



Tampereen Vesi
Pirkanmaan keskuspuhdistamohanke
Ympäristövaikutusten arviointiselostus

Hanke: Pirkanmaan keskuspuhdistamo

Sijainti: Pirkanmaa; Nokia, Pirkkala ja Tampere

Hankkeesta vastaava: Tampereen Vesi
Osoite: Viinikankatu 42
33100 TAMPERE
puh.(vaihde) (03) 565 613
fax (03) 5656 3601
sähköposti: etunimi.sukunimi@tampere.fi
Yhteyshenkilöt: Toimitusjohtaja Pekka Pesonen
Suunnittelupäällikkö Heidi Rauhamäki

Konsultti: Pöyry Environment Oy
Osoite: PL 50 (Jaakonkatu 3)
01621 VANTAA
puh. 010 33 21049
fax 010 33 26720

Yhteysviranomainen: Pirkanmaan ympäristökeskus
Osoite: Rautatienkatu 21 B
33100 TAMPERE
puh.(vaihde) 0204 90 104
fax 020 490 3200
sähköposti: etunimi.sukunimi@ymparisto.fi
Yhteyshenkilö: Leena Ivalo

Lausunnot ja mielipiteet tästä arviointiselostuksesta voi osoittaa yhteysviranomaiselle. Ympäristövaikutusten arviointiselostus on nähtävillä arviointiohjelman koskevassa kuulutuksessa ilmoitettavana aikana ja ilmoitettavissa paikoissa.

TIIVISTELMÄ

Hankkeesta vastaava on Tampereen Vesi, joka on Tampereen kaupungin omistama kunnallinen liikelaitos. Keskuspuhdistamon yleissuunnitteluvaiheessa on mukana Pirkanmaan Jätehuolto Oy sekä 14 kuntaa: Akaa, Hämeenkyrö, Ikaalinen, Juupajoki, Kangasala, Kuhmalahti, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Pirkkala, Tampere, Valkeakoski, Vesilahti ja Ylöjärvi.

Tampereen seudun jätevedenpuhdistamot ovat Viinikanlahden jätevedenpuhdistamoa lukuun ottamatta suuruusluokaltaan pieniä. Useat näistä ovat varsin lyhyen matkan päässä toisistaan. Jätevedenpuhdistamoiden prosessit on pääasiassa mitoitettu fosforin ja orgaanisen aineen poistoon, ammoniumtypen hapettamiselle kesäaikaan tai vuoden ympäri. Typenpoisto on mahdollista vain osassa jätevedenpuhdistamoja ja näissäkin vain osan aikaa vuotta. Tulevaisuudessa on todennäköistä, että puhdistamot joutuvat tehostamaan käsittelyprosessejaan. Fosforin ja orgaanisen aineen poiston vaatimukset kiristyvät. Lisäksi näköpiirissä on typenpoistovelvoitteiden yleistyminen. Muutospaineita on myös puhdistamolietteen käsittelyssä, minkä lisäksi käsitellyn puhdistamolietteen loppusijoitukseen liittyy muutospaineita. Tulevaisuuden haasteet johtavat väistämättä investointitarpeen kasvuun käytössä olevilla puhdistamoilla. Tämän takia on tarpeen tarkastella vaihtoehtoisia kehittämistarpeita.

Vaihtoehdot

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä (yva) on tutkittu uuden kallioon sijoitettavan keskusjätevedenpuhdistamon rakentamisen ja käytön vaikutuksia kahdessa eri sijoitusvaihtoehdossa, jotka ovat:

- VE 1 Lentokenttä Pohjoinen Pirkkalan kunnassa
- VE 2 Koukkujärvi Nokian kaupungissa

Vaihtoehdossa 0+ on tarkasteltu nykyisten puhdistamojen kehittämistä vastaamaan tulevaisuuden tarpeita.

Hankevaihtoehdoissa on tarkasteltu kolmea vaihtoehtoista puhdistetun jäteveden purkupaikkaa: Rajasalmen sillan alue, Saviselän luusua sekä Kulovesi. Lisäksi vaihtoehtoinen on tarkasteltu vaihtoehtoisia siirto- ja purkutunneleita.

Kalliopuhdistamovaihtoehdoissa nykyiset puhdistamot lakkautetaan ja jätevedenpuhdistus keskitetään kallioon sijoitettavaan keskuspuhdistamoon. Molemmissa sijoitusvaihtoehdoissa on tarkasteltu puhdistamoon liittyvien siirto- ja purkutunneleiden sekä Tampere-Nokia-Pirkkala –alueen siirtoviemäreitä. Muilta lakkautettavilta puhdistamoilta tarvittavia uusia siirtoviemäreitä ei ole tässä YVAssa tarkasteltu.

Sijaintipaikkavaihtoehtojen lisäksi yvassa on tarkasteltu vesiprosessivaihtoehtoja ja puhdistamosta syntyvän lietteen käsittelyvaihtoehtoja.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely

YVAssa noudatetaan lakia ja asetusta ympäristövaikutusten arviointimenettelystä. Ensimmäisessä vaiheessa hankkeesta vastaava laati syksyllä 2007 valmistuneen ympäristövaikutusten arviointiohjelman, joka on suunnitelma siitä, miten ympäristövaikutukset selvitetään. Yva-ohjelma oli nähtävillä syksyllä 2007. Yhteysviranomainen antoi siitä lausuntonsa 20.12.2007.

Tämä ympäristövaikutusten arviointiselostus on laadittu yva-ohjelman ja yhteysviranomaisen siitä antaman lausunnon perusteella. Yhteysviranomainen asettaa arviointiselostuksen nähtäville, jolloin siitä pyydetään lausuntoja ja kaikki halukkaat voivat esittää siitä mielipiteensä. Ympäristövaikutusten arviointimenettely päättyy siihen, kun yhteysviranomainen antaa kuulemisajan jälkeen oman lausuntonsa arviointiselostuksesta vuoden 2009 alussa.

Keskeiset vaikutukset

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Kalliopuhdistamon ja siihen liittyvien siirto- ja purkutunneleiden rakentaminen kestää noin viisi vuotta. Kalliopuhdistamoissa merkittävimmät haitat aiheuttava puhdistamoluolan sekä siirto- ja purkutunneleiden louhinta ja louheen pois ajaminen kestävät noin kolme vuotta ja muu rakentaminen noin kaksi vuotta.

Kalliopuhdistamovaihtoehtoissa merkittävimmät haitat ovat kallion maanpäällisten porausten aiheuttama melu, louhinnan räjäytysten aiheuttama värinä, virkistyskäyttömahdollisuuksien heikentyminen sekä louheen kuljetuksiin liittyvät melu, pölyäminen ja liikenneturvallisuuden heikentyminen.

Kalliopuhdistamon vaihtoehtoihin liittyy kalliotunneleiden louhintaa. Asuinalueiden kohdalla tunnelin louhinta tuntuu rakennusten värinänä 1-3 kertaa päivässä tapahtuvien räjäytysten aikana. Yhden rakennuksen kohdalla värinää tuntuu enintään noin kahden kuukauden ajan.

Vaihtoehdolla 0+ ei ole normaalista rakennustoiminnasta merkittävästi eroavia rakentamisen aikaisia vaikutuksia, kun nykyisiä puhdistamoja kehitetään. Osa puhdistamoista sijoittuu kaupunki- tai taajama-alueille ja näillä alueilla rakentamiseen liittyvä raskas liikenne voidaan kokea häiritseväksi. Liikenteeseen liittyvät häiriöt koskevat lähinnä Viinikanlahden, Raholan, Kullaanvuoren ja Lempäälän puhdistamoa, jotka sijaitsevat taajama-alueilla.

Käytön aikaiset vaikutukset yleisesti

Käytön aikana puhdistamon normaali toiminta ei aiheuta merkittäviä haittoja ympäristöön. Päivittäinen liikenne on vähäistä. Puhdistamon hajua sisältävä ilma johdetaan korkean piipun kautta ilmaan, jolloin hajusta ei ole haittaa ympäröivälle asutukselle tai virkistyskäytölle. Puhdistettu jätevesi johdetaan purkuvesistöön. Kaikissa purkuvaihtoehtoissa kuormitusvaikutukset ovat suhteellisen vähäiset. Purkupaikan välittömässä lähiympäristössä vaikutus on keskimääräistä suurempi, mutta laimeneminen on tehokasta. Lievä ravinteisuuden nousu voi lisätä mm. verkkojen limoittumista.

Vaihtoehdossa 0+ ei tapahdu merkittäviä muutoksia purkuvesistöjen kuormitukseen. hankevaihtoehtojen puhdistettujen vesien purkupaikkojen välillä on vähäisiä eroja. Rajasalmen sillan purkupaikan vaikutukset ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa 0+. Itäisimmässä osassa Pyhäjärveä ravinteisuus voi laskea. Saviselän purkupaikan vaikutukset ravinteisuuteen jäävät vähäisimmiksi, koska Saviselän rehevyystaso on nykyisinkin jo muita alueita korkeampi. Saviselän vaihtoehdossa puretut vedet eivät kuormita itäistä osaa Pyhäjärveä. Kuloveden vaihtoehdossa fosforipitoisuus nousee Kulovedessä jonkin verran, nousu on kuitenkin samaa luokkaa myös muissa vaihtoehtoissa. Kuloveden vaihtoehdossa jätevesien kuormitusta ei kohdistu Pyhäjärveen eikä Nokianvirtaan.

Vaihtoehdon 0+ keskeiset vaikutukset

Nykyisiä puhdistamoja kehitetään siten, että puhdistustulos paranee nykyisestä. Puhdistetut jätevedet johdetaan useaan purkuvesistöön. Valtaosa puhdistetusta jätevedestä johdetaan Pyhäjärveen ja Nokianvirtaan. Puhdistamot jatkavat toimintaansa yksittäisinä yksiköinä. Vaihtoehdossa ei tapahdu oleellisia parannuksia esimerkiksi hajujen käsittelyyn. Puhdistettujen vesien hygieenisuus vastaa nykyistä.

Vaihtoehdon 1 (Lentokenttä Pohjoinen, Pirkkala) keskeiset vaikutukset

Puhdistamon maanpäälliset rakenteet sijaitsevat noin 300 metrin päässä lähimmistä asuinrakennuksista. Puhdistamon läheisyydessä (< 600 m) on alle 10 asuinkiinteistöä. Puhdistamon lähialueella asuu enemmän ihmisiä kuin Koukkujärven vaihtoehtoissa, joten rakentamisen meluhaitat ja louhinnan värinahaitat ovat hieman suuremmat. Puhdistamo rajoittaa alueen virkistyskäyttöä erityisesti rakentamisaikana. Myös toiminnan aikana virkistyskäyttöä voi rajoittaa tietoisuus puhdistamosta.

Puhdistamo sijoittuu lentokentän melualueelle eikä siten vaikuta esimerkiksi yhdyskuntarakennetta pirstovasti. Vaihtoehdossa on tarve uuden tieyhteyden rakentamiselle lentokentän suunnasta, koska Anian rantatie ei sovellu rakentamisajan suurelle raskaan liikenteen määrälle. Louheen kuljetusten aikana liikenteen melu lisääntyy ajotunneleiden läheisyydessä sekä kuljetuksiin käytettävällä paikallistiestöllä. Melun ja liikenteen aiheuttama häiriö on paikallinen. Liikenteelle merkittävimmät haitat aiheutuvat Kuloveden purkutunnelivaihtoehdossa, jossa paikallistiet ovat kapeita ja osin päällystämättömiä. Taajama-alueilla aiheutuu lähinnä meluhaittaa louhintojen alkuvaiheessa.

Vaihtoehto ei aiheuta merkittäviä haitallisia vaikutuksia luonnonympäristöön, koska puhdistamoalue on tavanomaista tuoreen kankaan metsää ja pieniä korpipainanteita.

Vaihtoehdon 2 (Koukkujärvi) keskeiset vaikutukset

Puhdistamoalueen läheisyydessä ei sijaitse asuinkiinteistöjä. Läheisyydessä on Koukkujärven jätehuoltokeskus. Puhdistamon sijaintipaikka on yhteyksiltään suotuisassa paikassa ja nykyiseen ja suunniteltuun maan-

käyttöön hyvin sovitettavissa. Puhdistamon rakentaminen rajoittaa alueen virkistyskäyttöä, mm. nykyinen virkistysreitti on siirrettävä. Tietoisuus puhdistamosta voi heikentää alueen virkistyskäyttöarvoa. Puhdistamosta ei aiheudu alueelle hajuhaittoja.

Puhdistamon rakentaminen heikentää tai mahdollisesti hävittää hajuheinänä esiintymän. Lisäksi paikallisesti arvokkaan kallioalueen luontoarvot heikkenevät.

