöhe. – Extrait des Comptes Rendus de la Société géologique de Finlande 16: 147-164. (ref. Tahvanainen 1999)
- Maa ja Vesi Oy 1995: Kaivokartoitus ja lähteiden virtaamamittaukset Pälkäneen Isokankaalla ja Syrjänharjulla sekä Kangasalan Vehoniemenharjulla. – Maa ja Vesi Oy 13.9.1995.

Maa ja Vesi 1998: Vehoniemenharjun pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimus Alue 1, TAVASE Eteläinen työryhmä. 1998. – Jaakko Pöyry Group. Maa ja Vesi 10.3.1998.

Maa ja Vesi 1999a: Vehoniemenharjun pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimus Alue 2. 1999. – Jaakko Pöyry Group. Maa ja Vesi 10.2.1999.

Maa ja Vesi 1999b: Vehoniemenharjun tekopohjavesilaitoksen kustannusarvio, TAVASE Eteläinen työryhmä. 1999. – Jaakko Pöyry Group. Maa ja Vesi. Helmikuu 1999.

Maa ja Vesi 2000: Kangasalan Vehoniemenharjun pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimus, TAVASE Eteläinen työryhmä. 2000. – Jaakko Pöyry Infra. Maa ja Vesi 3.10.2000.

Maa ja Vesi 2001: Pälkäneen Isokankaan pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimus, TAVASE Eteläinen työryhmä. 2001. – Jaakko Pöyry Infra. Maa ja Vesi Loppuraportti 20.4.2001.

Maa ja Vesi 2003a: Vehoniemen – Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitoksen yleissuunnitelma. Yleissuunnitelmaselostus. – Jaakko Pöyry Infra. Maa ja Vesi 21.2.2003.

Maa ja Vesi 2003b: Vehoniemen – Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitoksen yleissuunnitelma. Vaihtoehto 2A. – Jaakko Pöyry Infra. Maa ja Vesi 21.2.2003.

Mäkinen, A. 1964: Havaintoja tervaleppäkasvustoista vesijättömaalla. – Suo 15:16-22.

Mäkinen, A. 1979a: The Black Alder swamp, Mallasranta, Pälkäne. Excursion Guide. – International Symposium on Classification of Peat and Peatlands. Hyytiälä and Lammi, September 17-21, 1979. Department on Botany, University of Helsinki.

Mäkinen, A. 2002: Kirjallinen tiedonanto 9.12.2002.

Mäkinen, A. 1979b: Peat quality and Peat formation in Finnish Alder swamps. – Classification of Peat and Peatlands. Proceedings of the International Symposium held in Hyytiälä, Finland. September 17-21, 1979. pp. 171-183. International Peat -Society.

NATURA 2000 tietolomake. Kangasala, Keisarinharju-Vehoniemenharju, koodi: FI0316001. 1996. – Metsähallitus/Länsi-Suomen puistoalue. Syyskuu 1996.

NATURA 2000 tietolomake. Pälkäne, Keiniänranta, koodi: FI0338005. 1996. – Pirkanmaan ympäristökeskus. Syyskuu 1996.

Päätös luonnonsuojelualueen perustamisesta. Kangasala, Vehoniemenkylä. 19.11.1981. N:o 119/A331. Hämeen lääninhallitus.

Päätös luonnonsuojelualueen perustamisesta. Pälkäne, Onkkaala. 5.11.1976. N:o 1106/A31. Hämeen lääninhallitus.

Rajakorpi, A. 1987: Topographic, microclimate and edaphic control of the vegetation in the central part of the Hämeen kangas esker complex, western Finland. – *Acta Botanica Fennica* 134:1 – 70.

Rajala, P. 1995: Geologisten tekijöiden vaikutus lähteiden esiintymiseen, ylivuotoon ja vedenlaatuun Keski-Suomen läänissä. – Keski-Suomen ympäristökeskuksen julkaisu 6/1995.

Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.) 2001: Suomen lajin uhanalaisuus 2000. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. 432 s. Reuna, M. & Aitamurto, S. 1995: Tilastotietoja vedenkorkeuden vaihtelusta Suomessa. – Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja A: 203.

Söderman, T. 2001: Luonnonsuojelulain 65§:n mukaisten Natura -arviointien ja -lausuntojen laatu. – Suomen ympäristökeskuksen moniste 240.

Tahvanainen, T. 1999: Suosamalten ekologiset vasteet trofia- ja kosteusgradientille. – Pro Gradu –tutkielma. Joensuun yliopisto. Biologian laitos.

Tahvanainen, T., Sallantausta, T., Heikkilä, R. & Tolonen, T. 2002: Spatial variation of mire surface water chemistry and vegetation in northeastern Finland. – *Ann. Bot. Fennici* Vol. 39.

Tuominen, S. M. ja Sarkkila J. 1998. Vehoniemenharjun tekopohjavesimallinnus Kaivo 1, TAVASE Eteläinen työryhmä. – Suomen Ympäristökeskus. 15.9.1998.

Tuominen, S. M. 1999. Vehoniemenharjun tekopohjavesimallinnus Kaivo 2, TAVASE Eteläinen työryhmä. – Suomen ympäristökeskus. 20.10.1999.

Tuominen, S. M. 2001. Vehoniemenharjun tekopohjavesimallinnus Kaivo 3, Pälkäne, Isokangas, TAVASE Eteläinen työryhmä. – Suomen ympäristökeskus. 7.2.2001.

Ympäristöhallinnon paikkatietoaineistot; luonnonsuojelualueet, luonnonsuojeluohjelma-alueet, Natura-2000 -alueet, pohjavesialueet. – Genimap Oy.