Puhdistamon rakentamisen meluhaitat jäävät vähäisiksi, lähinnä vaikutuksia on virkistyskäytölle. Siirto- ja purkutunnelin rakentamisesta aiheutuu paikallista häiriötä liikenteelle ja meluhaittaa ajotunneleiden läheisyydessä. Ajotunneleista on rakennettavissa hyvät yhteydet päätieverkkoon. osa ajotunneleista sijoittuu taajamarakenteeseen, jolloin tilapäistä haittaa aiheutuu haja-asutusalueita suuremmalle henkilömäärälle.

Päätelmät

Vaihtoehto 0+ on toteuttamiskelpoinen. Nykyisiin purkuvesistöihin kohdistuu jonkin verran mykyistä suurempi fosforikuormitus, mutta typpikuormitus pienenee. Puhdistamojen haitat (haju, liikene, maisema) lähiasutukselle eivät poistu. Useimmilla puhdistamoilla on tulevaisuudessa tarve merkittäviin saneerauksiin puhdistamojen iästä johtuen. Ilmastonmuutoksesta mahdollisesti aiheutuviin tulviin ei voida varautua yhtä tehokkaasti kuin keskuspuhdistamovaihtoehdossa puhdistamojen rajallisen kapasiteetin takia. Vaihtoehto on koettu YVA-menettelyn aikana kansalaisten osalta myönteisimpänä.

Keskuspuhdistamovaihtoehdot ovat toteuttamiskelpoisia. Puhdistamon sijoituessa kallion sisään voidaan turvata vuoden ympäri tasaiset olosuhteet puhdistusprosesseille. Keskitetyssä puhdistamossa voidaan lietenkäsittely hoitaa tehokkaammin. Hankevaihtoehdoissa vesistöön kohdistuva kuormitus keskittyy Pyhäjärven - Kuloveden alueelle, jolloin lakkautettavien puhdistamojen purkuvesistöjen kuormitus vähenee. Tällä on jonkin verran merkitystä vesistöjen ravinteisuuteen, vaikka merkittävin kuormitus aiheutuu hajakuormituksesta. Vaihtoehtoisten purkupaikkojen välillä on vähäisiä eroja. Ravinteisuustaso purkuvesistössä nousee hie-
man.

Keskuspuhdistamovaihtoehtoon liittyy pelkoja mm. vesistön laadun heikkenemisestä, poikkeustilanteiden hallinnasta sekä rakentamisen aikaisista vaikutuksista. Keskuspuhdistamovaihtoehdossa varaudutaan varajärjestelmiin poikkeustilanteiden varalta.

Sisältö

TIIVISTELMÄ	I
1 HANKKEESTA VASTAAVA	5
2 HANKKEEN TAUSTA	5
2.1 Jätevesien puhdistuksen kehittämistarpeet	5
2.2 Valtioneuvoston periaatepäätös	5
2.3 Hankkeen eteneminen	6
3 HANKEKUVAUS	7
3.1 Hankkeen tausta ja tarkoitus	7
3.2 Mitoitus	8
3.3 Vertailtavat jätevesien käsittelyprosessit	9
3.3.1 Typenpoisto aktiivilieteprosessilla	9
3.3.2 Typenpoisto biosuotimiin perustuvilla prosesseilla	10
3.3.3 Typenpoisto aktiivilietteen ja biosuodattimen yhdistelmillä	11
3.3.4 Biomembraaniprosessi	12
3.3.5 Biologinen ravinteiden poisto kemikaloinnilla tehostettuna	13
3.4 Lietteenkäsittelyn vaihtoehdot	15
3.4.1 Mesofiilinen mädätys	16
3.4.2 Termofiilinen mädätys	16
3.4.3 Mekaaninen kuivaus	16
3.4.4 Terminen kuivaus	16
3.4.5 Kompostointi	17
3.4.6 Kalkkistabilointi	17
3.4.7 Lietteenkäsittelyn tarkastelu YVAssa	18
3.4.8 Puhdistetun veden desinfiointi	19
3.5 Kalliopuhdistamon maankäyttövaraus	20
3.6 Jäteveden johtaminen kalliopuhdistamoon	21
3.6.1 Puhdistettujen vesien johtaminen	23
3.6.2 Siirto- ja purkutunneleiden rakenteet	24
3.6.3 Louhintamäärät	26
3.7 Hankkeen edellyttämät suunnitelmat ja luvat	26
3.8 Liittyminen muihin hankkeisiin ja suunnitelmiin	27
3.9 Hankkeen suunnittelutilanne ja aikataulu	28
4 VAIHTOEHDOT	30
4.1 Hylätyt puhdistamon sijoitus- ja purkupaikat	30
4.2 Jatkotarkastelusta poistetut tunnelilinjat	30
4.3 Vaihtoehto 0+, nykyisten puhdistamojen kehittäminen	33
4.4 Vaihtoehto 1, Pirkkala	37
4.5 Vaihtoehto 2, Nokia	40
5 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELY	43

5.1	Arviointimenettelyn sisältö ja sen tavoitteet	43
5.2	Arviointimenettelyn osapuolet	45
5.3	Tiedottaminen ja kansalaisten osallistuminen	45
5.4	YVAn aikataulu	46
6	KÄYTETYT MENETELMÄT	47
6.1	Maankäyttö	47
6.2	Maisema ja kulttuuriympäristöt	47
6.3	Luonto	47
6.4	Pinta- ja pohjavedet	48
6.5	Maa- ja kallioperä	49
6.6	Ilmanpäästöt	49
6.7	Liikenne ja melu	50
6.8	Rakentamisen aikainen tärinä ja pöly	50
6.9	Ihmisten elinolot	50
7	NYKYTILA JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	52
7.1	Vaihtoehtoja yhteisesti koskevat asiat	52
7.1.1	Vesistöt	52
7.1.2	Kalasto ja kalastus	83
7.1.3	Maankäyttö	86
7.1.4	Ihmisten elinolot	87
7.1.5	Haitta-aineet puhdistetussa vedessä	90
7.1.6	Maisema	91
7.1.7	Rakentamisen aikainen tärinä	93
7.1.8	Rakentamisen vaikutukset pohjavesiin	94
7.1.9	Rakentamisen vaikutukset pintavesiin	94
7.1.10	Pilaantuneet maat	95
7.1.11	Louheen välivarastointi	95
7.1.12	Ilmanpäästöt	95
7.2	Vaihtoehto 0+	97
7.2.1	Maankäyttö	97
7.2.2	Maisema ja kulttuuriympäristöt	97
7.2.3	Luonto	98
7.2.4	Pinta- ja pohjavedet	98
7.2.5	Maa- ja kallioperä	99
7.2.6	Ilmanpäästöt	99
7.2.7	Liikenne ja melu	99
7.2.8	Rakentamisen aikainen tärinä	99
7.2.9	Ihmisten elinolot	100
7.3	Vaihtoehto 1: Lentokenttä pohjoinen, Pirkkala	101
7.3.1	Maankäyttö	101
7.3.2	Maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet	106
7.3.3	Luonto	110
7.3.4	Pinta- ja pohjavedet	113
7.3.5	Maa- ja kallioperä	115
7.3.6	Liikenne	116
7.3.7	Melu	120
7.3.8	Pöly	123
7.3.9	Ilmapäästöt	124

7.3.10	Ihmisten elinolot	127
7.4	Vaihtoehto 2, Koukkujärvi	130
7.4.1	Maankäyttö	130
7.4.2	Maisema ja kulttuuriympäristöt	133
7.4.3	Luonto	136
7.4.4	Pinta- ja pohjavedet	138
7.4.5	Maa- ja kallioperä	141
7.4.6	Liikenne	142
7.4.7	Melu	143
7.4.8	Pöly	148
7.4.9	Ilmapäästöt	148
7.4.10	Ihmisten elinolot	151
8	POIKKEUSTILANTEET	152
9	VAIKUTUSTEN VERTAILU	156
9.1	Vaihtoehtoisten siirto- ja purkutunnelien vertailu	162
10	TOIMINNALLINEN TARKASTELU	165
11	HAITTOJEN LIEVENTÄMINEN	166
12	EPÄVARMUUSTEKIJÄT	167
13	EHDOTUS SEURANNAKSI	167
LÄHTEITÄ		169

1 HANKKEESTA VASTAAVA

Hankkeesta vastaavana toimii Tampereen Vesi. Tampereen Vesi toimii kunnallisena liikelaitoksena, jota johtaa toimitusjohtaja. Liiketoiminnan johtamisesta ja ohjauksesta vastaa johtokunta. Tampereen Veden operatiivisesta toiminnasta vastaa 155 hengen organisaatio.

Keskuspuhdistamon yleissuunnitteluvaiheessa on mukana 14 kuntaa: Akaa, Hämeenkyrö, Ikaalinen, Juupajoki, Kangasala, Kuhmalahti, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Pirkkala, Tampere, Valkeakoski, Vesilahti ja Ylöjärvi sekä Pirkanmaan Jätehuolto Oy.

2 HANKKEEN TAUSTA

2.1 Jätevesien puhdistuksen kehittämistarpeet

Tampereen seudun jätevedenpuhdistamot ovat Viinikanlahden jätevedenpuhdistamoa lukuun ottamatta suuruusluokaltaan pieniä. Useat näistä ovat varsin lyhyen matkan päässä toisistaan. Jätevedenpuhdistamoiden prosessit on pääasiassa mitoitettu fosforin ja orgaanisen aineen poistoon, ammoniumtypen hapettamiselle kesäaikaan tai vuoden ympäri. Typenpoisto on mahdollista vain osassa jätevedenpuhdistamoja ja näissäkin vain osan aikaa vuotta. Jätevedenpuhdistamoissa muodostuva liete käsitellään joko puhdistamokohtaisesti kompostoimalla tai mädättämällä ja kompostoimalla. Osassa puhdistamoista kompostointi hoidetaan ostopalveluna. Käsitelty liete sijoitetaan maatalouteen, viherrakentamiseen ja kaatopaikan maisemointiin.

Tulevaisuudessa on todennäköistä, että puhdistamot joutuvat tehostamaan käsittelyprosessejaan. Fosforin ja orgaanisen aineen poiston vaatimukset kiristyvät. Lisäksi näköpiirissä on typenpoistovelvoitteiden yleistyminen. Muutospaineita on myös puhdistamolietteen käsittelyssä, minkä lisäksi käsitellyn puhdistamolietteen loppusijoitukseen liittyy muutospaineita.

Tulevaisuuden haasteet johtavat väistämättä investointitarpeen kasvuun käytössä olevilla puhdistamoilla. Tämän takia on tarpeen tarkastella vaihtoehtoisia kehittämistarpeita.

Tässä tarkastellaan keskuspuhdistamovaihtoehtoa sekä vaihtoehtoisesti nykyisten puhdistamojen kehittämistä ja osittaista yhdistämistä.

2.2 Valtioneuvoston periaatepäätös

Valtioneuvosto teki 23.11.2006 periaatepäätöksen 'Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015'. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivissä ja sen pohjalta annetussa vesienhoidon järjestämisestä koskevassa laissa (1299/2004) on asetettu yleiset tavoitteet vesien tilalle, jotka ovat pohjana myös vesiensuojelun suuntaviivojen valmistelulle. Periaatepäätöksen yksi keskeinen tavoite on pysäyttää rannikko- ja sisävesien rehevöityminen, minkä seurauksena vesistöjen tila paranee. Tavoitteeseen pyritään vähentämällä rehevöitymistä aiheuttavaa ravinnekuormitusta. Periaatepäätöksessä todetaan, että rehevöitymistä aiheuttavan fosfori- ja typpikuormituksen vähentäminen on edelleen vesiensuojelun keskeisin tavoite sekä sisävesillä että merialueilla. Vesiin kohdistuva ravinnekuormitus on edelleen niin suuri, että se aiheuttaa laajoja levähaittoja ja näistä joh-

tuvia happikatoja sekä sisävesillä että merialueilla. Yhdyskuntien jätevesien kuormitus on alentunut tehokkaiden vesiensuojelutoimien seurauksena merkittävästi. Yhdyskuntien jätevesihuollon kehittämiseen vaikuttavat erityisesti taajamien kasvu sekä haja-asutuksen jätevesihuollon kehittämistarpeet. Nämä lisäävät osaltaan yhdyskuntajätevesien kuormitusta, mutta samalla vähentävät haja-asutuksen kuormitusta. Lisäksi vanhenevien viemäreiden ja puhdistamoiden korjauksiin ja kunnossapitoon on tarve suunnata resursseja.

2.3 Hankkeen eteneminen

Vuonna 1997 valmistui alustava selvitys mahdollisen keskuspuhdistamon sijaintipaikasta.

Maakuntakaavan valmistelun yhteydessä (2003–2005) varautumistarve keskuspuhdistamoon tunnistettiin, mutta puhdistamolle ei osoitettu paikkaa.

Pirkanmaan alueellisen vesihuollon kehittämissuunnitelmassa tarkasteltiin useita kehittämisvaihtoehtoja. Vaihtoehtoissa, jotka perustuivat keskuspuhdistamoon, esitettiin kaikkiaan neljä eri sijoituspaikkavaihtoehtoa.

Vuonna 2006 valmistui Pirkanmaan keskuspuhdistamon sijainti- ja purkupaikkavaihtoehtojen vertailu. Vertailussa oli mukana neljä mahdollista puhdistamon sijaintipaikkaa ja neljä purkupaikka-aluetta. Vertailun tuloksena soveltuvimmat sijaintipaikat olivat Koukkujärvi Nokialla ja Lentokenttä pohjoinen Pirkkalassa. Melon sijaintipaikka todettiin teknisesti edellä mainittuja huonommaksi ja Saukonvuoren sijaintipaikan kallioresurssit riittämättömiksi.

Hankkeen YVA-menettely on käynnistynyt syksyllä 2007 ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyn rinnalla etenee yleissuunnittelu. Osana vaihetta tehdään myös ns. 0+-vaihtoehdon yleissuunnitelma, jossa nykyisiä puhdistamoja kehitetään vastaamaan tulevaisuuden vaatimuksia. Tavoitteena on tuottaa riittävästi tietoa kunnille päätöksentekoa varten, tuottaa riittävä tieto puhdistamon sijaintipaikasta, johtamisjärjestelmien periaatteista ja purkuputken paikasta päätöksentekoa varten sekä toteuttaa lain mukainen ympäristövaikutusten arviointi. Yleissuunnittelun ensimmäinen vaihe valmistui kesällä 2008. Vaihe tuotti tietoa vaihtoehtoisista puhdistusmenetelmistä, lietteenkäsittelystä ja tarkensi vaihtoehtoisia siirto- ja purkutunneleita sekä paineviemäreitä. Lisäksi ensimmäisessä vaiheessa tehtiin kallioperätutkimuksia vaihtoehtoisilla puhdistamon sijaintialueilla.

YVAN valmistuttua tehdään päätös hankkeen toteuttamisesta sekä valitaan toteutettava vaihtoehto, mikäli päätös toteuttamisesta on myönteinen. Ennen luvanhakuvaihetta tehtyjä selvityksiä täydennetään niiltä osin kuin on tarvetta.

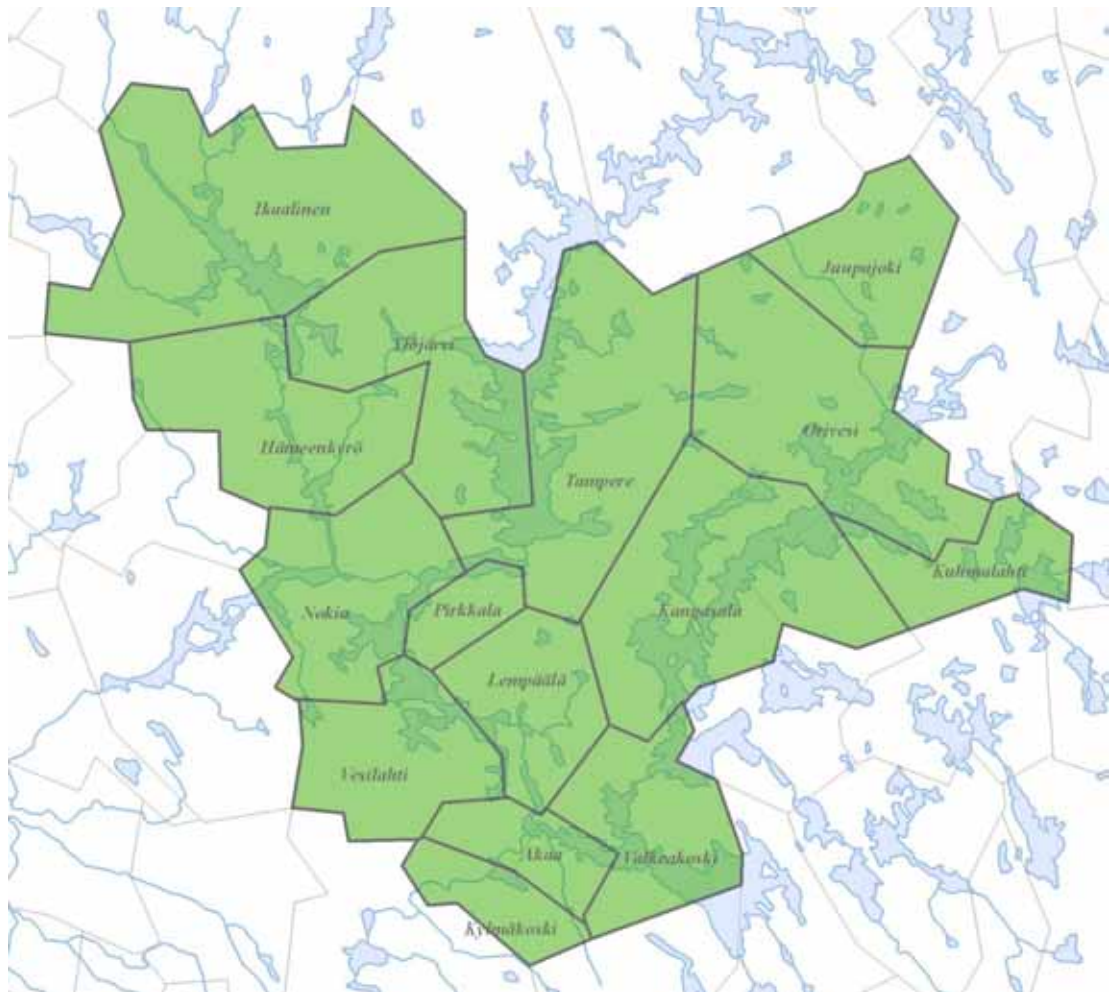
Laitoksen lopullinen suunnittelu ja rakentaminen aloitetaan lupaprosessin jälkeen.

3 HANKEKUVAUS

3.1 Hankkeen tausta ja tarkoitus

Vuonna 2005 valmistuneessa Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelmassa esitettiin Tampereen seudun jätevesien puhdistusta keskitettäväksi uuteen keskuspuhdistamoon. Jo nyt Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoilla puhdistetaan Tampereen lisäksi myös naapurikuntien jätevesiä, eli yli 60 % kaikista Pirkanmaalla syntyvistä yhdyskuntajätevesistä. Keskuspuhdistamon yleissuunnitteluvaiheessa on mukana Pirkanmaan Jätehuolto Oy sekä 14 kuntaa:

- | | |
|--------------|---------------|
| – Akaa | – Nokia |
| – Hämeenkyrö | – Orivesi |
| – Ikaalinen | – Pirkkala |
| – Juupajoki | – Tampere |
| – Kangasala | – Valkeakoski |
| – Kuhmalahti | – Vesilahti |
| – Kylmäkoski | – Ylöjärvi |
| – Lempäälä | |



Kuva 3-1. Hankkeeseen liittyvät kunnat.

Jätevesien yhteiskäsittelyn lisäksi hankkeessa tarkastellaan puhdistamolietteen käsittelyä.

3.2 Mitoitus

Perusmitoitus

Pirkanmaan keskuspuhdistamon mitoitusvuotena käytetään vuotta 2040. Jätevesien käsittelyn mitoitusta varten on laadittu puhdistamon vesiprosessin virtaama- ja kuormitusennusteet. Kuormitusennusteet laadittiin siten, että virtaama- ja kuormitusennusteisiin sisältyvät merkittävimpien teollisuuskuormittajien nykyisin puhdistamoille toimittama jätevesimäärä ja –kuormitus. Prosessivertailuvaiheessa mitoituskuormituksena käytetään keskimääräisiä ainekuormia.

Keskuspuhdistamohankkeen perusmitoituksessa kuntien välinen yhteistyö kasvaa nykyisestä jonkin verran. Tampereen, Kangasalan, Ylöjärven ja Pirkkalan välinen nykyinen yhteistyö laajenee koskemaan myös Nokkaa, Lempäälää, Hämeenkyröä, Ikaalista, Kuhmalahtea, Juupajokea, Orivettä, Akaata ja Valkeakoskea. Liittyjämääränä nykytilanteessa tämä tarkoittaa noin 365 000 asukasta. Mitoitusvuotena 2040 liittyjämääräksi on arvioitu noin 460 000 asukasta.

Taulukossa 3-1 on esitetty Pirkanmaan keskuspuhdistamon viemärintialueen virtaama ja kuormitusennusteet vuosille 2020, 2030 ja 2040. Esitetty kuormitus ei sisällä Ikaalisten Tevaniemen ja Luhalahden puhdistamoiden jätevesiä eikä Ylöjärven Ylisten puhdistamon jätevesiä.

Taulukko 3-1. Pirkanmaan keskuspuhdistamon virtaamaennusteet ja keskimääräinen ainekuormitus vuosina 2020, 2030 ja 2040.

Suure	Laatu	Nykytilanne	2020	2030	2040
Liittyjämäärä	as.	365 515	427 145	447 763	459 730
Kasvuennuste	%		17 %	23 %	26 %
Virtaama, Q_{ka}	m ³ /d		122 976	127 128	129 030
Virtaama, Q_{max}	m ³ /d		316 976	318 601	320 226
Virtaama, q_{ka}	m ³ /h		5 124	5 297	5 376
Virtaama, q_{max}	m ³ /h		15 849	15 930	16 011
Q_{max}/Q_{ka}			2,6	2,5	2,5
Ominaisvirtaama	l/as.		288	284	281

Suure	Laatu	Nykytilanne	2020	2030	2040
Liittyjämäärä	as.	365 515	427 145	447 763	459 730
AVL-luku*	g/as/d		426 700	444 500	454 800
BOD ₇ - kesk.	kg/d		29 872	31 115	31 838
	g/as/d		70	69	69
	mg/l		243	245	247
P _{kok} - kesk.	kg/d		971	1 016	1 042
	g/as/d		2,3	2,3	2,3
	mg/l		7,9	8,0	8,1
N _{kok} - kesk.	kg/d		5 822	6 089	6 242
	g/as/d		14	14	14
	mg/l		47	48	48
SS - kesk.	kg/d		43 836	45 453	46 409
	g/as/d		103	102	101
	mg/l		356	358	360

*) BOD-ominaiskuorman 70 g/as/d perusteella laskettuna

Tarkastelualueen merkittävä, suurteollisuudesta mahdollisesti keskuspuhdistamolle tuleva jätevesikuormitus otetaan huomioon laajennusvarauksena ja lähinnä puhdistamon sijaintipaikan kallioresurssien varauksena.

Puhdistusvaatimukset

Pirkanmaan keskuspuhdistamossa käsiteltävien jätevesien puhdistusvaatimuksena käytetään alla olevassa taulukossa esitettyjä enimmäispitoisuuksia ja puhdistusvaatimuksia. Taulukossa on esitetty myös Viinikanlahden puhdistamon nykyiset lupaehdot vertailun vuoksi. Puhdistamoiden lupaehtojen kehitystä ei kyetä tarkasti ennakoimaan, mutta yleissuunnitelmavaiheessa esitetyt puhdistusvaatimukset vastaavat nykyisin suurille yli 10 000 avl:n jätevedenpuhdistamoille esitettyjä puhdistusvaatimuksia.

	Keskuspuhdistamo	Viinikanlahden lupaehdot v. 2007
orgaaninen kuorma lähtevässä vedessä	< 8 mg BOD7 (ATU)/l	< 15 mg/l
BOD7 (ATU) –reduktio	– 96 %	> 92 %
kokonaisfosfori reduktio	– 96 %	> 92 %
kokonaisfosfori lähtevässä vedessä	– 0,3 mg/l	< 0,6 mg/l
ammoniumtypenpoisto	– 4 mg/l	< 4 mg/l
kokonaistypenpoisto	– > 70 %	-

Mitoituslämpötilana käytetään tulevan jäteveden minimilämpötilaa 6 °C. Lupaehdot ovat neljännesvuosikeskiarvoja lukuun ottamatta kokonaistypenpoistotehoa, joka on vuosikeskiarvo.

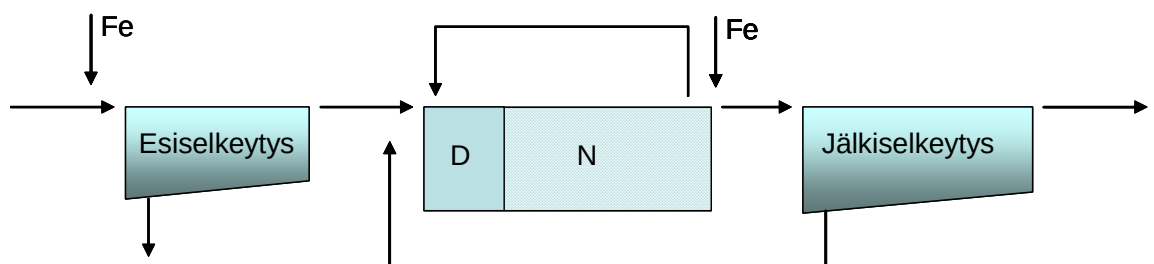
3.3 Vertailtavat jätevesien käsittelyprosessit

Pirkanmaan keskuspuhdistamon vesiprosessivaihtoehdot ovat seuraavat:

- Typenpoisto aktiivilieteprosessilla
- Typenpoisto aktiivilietteen ja biosuodattimen yhdistelmällä / yhdistelmillä
- Typenpoisto suodattimiin perustuvilla prosesseilla
- Biomembraaniprosessi
- Biologinen + kemiallinen ravinteiden poisto

3.3.1 Typenpoisto aktiivilieteprosessilla

Perinteisessä aktiivilieteprosessissa aktiiviliete on vapaana ilmastetuissa tai sekoite-
tuissa altaissa. Aktiivilieteprosessissa hyödynnetään jäteveden luontaista mikrobikan-
taa, jonka tehoa lisätään kasvattamalla sitä hallitusti prosessialtaissa. Prosessia säädel-
lään lietteiden kierrolla ja lietteen hallitulla poistamisella prosessista (kuva 3-2).



Kuva 3-2. Perinteinen DN-aktiivilieteprosessi.

Aktiivilieteprosessin nitrifikaatiovaiheessa jäteveden tyyppi, joka on pääsääntöisesti ammoniumtyyppinä ($\text{NH}_4\text{-N}$), hapetetaan nitriitin kautta nitraattitypeksi ($\text{NO}_3\text{-N}$) nitri-fioivan bakteerimassan avulla. Nitrifioivan prosessin edellytyksenä on riittävän pitkä lieteikä ja hydraulinen viipymä sekä riittävän alhainen lietekuorma ja hydraulinen kuormitus. Nitrifikaatio hidastuu voimakkaasti prosessiveden lämpötilan laskiessa ja täydellisen nitrifikaation saavuttaminen kylmillä vesillä edellyttää pitkää viipymää ja lieteikää. Onnistuneen nitrifikaation takaamiseksi on varauduttava alkalointikemikaalin syöttöön.

Denitrifikaatiovaiheessa pelkistetään nitrifikaatioprosessin lopputuote nitraattityppi alkuainetyypeksi (N_2), joka poistuu ilmaan. Tämä prosessivaihe on anoksinen eli prosessivedessä ei saa olla vapaata happea (O_2). Normaalisti tämä denitrifikaatiovaihe si-joitetaan prosessin alkuun ja näin ollen siinä voidaan hyödyntää laitokselle tulevan jä-teveden omaa hiilikuormaa.

Orgaaninen hiili (BOD-kuorma) hapetetaan D-osassa nitraatilla ja N-osassa hapella. Fosfori saostetaan saostuskemikaalilla. Pirkanmaan keskuspuhdistamon puhdistusvaa-timusten mukaisen fosforipitoisuuden saavuttaminen edellyttää aktiivilieteprosessin tehostamista jälkikäsitteilyllä, esimerkiksi flotaatiolla tai hiekkasuodatuksella.

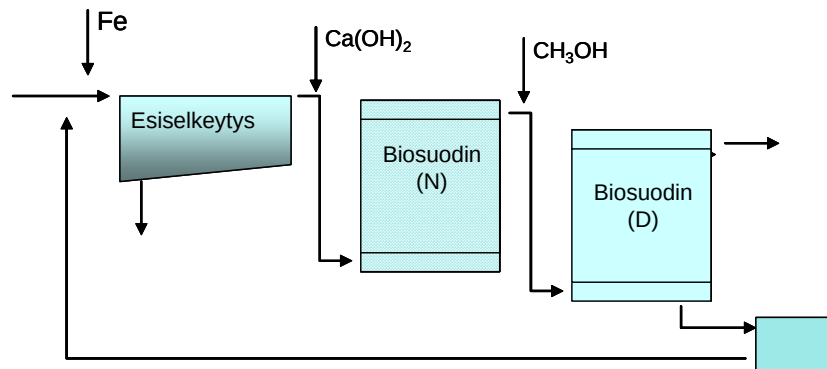
DN-aktiivilieteprosessin edut ja haitat on lueteltu seuraavassa:

Edut:	Haitat:
+ tunnettua tekniikkaa, paljon kotimaisia referenssejä + varmatoiminen ja helposti ohjattava prosessi + hyvä puskurikyky lyhytaikaisille lika-ainekuorman ja viipymän vaihteluille + hyödyntää jäteveden sisältämän hiilen-lähteen ja denitrifikaatiossa palautuvan alkaliteetin	– biofilmiprosesseja herkempi esim. myrkkyjen ja muiden puhdistamolle kuulumattomien kemikaalien suhteen – vaatii lisähiilenlähteen ja alkaloinnin typenpoiston turvaamiseksi – herkkä hydraulisen kuormituksen vaihteluille (lietteen laskeutuvuus ja jälkiselkeytyksen kapasiteetti pullonkauloja korkeilla virtaamilla) – fosforirajan 0,3 mg/l saavuttaminen edellyttää tertiäärikäsittelyä – suurehko tilantarve

3.3.2 Typenpoisto biosuotimiin perustuvilla prosesseilla

Biologinen suodatus on biofilmiin perustuva puhdistusprosessi. Biologinen suodatin koostuu kantoaineesta, joka voi olla joko vettä kevyempää tai painavampaa (murskat-tua Leca-soran tyyppistä raetta tai polystyreenipalloja laitevalmistajasta riippuen). Kantoaineen pinnalle kasvaa olosuhteista riippuen nitri-fioiva tai denitrifioiva biomas-sa. Biologinen suodatinprosessi suunnitellaan perinteisesti nitrifikaatio-denitrifikaatioprosessiksi, jolloin kaikki jätevesi pumpataan ensin nitrifikaatiosuodat-timille. Tässä vaiheessa ammoniumtyppi hapetetaan nitraattitypeksi. Kuten kaikissa nitrifikaatioprosesseissa, alkaliteetin laskun vuoksi suodattimelle on syötettävä myös alkalointikemikaalia (esim. $\text{Ca}(\text{OH})_2$:a). Seuraavassa prosessivaiheessa kaikki jätevesi johdetaan denitrifioiville suodattimille. Denitrifikaatio suoritetaan käyttäen metanolia tai muuta ulkoista hiilen lähdettä denitrifikaatiosuodattimissa, koska jäteveden sisäi-nen hiili on käytetty nitrifikaatiovaiheessa. Tärkeä parametri biologisen suodattimen ohjauksessa on suodattimelle tulevan liukoisen fosforin määrä. Jos liukoisen fosforin määrä on liian pieni, voi tämä rajoittaa biologista prosessia ja suodattimelle voi alkaa

kasvaa hiivoja ja rihmoja. Jos liukoisen fosforin määrä on liian suuri, voi laitoksen lähtevän fosforin määrä kasvaa liian suureksi lupaehdon suhteen.



Kuva 3-3. Typenpoisto biosuotimiin perustuvalla prosessilla.

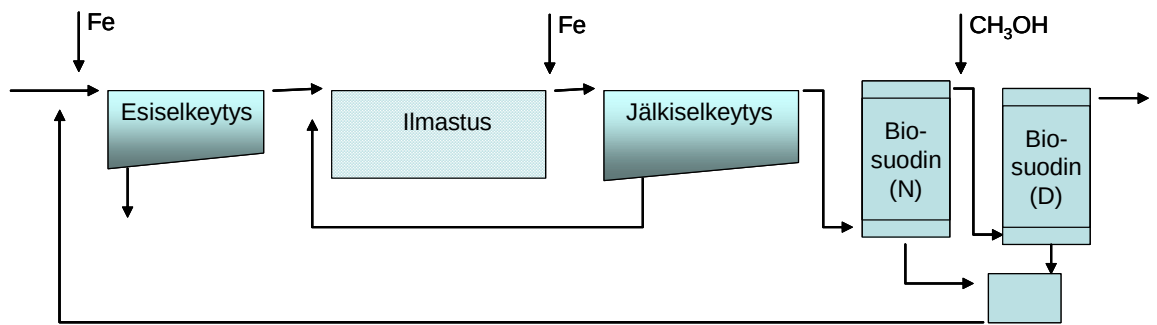
Suodatinolosuissa käsiteltävä jätevesi virtaa suodattimessa alhaalta ylöspäin tai ylhäältä alaspäin. Nitrifikaatiosuodattimen alaosassa on ilmaputkisto, jonka jakamalla ilmalla suodatin pidetään hapekkaana. Riippuen kantoaineen tiheydestä kantoaine laskeutuu joko pohjaan tai kelluu veden pinnalla. Pohjaan laskeutuvaa kantoainetta varten tarvitaan suodattimen pohjalle suuttimet veden jakoa varten. Kun käytössä on kelluva kantoaine, tarvitaan kantoaineen päälle suutinpohja estämään kantoaineen karkaaminen puhdistetun veden mukana. Suodattimen huuhtelussa syntyy pesuvettä, joka johdetaan pesuveden tasausaltaaseen. Tasausaltaasta pesuvedet johdetaan puhdistamon alkuun tai tasausallas toimii selkeyttävänä yksikkönä.

Aktiivilieteprosessiin verrattuna biologisen suodatusprosessin edut ja haitat on lueteltu seuraavassa:

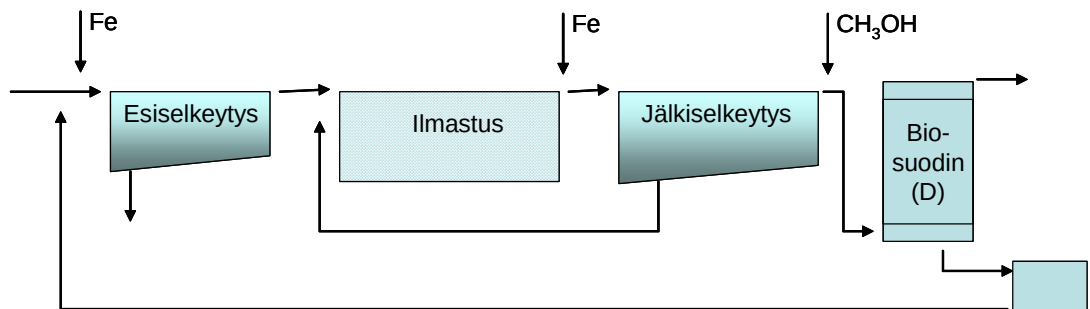
Edut:	Haitat:
+ vähäisempi tilan tarve + vähäisempi lietteen tuotanto + ei vaadi erillistä tertiäärikäsittelyä + hydrauliset piikkikuormat eivät aiheuta lietteen karkaamista + vähemmän herkkä myrkyille ja muille puhdistamolle kuulumattomille kemikaaleille	– suuremmat energiakustannukset – monimutkainen ohjaus ja hallinta – suurempi lisähiilen ja alkalointikemikaalin tarve (ei hyödynnä jäteveden omaa hiilenlähdettä eikä denitrifikaatiossa palautuvaa alkaliteettia) – herkempi esikäsittelyn häiriöille – huonempi puskurikyky lyhytaikaisille lika-ainekuorman ja viipymän vaihteluille

3.3.3 Typenpoisto aktiivilietteen ja biosuodattimen yhdistelmillä

Biologinen suodatusyksikkö voidaan yhdistää normaalin aktiivilietelaitoksen perään joko nitrifikaatio-denitrifikaatiosoluina tai pelkkänä jälkidenitrifikaatioyksikkönä (kuvat 3-4 ja 3-5). Tällöin aktiivilieteprosessissa voi tapahtua joko BOD:n poisto, BOD:n poisto ja nitrifikaatio tai lisäksi osittainen denitrifikaatio ja biologisessa suodattimessa poistetaan lupaehtojen vaatima loppu nitraattityppi.



Kuva 3-4. BOD:n poisto aktiivilietteessä ja nitrifikaatio + denitrifikaatio biosuotimissa.



Kuva 3-5. BOD:n poisto ja nitrifikaatio aktiivilietteessä sekä denitrifikaatio biosuotimissa.

Aktiivilieteprosessin ja biologisten suodattimien yhdistelmän edut ja haitat on lueteltu seuraavassa:

Edut:	Haitat:
+ DN-aktiivilieteprosessia vähäisempi tilan tarve + ei vaadi erillistä tertiäärikäsittelyä + parempi puskurikyky lika-ainekuormien ja varauksin viipymän vaihteluille kuin vain biosuotimilla toteutetulla prosessilla	– DN-aktiivilieteprosessia suuremmat energiakustannukset – monimutkainen ohjaus ja hallinta – suurempi lisähiilen ja alkalointikemikaalin tarve (ei hyödynnä jäteveden omaa hiilenlähdettä eikä denitrifikaatiossa palautuvaa alkaliteettiä)

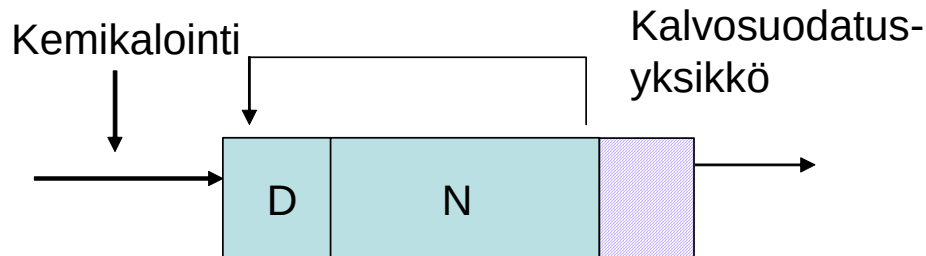
3.3.4 Biomembraaniprosessi

Kalvobioreaktori (Membrane Bio-Reactor, MBR) on muunnos aktiivilieteprosessista, jossa allastilavuutta on voitu pienentää huomattavasti normaalista aktiivilieteprosessista kasvattamalla lietekonsentraatiota normaalista 4 – 5 g MLSS/l tasolle 15 – 20 g MLSS/l. Kalvobioreaktorissa lieteen erotus tapahtuu kalvosuodatuksen, esimerkiksi UF-onttokuitukalvojen avulla, jolloin laitoksella ei ole erillistä jälkiselkeytystä. Tällaisessa tapauksessa laitoksen tilantarve on korkeussuunnassa jonkin verran perinteisiä prosessiratkaisuja suurempi, sillä onttokuitukalvoniput on voitava nostaa ilmastusaltaista huoltoon, kalvojen pesua ja kalvojen vaihtoa varten ylös. Energiankulutus on kalvobioreaktorissa perinteistä aktiivilieteprosessia suurempi, noin kolminkertainen, koska jätevesi johdetaan kalvojen läpi kovan paineen avulla.

Kalvobioreaktorissa BOD:n ja typen poisto perustuu biologiaan aktiivilieteprosessin tavoin, mutta kalvosuodatuksen ansiosta muiden haitta-aineiden (fosfori, kiintoaine,

mikrobit) poistuminen on jonkin verran tehokkaampaa. Fosfori saostetaan yleensä esiselkeytyksen yhteydessä.

Kuvassa 3-6 on esitetty kalvobioreaktorin toimintaperiaate. Aktiivilieteprosessin tavoin denitrifikaation hiilenlähteenä saatetaan joutua käyttämään lisähiiltä.



Kuva 3-6 Kalvobioreaktori

Kalvobioreaktorin edut ja haitat on lueteltu seuraavassa:

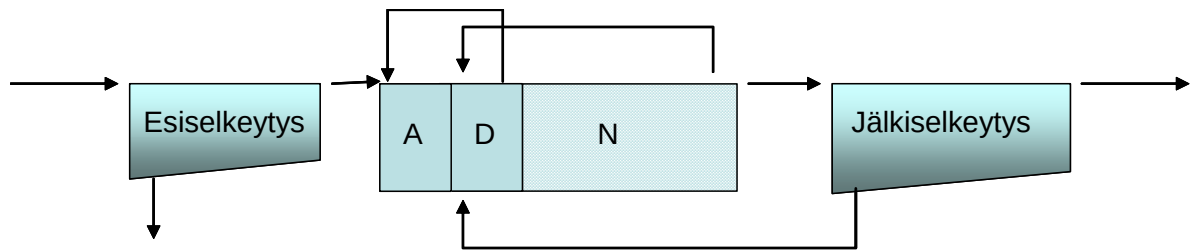
Edut:	Haitat:
+ erittäin kompakti toteutus: muita tarkasteltuja prosesseja vähäisempi tilantarve + hyödyntää jäteveden sisältämän hiilenlähteen ja denitrifikaatiossa palautuvan alkaliteetin + puhdistustulos ei riipu lietteen laskeutuvuusominaisuuksista + vähäisempi ylijäämalietteen määrä kuin perinteisellä aktiivilieteprosessilla + ei vaadi erillistä tertiäärikäsittelyä	– perinteistä aktiivilieteprosessia suuremmat energiakustannukset – vähän referenssejä suuren kokoluokan yhdyskuntajäteveden puhdistamoilta – ei käyttökokemuksia Suomen oloissa – kalvojen käyttöikä noin 5 vuotta – kalvojen pesukemikaalien kulutus on suuri – vaatii tehokkaan esikäsittelyn, esim. levynauhaväljän

3.3.5 Biologinen ravinteiden poisto kemikaloinnilla tehostettuna

Esimerkkinä biologisesta ravinteiden poistoprosessista esitellään University of Cape Town (UCT) –prosessi, joka on vapaaseen aktiivilietteeseen perustuva prosessi. Siinä sekä typpi että fosfori poistetaan biologisesti. Biologisen fosforinpoiston edellytyksenä on anaerobisten ja anoksisten/aerobisten olosuhteiden vuorottelu. Fosforinpoisto perustuu eräiden mikrobiryhmien kykyyn sitoa fosforia ylimäärin normaaliin metabolisiin tarpeisiinsa nähden. Anaerobisessa osassa nämä mikrobit sitovat jäteveden tuomaa orgaanista hiiltä käyttäen energianlähteenä fosforivarastojaan. Tällöin aktiivilietteeseen vapautuu fosfaattia. Anoksi- ja aerobiosassa mikrobit sitovat fosforia enemmän kuin vapauttavat anaerobiosassa, jolloin nettotuloksena on fosforin sitoutuminen biolietteeseen.

Prosessin toiminnan ehdoton edellytys on riittävän pitkä (1 – 2 h) anaerobinen viipymä, jolloin aktiivilietteessä ei siis saa olla vapaata happea eikä nitraattityppeä. Hyvä fosforinpoistotulos edellyttää lisäksi, että tuleva jätevesi sisältää haihtuvia rasvahappoja (VFA) tai riittävästi helposti hajoavaa orgaanista ainesta, joka anaerobiosassa fermentoituu VFA:ksi.

Anaerobiset olot luodaan kierrättämällä prosessin alkuun vähänitraattista aktiivilietettä D-osan lopusta. Palautusliete ja nitraattipitoinen kierrätysliete syötetään D-osan alkuun.



Kuva 3-7. UCT-prosessi

UCT-prosessi vaatii jonkin verran enemmän tilavuutta kuin DN-prosessi. Sen etuna on merkittävästi pienempi kemikalointitarve ja hieman pienempi ylijäämälietteen määrä. Lisäksi tulevan jäteveden orgaanisen aineen pitoisuus ravinnepitoisuuksiin verrattuna tulee olla riittävän korkea.

Biologiseen ravinteiden poistoon päädytään usein laitoksilla, joiden lähtevän veden fosforiraja on 1 – 1,5 mg/l. Pirkanmaan keskuspuhdistamon puhdistusvaatimusten saavuttamiseksi laitoksella on varauduttava vielä tertiäärikäsittelyyn 0,3 mg/l fosforirajan saavuttamiseksi sekä kemikalointiin prosessihäiriöiden varalta. Lisäksi on varauduttava saostuskemikaalin syöttöön lietteenkäsittelyn rejektivesiin, jos lietteenkäsittelyratkaisuna on mädätys.

Biologisen ravinteiden poiston edut ja haitat edut ja haitat on lueteltu seuraavassa:

Edut:	Haitat:
+ DN-aktiivilieteprosessia vähäisempi kemikaalien tarve + DN-aktiivilieteprosessia vähäisempi ylijäämälietteen tuotanto	– suurehko tilan tarve – monimutkainen prosessin hallinta – fosforirajan 0,3 mg/l saavuttaminen edellyttää tertiäärikäsittelyä – herkkä orgaanisen kuorman vaihteluille

Kuvassa 3-8 on alustavasti vertailtu vaihtoehtoisia vesiprosesseja.

Vaihtoehto	VE 1	VE 2	VE 3	VE 4
Kuvaus	Aktiivilieteprosessi ja hiekkasuodatus	Biologinen suodatusprosessi	Aktiivilieteprosessin ja biologisen suodatusprosessin yhdistelmä	Kalvobioreaktori
Vertailukriteeri				
Prosessin toiminnallisuus	Varmatoiminen ja käyttäjien tuntema prosessi	Aktiivilieteprosessia monimutkaisempi prosessi, josta kuitenkin käyttökokemusta maailmalta	Aktiivilieteprosessia monimutkaisempi prosessi, josta kuitenkin käyttökokemusta Suomesta ja pohjoismaista vastaavista olosuhteista	Aktiivilieteprosessia monimutkaisempi prosessi, josta kuitenkin käyttökokemusta maailmalta, ei kokemuksia kokonaistypenpoistosta pohjoisissa olosuhteissa
Referenssit	Turun Kakolanmäen kalliopuhdistamo	Saksassa mm. 3 yli 250 000 avl. laitosta ja yksi yli 1 200 000 avl:n laitos	Helsingin Viikinkmäki, Saksassa kymmeniä	Yhdyskuntajätevesien puhdistamoita joitain kymmeniä kokoluokassa 1 000 – 45 000 m ³ /d, Pariisiin suunnitteilla 320 000 avl:n laitos ja Berliiniin 4 milj. avl:n laitos
Laajennettavuus ja kapasiteetin nosto	Edellyttää aktiivilieteprosessi-yksiköiden lisärakentamista tai laitoksen muuttamista esimerkiksi kalvobioreaktori-laitoksesksi	Edellyttää prosessiyksiköiden lisärakentamista	Edellyttää prosessiyksiköiden lisärakentamista	Lisäkapasiteettia (10 - 20 %) saadaan nostamalla biologisen vaiheen lietekonsentraatiota ja uusien kalvosuodatuskasettien sijoittamisella jo olemassa oleviin rakenteisiin
Varautuminen kiristyyiin lupaehtoihin	Edellyttää prosessin tehostamista, muuttamista kalvobioreaktorilaitokseksi ja/tai laajentamista. Jalkisuodatus voidaan muuttaa denitrifioivaksi	Typenpoistotehoa voidaan parantaa kemikaloinnilla	Typenpoistotehoa voidaan parantaa kemikaloinnilla	Mahdollistaa puhdistusvaatimuksia tehokkaamman jätevesin käsittelyn

Kuva 3-8. Alustava vesiprosessien vertailu.

3.4 Lietteenkäsittelyn vaihtoehdot

Lietteenkäsittelyyn tulee perusmitoituksessa orgaanista ainesta raakalietteenä, ylijäämälietteenä sekä muilta puhdistamoilta tuotavana koneellisesti kuivattuna lietteenä. Päivittäin syntyvän lietteen määräksi arvioidaan noin 52 tonnia (mitoitusvuonna 2040).

Lietteen käsittelyssä tutkitaan seuraavia vaihtoehtoja:

- mekaaninen kuivaus, (terminen kuivaus) ja poltto
- mädätys, mekaaninen kuivaus, terminen kuivaus
- mädätys, mekaaninen kuivaus ja kompostointi ostopalveluna

Yleissuunnitelman ensimmäisessä suunnitteluvaiheessa päädyttiin jättämään pois vaihtoehto, jossa tutkittaisiin lietteen ja biojätteen yhteiskäsittelyä laitoksen yhteydessä.

3.4.1 Mesofiilinen mädätys

Mädätys tapahtuu suljetussa reaktorissa, hapettomassa tilassa. Prosessia kutsutaan valitun lämpötilan perusteella joko mesofiiliseksi (noin 37°C) tai termofiiliseksi (55°C). Lietteen lämmityksessä käytetään tapauskohtaisesti joko lämmönvaihtimia tai höyryä. Mädätysprosessin aikana bakteerit muuttavat osan orgaanisesta aineesta metaanipitoiseksi biokaasuksi ja lietteen kiintoainemäärä pienenee. Prosessi tuottaa stabiilia ja helpposti kuivattavaa lietettä. Lisäksi ravinteet muuntuvat orgaanisesta epäorgaaniseen muotoon. Mädätetty liete kuivataan tavallisesti mekaanisesti. Mesofiilisesti mädätetty liete on hygienisoitava vielä ennen käyttöä maanviljyissä. Käytännössä liete kuivataan vielä mekaanisesti varastotilavuuden minimoimiseksi.

3.4.2 Termofiilinen mädätys

Termofiilinen mädätys vastaa periaatteeltaan mesofiilistä mädätystä. Mädätyksen korkeamman lämpötilan ansiosta puhdistamoliete on hygienisiltä vaatimuksiltaan maanviljelykäyttöön soveltuvaa. Käytännössä liete kuivataan kuitenkin vielä mekaanisesti varastotilavuuden minimoimiseksi.

3.4.3 Mekaaninen kuivaus

Mekaanisella lietteen kuivauksella tarkoitetaan jätevedenpuhdistamon tiivistetyn lietteen (kuiva-ainepitoisuus 1 – 3 %) kuivaamista esimerkiksi lietelingoilla suotonauhapuristimella tai ruuvipuristimella kuiva-ainepitoisuuteen 20 – 30 %. Kuivauksen tehostamiseksi lietteen sekaan voidaan annostella polymeeriä. Kuivaus vähentää merkittävästi lietteen tilavuutta ja siten muualle kuljetettavan lietteen määrää. Mekaanisesti kuivattu liete ei ole biologisesti stabiilia, ts. liete ei täytä hygienisiltä vaatimuksiltaan maanviljelykäyttöön tarkoitetun lietteen laatuvaatimuksia. Mekaanisesti kuivattu liete ei sovellu myöskään sellaisenaan polttoon lietteen suuren vesipitoisuuden vuoksi.

Mekaanista kuivausta voidaan kuitenkin tehostaa puhdistamon yhteyteen rakennetun polttolaitoksen lämmön avulla, jolloin kuiva-ainepitoisuus nousee 28-35 %:iin. Tällaisen kuivauksen tarkoituksena on varmistaa, ettei lietteen sekaan tarvitse lisätä tuki-polttoainetta.

3.4.4 Terminen kuivaus

Ennen termistä kuivausta liete esikuivataan mekaanisesti esim. linkojen avulla. Esi-kuivauksessa pyritään liete kuivaamaan mahdollisimman tehokkaasti, koska veden haihduttaminen on huomattavasti kalliimpaa kuin lietteen mekaaninen kuivaus. Termisessä kuivauksessa lietteeseen esikäsitteilyn jälkeen jäänyt vesi poistetaan haihduttamalla. Kuivaus voi perustua suoraan (konvektiokuivaus) tai epäsuoraan (kontaktikuivaus) lämmitykseen, jolloin lämmitettävästä väliaineesta otetaan vain lämpöenergia käyttöön. Lämmönlähteinä voidaan käyttää höyryä, termooöljyä tai kuumaa ilmaa.

Lietteen termisessä kuivauksessa päästään kuiva-ainepitoisuudessa jopa yli 90 % TS. Haluttu kuiva-ainepitoisuus riippuu termisesti kuivatun lietteen jatkokäsittelystä. Hygienian, varastoinnin ja homehtumisen estämisen kannalta sopiva kuiva-ainepitoisuus on 85–90 % TS. Lietteen polttoa varten kuiva-ainepitoisuus tulee olla ainakin 35–60 % TS. Polton osalta lietteen optimi kuiva-ainepitoisuus riippuu aina polton lämpö-taseesta ja se selvitetään tapauskohtaisesti.

Lietteen termisen kuivauksen yhteydessä tai sen jälkeen erillisessä yksikössä voidaan liete rakeistaa tai granuloida, jolloin liete on helpompi jalostaa tuotteeksi ja markkinoida. Liete on hygienisoitua ja täyttää lannoitevalmislain hygienisointivaatimukset. Kuivauksessa lietteen määrä vähenee, jolloin se on helposti käsiteltävää ja varastoitavaa. Termisessä kuivauksessa syntyvä liete soveltuu sellaisenaan maanviljelykäyttöön ja polttoon.

3.4.5 Kompostointi

Mekaanisesti kuivatut lietteet vastaanotetaan tavallisesti kompostointilaitosten vastaanottosiiloihin, joissa materiaali pyritään varastoimaan mahdollisimman lyhyen ajan. Puhdistamolietteet kuivataan yleisesti mekaanisesti yli 20 % kuiva-ainepitoisuuteen, jolloin ne soveltuvat hyvin kompostoitaviksi. Vastaanottosiiloista liete siirretään kuljettimilla tai pyöräkuormaajalla lietteen ja tukiaineen sekoitukseen sekä edelleen kompostointireaktoriin.

Varsinainen kompostointi jakautuu reaktorissa tehtävään esikompostointiin ja aumoissa tehtävään jälkikypsytykseen. Esikompostointivaiheessa kompostimassaa ilmastetaan, sekoitetaan ja siitä poistetaan kompostikaasuja. Massan kosteutta säädellään ilmastuksen avulla ja syöttämällä siihen vettä. Esikompostointivaiheessa tehdään kompostin hygienisointi. Jälkikypsytyksessä tehdään joko katetussa tilassa tai avoimella kentällä, joka on yleisemmin käytössä oleva tapa.

Lannoitteena ja maanparannusaineena käytettävän lopputuotteen tulee täyttää lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelon vaatimukset. Sivutuoteasetus toi mukanaan uusia vaatimuksia kompostointiin kuten palakoko ja käsittelylämpötila. Lämpötila-vaatimus $> 70\text{ °C}$ voidaan saavuttaa kompostilaitoksissa.

3.4.6 Kalkkistabilointi

Kalkkistabilointi on yksi mekaanisesti kuivatun puhdistamolietteen hygienisointimenetelmä, mikäli lietettä käytetään maanviljelyyn. Kalkkistabiloinnin tarkoituksena on nostaa lietteen pH niin korkeaksi, että biologinen toiminta lakkaa ja pH pysyy riittävän kauan korkeana, jotta liete saadaan hygienisoitua.

Kuivatulle lietteelle kalkkistabiloinnissa käytetään poltettua kalkkia CaO . Kalkki reagoi lietteen sisältämän veden kanssa, jolloin pH nousee tasolle > 12 ja lämpötila $> 60\text{ °C}$. Osa vedestä haihtuu ja lietteen kuiva-ainepitoisuus kasvaa. Kalkkistabiloinnilla saadaan hygieenistä lietettä, jonka pH-arvo ja kalsiumpitoisuus ovat korkeat. Kalkkistabiloidun lietteen kuiva-ainepitoisuus kasvaa käsittelyn aikana, mutta kalkin lisäys nostaa lietemäärää, jolloin kuiva-ainepitoisuuden kasvu ei vähennä kokonaislietemäärää. Jos kalkkistabilointiin käytetään suuria määriä kalkkia, tulee laitoksella varautua ammoniakkiin talteenottoon. Kalkkistabiloitua lietettä voidaan käyttää pelloilla vain kestävästi. Kalkkistabilointimenetelmä ei sovellu täten isoille laitoksille, koska lopputuote joudutaan varastoimaan talvella.

Lietteenkäsittelymenetelmien vertailun ja valinnan myötä lietteenkäsittelymenetelmäksi valitaan sellainen käsittelymenetelmä, jossa syntyvä lopputuote on hyödynnettävissä maanviljelykäyttöön tai polttoon. Maanviljelyssä/maanparannuksessa käytettävän puhdistamolietteen käsittely suunnitellaan siten, että lietteen laadulle asetetut hygieniavaatimukset täyttyvät.

3.4.7 Lietteenkäsittelyn tarkastelu YVAssa

Yleissuunnitelmassa tarkastellaan ensisijaisena lietteenkäsittelyprosessina puhdistamolietteen termistä kuivausta ja polttoa puhdistamon yhteyteen rakennettavassa lietteenpolttolaitoksessa. Prosessin edut ja haitat muihin vaihtoehtoihin käsittelymenetelmiin on esitetty alla.

EDUT	HAITAT
– syntyvän rejektin eli tuhkan määrä on vähäisin – loppusijoitettavaksi tai hyödynnettäväksi kuljetettava rejekti (tuhka) on hygieenistä ja turvallista kuljettaa – tuhkan hyödyntämismahdollisuuksien voidaan odottaa kehittyvän myös Suomessa niin kuin ne ovat kehittyneet muualla Euroopassa mm. teiden pohjarakenteissa – prosessikokonaisuus on kompakti laitosratkaisu – prosessiin voidaan vastaanottaa myös ulkopuolisia puhdistamolietteitä ennen kuin Pirkanmaan keskuspuhdistamon lietteentuotanto kasvaa mitoitusmäärään – polttolaitoksessa voidaan käsitellä puhdistamolla syntyvä hajuja aiheuttava ilma ilman erillistä hajujen käsittelyä – puhdistamolietteen käsittely ilman biojätettä ei vaikeuta biojätteen hyödyntämismahdollisuuksia – Polttolaitoksen tuottama energia voidaan hyödyntää termisessä kuivauksessa. Mahdollisesti ylijäävä lämpö voidaan hyödyntää jäteveden lämmittämiseen prosessivaiheessa.	– Toistaiseksi tuhkalla ei ole kehittyneitä hyödyntämismahdollisuuksia Suomessa

Termisesti kuivattu liete siirretään polttolaitokseen poltettavaksi maanalaisia tiloja myöten. Poltosta syntyvä tuhkan määrä on noin 1/13 lietteen määrästä. Tuhka toimitetaan asianmukaiseen loppusijoitukseen luvan omaavaan paikkaan. Polttolaitokseen voidaan vastaanottaa myös muita lietteitä, kunnes mitoitusvuoden 2040 kapasiteetti täyttyy. Kuvassa 3-9 on esitetty lietteenkäsittelyvaihtoehtojen alustava vertailu.

Kompostointivaihtoehto tapahtuu muualla kuin puhdistamon yhteydessä ostopalveluna.

Vaihtoehto Kuvaus	VE A ja A+ Lietteen mesofiilinen mädätys ja mekaaninen kuivaus (A+ terminen kuivaus)	VE B Lietteen termofiilinen mädätys ja mekaaninen kuivaus	VE C ja C- Lietteen mekaaninen kuivaus ja terminen kuivaus (C- ilman termistä kuivausta)	VE D Lietteen mekaaninen kuivaus, terminen kuivaus ja poltto
Vertailukriteeri				
Lietteen jatkokäsittelyn tarve	Kompostointi	(Välivarastointi)	Kompostointi	-
Hygienisointi (mikäli Kemicondia ei toteuteta)	Ostopalveluna kompostoinnin yhteydessä (A), hygieeninen tuote (A+)	Hygieeninen tuote	Hygieeninen tuote (C), Ostopalveluna kompostoinnin yhteydessä (C-)	Välituote polttolaitoksen seisokkien aikana hygieenistä
Lietteen loppusijoitus	maanviljelyyn (A) ja maanviljelyyn tai poltettavaksi (A+)	maanviljelyyn	maanviljelyyn tai kompostointiin	Tuhkan kaatopaikalle
Jatkokäsittävän lietteen määrä	Suuri (A) pieni (A+)	Suuri	Suurin (C-)	Vähäisin
Energiatase	Ylijäämäenergiaa, joka kuluu vaihtoehdossa A+ kokonaan termiseen kuivaukseen	Eniten ylijäämäenergiaa	Vähäinen energian tarve ilman termistä kuivausta (C), Terminen kuivaus (C-) täysin ostoenergian varassa	Käsittelyprosessi lähes omavarainen
Lieteprosessin jatkokehittäminen	Mesofiilinen mädätys muutettavissa termofiiliseksi => lisää kapasiteettia. Terminen kuivaus toteutettavissa myöhemmin. Mädätetyn lietteen alhaisen lämpöarvon takia ei suositeltavaa polttoon.	Terminen kuivaus toteutettavissa myöhemmin. Mädätetyn lietteen alhaisen lämpöarvon takia ei suositeltavaa polttoon.	Terminen kuivaus ja poltto toteutettavissa myöhemmin.	
Lopputuotteen menekki	Kysyntä maanviljelykyttöön vähentymässä, menekki epävarmaa	Kysyntä maanviljelykyttöön vähentymässä, menekki epävarmaa	Kysyntä maanviljelykyttöön epävarmaa, maailmalla hyödynnetään sementtiteollisuudessa polttoaineena	Tuhkaa hyödynnetään maailmalla teiden rakennuksessa, kysyntä Suomessa epävarmaa
Muuta huomioon otettavaa				Polttolaitokseen voidaan johtaa laitoksen hajujen poistoa vaativat ilmamassat, jolloin erillistä hajukaasujen käsittelyä ei tarvita.

Kuva 3-9. Litteenkäsittelyvaihtoehtojen alustava vertailu.

3.4.8 Puhdistetun veden desinfiointi

Kalliopuhdistamo on tarkoitettu varustaa UV-laittein, joilla desinfioidaan puhdistettu vesi ennen vesistöön johtamista. Puhdistetun jäteveden desinfioinnille ei ole vaatimuksia. Lähtökohtana voidaan pitää luonnon uimavesien laatuvaatimusta määrittelevää direktiiviä 2006/7/EY. Sen mukaan sisävesillä sallitaan korkeintaan seuraavat uimaveden bakteeripitoisuudet:

- Suolistoperäiset enterokokit alle 200 – 400 pmy/100 ml
- E. coli alle 500 – 1000 pmy/100 ml

Yleisesti UV-valo ei tuhoa eliöitä kokonaan, vaan tekee ne lisääntymiskyvyttömiksi, jolloin niistä ei ole enää infektioriskiä. Kalliopuhdistamossa tavoitteena on, että puhdistettu vesi täyttää uimavesien laatuvaatimukset.

UV:n teho eri eliöihin vaihtelee suuresti. Kirjallisuudessa esitetään usein miten suuri annos tarvitaan 90 %:n desinfiointituloksen saavuttamiseksi. Se vaihtelee eliöstä riippuen välillä 10 – 6000 J/m². Useimpien vesien kautta leviävien taudinaiheuttajien osalta arvo on luokka 100 J/m² tai sen alle. Näitä ovat mm. Escherilla coli, Salmonellat, Shigella, Norovirus, Rotavirus, Kryptosporiidiumin ja Giardian kesto muodot yms.

Hyvin käsitellyn jäteveden osalta pidetään yleensä riittävänä noin 400 – 500 J/m² annoksen käyttöä. Tällä teholla saadaan teoreettisesti 99,99 %:n desinfiointiteho. Kun otetaan lisäksi huomioon myös mm. kiintoaineen vaikutus, virtauksen epätasaisuus yms., niin todellinen teho on tätä jonkin verran pienempi.

UV-desinfiointilaitteiden toiminta perustuu aina siihen, että virtaavaan veteen upotetaan UV-valoa tuottavia lamppuja, jolloin valo tunkeutuu käsiteltävään vesimassaan. Lamput eivät voi olla kosketuksissa suoraan veden kanssa, joten ne sijoitetaan suojana olevien kvartsilasiputkien sisään. Kvartsilasi läpäisee UV-valoa hyvin (yleensä yli 95 %:sti). Juomaveden desinfiointissa lamput sijoitetaan yleensä teräksisen desinfiointikammion sisään. Jätevesien yhteydessä varsinkin suurten laitosten asennuksissa lamput asennetaan usein betonikanavaan, jossa käsiteltävä vesi virtaa. Lampuista muodostetaan yhtenäisiä paketteja, jotka esimerkiksi lamppujen vaihdon tai huollon yhteydessä nostetaan kanavasta pois. Lamppupaketteja asennetaan kanavaan tarvittava määrä.

3.5 Kalliopuhdistamon maankäyttövaraus

Kalliopuhdistamon alustava maanalainen tilavaraus ilman viemäri- ja kulkuyhteystunneleita on noin 10 ha.

Korkeussuunnassa vaadittavan kalliotilan määrittelee puhdistusprosessin alkupään holvin katon ja puhdistusprosessin lopussa purkuputken pään välinen korkeusero, joka on 16 metriä. Kalliotilan päälle on esitetyllä jännevälillä jätettävä vähintään 10 metriä paksu kalliokatto.

Maanpäälliset rakenteet pyritään keskittämään yhtenäiselle alueelle tilankäytön optimoimiseksi. Kalliopuhdistamon maanpäällisiä osia ovat:

- hallinto- ja huoltorakennus
- tuloilman ottoaukko
- poistoilmapiippu
- puhdistamon ajotunneleiden ja hätäpoistumisteiden suuaukkorakenteet
- läpäisylähteen vastaanottoasema (esim. metanoli)
- mädättämöiden yläosat, mädättämökaasun hyötykäyttölaitteisto, kaasukellot, ja em. liittyvät putkistot ulottuvat maan pinnalle
- polttolaitos

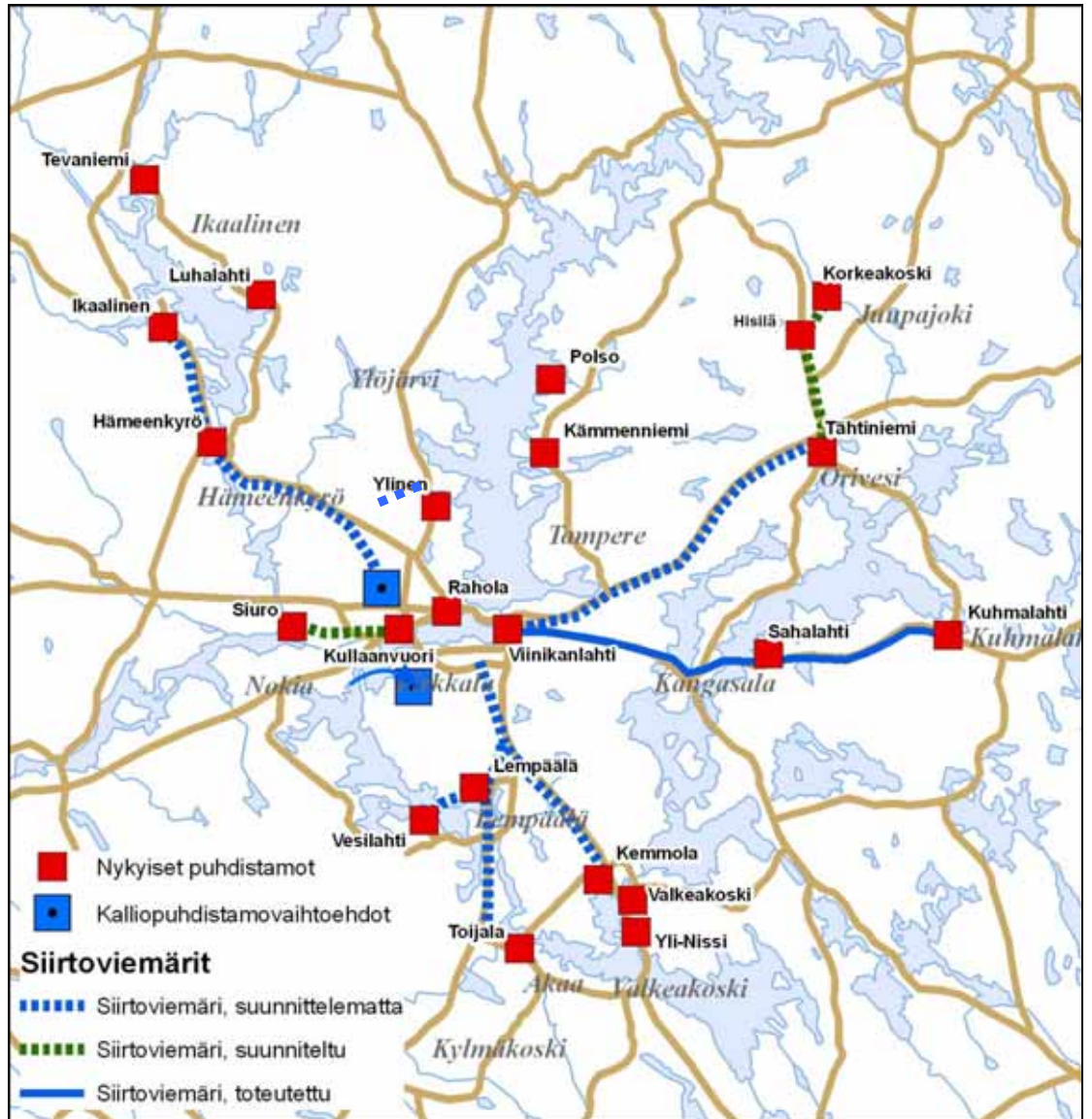
Maanpäälliset tilat sijoitellaan 2 – 3 ha alueelle.

3.6 Jäteveden johtaminen kalliopuhdistamoon

Jätevedet johdetaan puhdistamolle pääsääntöisesti kalliotunnelilla. Lakkautettavilta jätevedenpuhdistamoilta jätevedet johdetaan vaihtoehdosta riippuen Viinikanlahden jätevedenpuhdistamon kautta kalliotunneliin, suoraan kalliotunneliin tai suoraan kallio-
puhdistamolle rakennettavia paineviemäreitä (myöh. siirtolinja) pitkin. Siirtolinjojen suunnittelussa lähtökohtana on sijoittaa linjat nykyisten väylien varteen, jolloin siirtolinjoista maankäytölle aiheutuva haitta on mahdollisimman vähäinen. Siirtolinjojen vaatima maantarve on rakentamisvaiheessa noin 15 metriä leveä ja toiminta-aikana noin 5-10 metriä leveä vyöhyke. Lisäksi siirtolinjoille on tarve rakentaa välipump-

paamoja. Siirtolinjojen ja pumppaamojen suunnittelu tehdään vasta kalliopuhdistamohankkeen yleissuunnitelman jälkeen.

Lakkautettavilta puhdistamoilta jätevedet johdetaan siirtoviemäreitä pitkin Raholan, Kullaanvuoren ja Viinikanlahden puhdistamojen kautta keskuspuhdistamolle (tai suoraan keskuspuhdistamolle). Siirtolinjoja ei ole suunniteltu tarkemmin, vaan suunnittelu tehdään vasta tarkemman suunnittelun yhteydessä valitulle vaihtoehdolle. Linjat pyritään sijoittamaan liikenneväylien ym. rakennettujen alueiden yhteyteen, jolloin maankäytölle aiheutuu mahdollisimman vähän rajoituksia. Alla olevassa kartassa on esitetty karkeasti tarvittavat siirtolinjat.



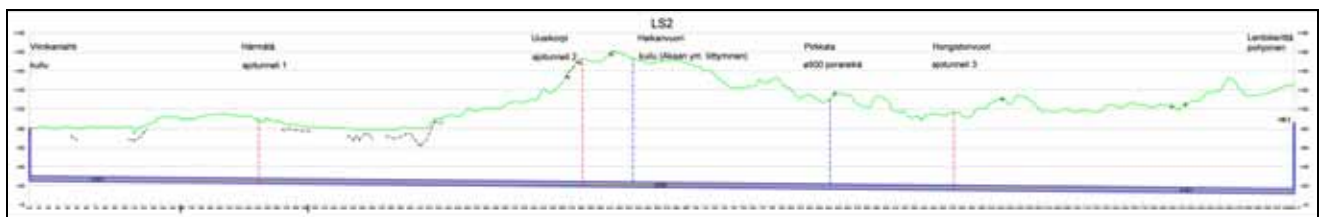
Kuva 3-11. Esitys tarvittavista siirtolinjoista lakkautettavilta puhdistamoilta. Linjaukset ovat alustavia. Toijala nykyisin Akaa.

Viinikanlahden puhdistamolta jätevedet johdetaan kalliotunnelia pitkin uudelle keskuspuhdistamolle. Tunnelin pituus on noin 13-15 kilometriä vaihtoehdosta riippuen. Tunnelin pohjan leveys on noin 4,5 metriä ja korkeus noin 5 metriä, jolloin poikkipinta-ala on noin 21 m². Jätevesien siirtotunnelin pohja on kaukalomainen betonirakenne, joka mahdollistaa jäteveden esteettömän virtauksen. Tunnelia mitoittavia tekijöitä ovat mm. virtausmäärät sekä käytettävä louhintakalusto. Tunnelin koko mahdollistaa tun-

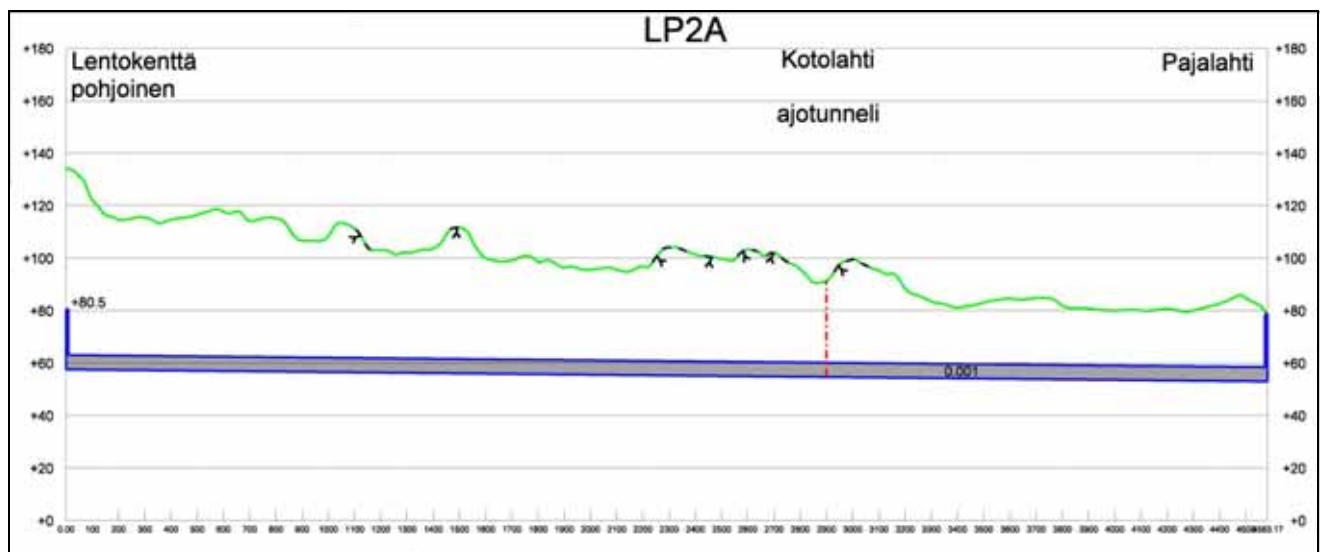
nelin käyttämisen puhdistamolle tulevan virtaaman tasaamiseen ja tarvittaessa myös varastoaltaana poikkeustilanteissa. Tunnelin kokonaistilavuus on lähes 300 000 m³.

Siirtotunnelit ovat gravitaatiotunneleita eli ns. viettoviemäreitä, joissa vesi virtaa tunnelin kaltevuuden tuottamalla nopeudella. Normaalisissa käyttötilanteissa tunneli ei siis ole kattoaan myöten täynnä. Jäteveden pinnan korkeus vaihtelee eri vuorokaudenaikoina.

Tunneleiden korkeusasema on valittu kalliopinnan tasosta olemassa olevien tietojen pohjalta. Viitteitä kalliopinnan tasosta on saatu alueella aikaisemmin tehtyjen pohjatutkimusten avulla sekä esiselvitystä varten teetetyistä luotauksista. Tunnelit sijoittuvat minimissään 40 metriä maanpinnan alapuolelle. Puhdistamon päässä tunneli on noin 100 metrin syvyydessä maanpinnalta.



Kuva 3-12. Esimerkki siirtotunnelin pitkittäisleikkauksesta Viinikanlahti-Lentokenttä Pohjoinen. Maanpinta on esitetty vihreällä viivalla.



Kuva 3-13. Esimerkki purkutunnelin pituusleikkauksesta. Maanpinta on esitetty vihreällä viivalla.

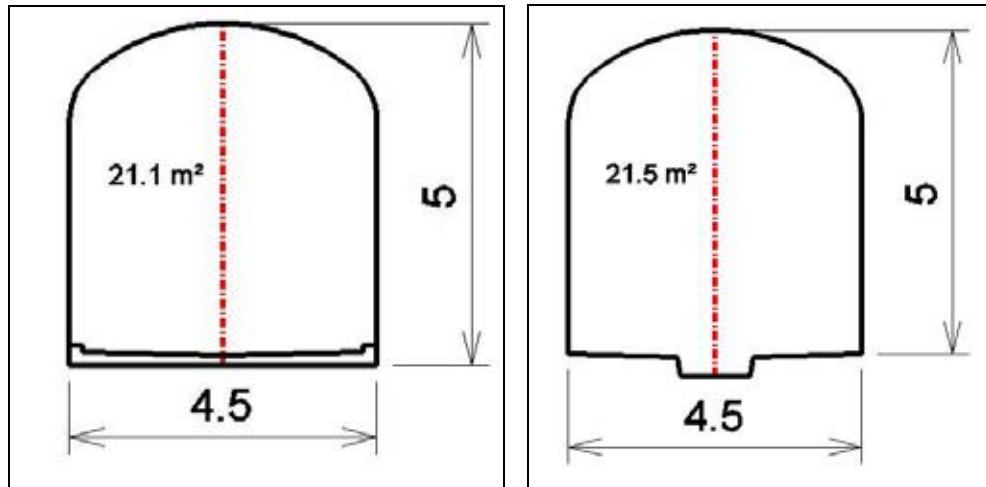
3.6.1 Puhdistettujen vesien johtaminen

Uudella keskuspuhdistamolla puhdistetut jätevedet johdetaan vesistöön kalliotunnelia pitkin. Louhittavan tunnelin pituus on noin 3-8 kilometriä vaihtoehdosta riippuen. Rakenteeltaan tunneli vastaa jäteveden johtamistunnelia.

Purkutunnelit ovat paineellisia joten vesi virtaa niissä ilman erillistä pumppausvoimaa. Tunneli on normaalissa käyttötilanteessa täynnä. Purkutunnelin paineellinen taso on hieman purkupaikan vesistön korkeustason yläpuolella.

Tunneleiden korkeusasema on valittu kuten siirtolinjoilla kalliopinnan tasosta olemassa olevien pohjatutkimustietojen ja kalliopaljastumien perusteella. Linjojen pituuteen

nähtäen yksityiskohtaisia kalliopintatietoja on ollut käytössä suhteellisen vähän. Purkutunnelien periaatteellinen poikkileikkaus on esitetty kuvassa 3-12:



Kuva 3-14. Siirtotunnelin periaatteellinen poikkileikkaus (vasen kuva) ja purkutunnelin periaatteellinen poikkileikkaus (oikea kuva).

Purkutunnelin pohjalla ei ole betonikaukalorakennetta mutta se on rakenteellisesti muilta osin siirtotunnelin kaltainen.

Purkutunneli on mahdollista varustaa lähtöpäässä turbiinilla, jolloin virtaavasta vedestä saadaan sähköä puhdistamon tarpeisiin.

Poikkeustilanteita varten puhdistamolle suunnitellaan varapurkuyhteys. Varapurkuyhteys tehdään vastaavanlaisena tunnelina.

3.6.2 Siirto- ja purkutunnelien rakenteet

Pystykuilut ja poratut rakenteet

Viinikanlahden nykyisellä puhdistamolla jätevedet johdetaan kaikissa keskuspuhdistamon sijoitusvaihtoehdoissa pystykuilulla kalliotunneliin. Puhdistamolle tulevista nykyisistä jätevesiviemäreistä johdetaan jätevedet uusilla gravitaativiemäreillä pystykuilulle.

Siirtolinjojen varrella liittyminen putkilinjalla kalliotunneliin toteutetaan kuilu- tai porakaivorakenteena. Pystykuiluille rakennetaan erityinen jätevesien pudotusrakenne. Rakenteen yläosassa on betoninen kaivorakenne, josta jätevedet johdetaan pystyputkella tunneliin.

Puhdistamopaikoilla siirtolinjan päähän louhitaan nostokuilu, johon asennettavien putkien kautta jätevesi pumpataan puhdistamoon. Nostokuiluun toteutetaan tarvittaessa porras- ym. huollon ja kunnossapidon tarvitsemia rakenteita.

Puhdistamolta lähtevä vesi johdetaan kallioon louhittuun pystykuiluun. Kuilun syvyys riippuu siirtolinjan korkeustasosta.

Vesistöön rakennettavat purkuputket liitetään rannalla purkutunneliin pystykuiluilla. Purkuputken pää varustetaan kuilussa sulkuluukulla. Purkuputkien päät vesistössä va-

rustetaan ns. diffuusorilla, eli puhdistettu jätevesi puretaan useammasta pisteestä vesistöön.

Maapeitteisillä paikoilla pystykuilujen yläosa toteutetaan teräsbetonirakenteena. Teräsbetonirakenteiden osuus on haluttu minimoida joten useat kuiluvaihtoehdot on sijoitettu kalliopaljastumille. Kallio-osuudella kuilu louhitaan esimerkiksi pitkäreikämenetelmällä.

Pystykuilujen yhteyteen maan pinnalle rakennetaan teknisten tilojen rakennus. Pora-kaivopudotusten yhteyteen toteutetaan kaivorakenne. Näiden rakentaminen ja käytönaikaisen huollon järjestäminen vaatii tieyhteyksien rakentamista ja paikoitustilaa.

Pumppaamot

Kullaanvuoreen rakennetaan uusi siirtopumppaamo. Raholaan siirtopumppaamo rakennetaan riippuen valittavasta tulotunnelivaihtoehdosta.

Pumppaamoihin rakennetaan erillinen imuallastila sekä pumppu- ja koneistotila maanpinnan alapuolelle. Maan päälle rakennetaan rakennus, johon sijoitetaan mm. huoltotilat.

Pumppuna käytetään kuiva-asenteisia uppopumppuja varustettuna taajuusmuuttajakäytöllä. Pumppuja tulee vähintään 3 + 1 varalle, siten että kolmen pumpun tuotto yhdessä vastaa maksimimitoitusvirtaamaa.

Pumppaamot varustetaan virtaamamittauksella ja ne tullaan liittämään kaukovalvontajärjestelmään.

Paineviemärit

Paineviemärit rakennetaan maaosuuksilla noin 1,2 – 1,5 m peitesyvyyteen. Tiehallinnon teiden ja rautateiden alituksissa putket rakennetaan tien tai radan ali suojaputkirakenteisena.

Paineviemärien rakentaminen vaatii n. 15 – 20 m työalueen rakennusvaiheessa. Työalue sisältää putkikaivannon, kaivumaiden säilytyksen kaivannon reunalla ja työmaatien. Metsäalueilla työalueelta kaadetaan puut.

Putkilinjan valmistuttua putkilinjalle varataan 5 – 10 m rasitealue, jonka alueen sisällä putken omistajalla on oikeus suorittaa tarvittaessa esimerkiksi putken korjaustöitä. Viljelyalueilla putken päällä saa viljellä normaalin tapaan. Metsäalueilla rasitealueella ei saa istuttaa puita.

Maanomistajalle tullaan maksamaan korvauksia rakentamisen aikaisista menetyksistä, sekä käyttöoikeudesta. Korvaukset määritetään maanomistajien ja putken omistajan välisissä neuvotteluissa. Lähtökohtana korvaussummille voidaan pitää maanomistajien edunvalvontajärjestöjen esim. maanviljelys- tai metsänhoitoyhdistysten suositushintoja.

Vesistön alituksissa viemärit upotetaan pohjaan ilman erillistä kaivua. Vain rannoilla ja purkupäässä suoritetaan vedenalaista kaivua tai ruoppausta. Putket rakennetaan painotettuina vähintään 100 % betonipainoilla, mikä estää viemärin nousemisen pohjasta.

Vesistöналitukseen rakennetaan vuotojen havaitsemiseksi virtaamamittauskaivot rannoille.

Ajotunnelit

Kaikkien siirto- ja purkutunnelivaihtoehtojen yhteyteen rakennetaan ajotunnelit 4-5 kilometrin välein. Ajotunneleita tarvitaan tunneleiden rakentamisen aikana mm. louheen kuljettamiseen. Käytön aikana tunneleiden huoltaminen tapahtuu ajotunneleiden kautta.

Ajotunneleiden alustavat sijainnit on valittu siten, että ympäristölle aiheutuvat häiriöt muodostuvat mahdollisimman vähäisiksi. Sijoittelussa on pyritty hyödyntämään olemassa olevaa tieverkkoa louheen kuljetusmatkojen ja uusien teiden rakentamisen minimoimiseksi. Ajotunneleiden suuaukot on sijoitettu siten, että tarvittavat avoleikkaukset ja maanpoistot sekä tunneleiden pituudet minimoidaan.

Ajotunneleiden ja niiden suuaukkojen sijainteja tarkennetaan jatkosuunnittelun yhteydessä, mikäli kalliopuhdistamo päätetään toteuttaa.

Ajotunnelit mitoitetaan louhintakaluston sekä huolto- ja kunnossapitokaluston toimintatarpeiden takaamiseksi. Ajotunneleiden kaltevuutena on laskelmissa käytetty arvoa 1:7.

3.6.3 Louhintamäärät

Kalliopuhdistamon louhintamäärissä ei ole merkittäviä eroja vaihtoehtojen välillä. Puhdistamon kallionsisäisten tilojen laajuuteen vaikuttaa valittava vesiprosessi ja lietteenkäsittelyprosessi. Keskimäärin louhintatarve on noin 600 000 m³, jolloin louheen määrä on hieman yli miljoona kuutiometriä.

Siirto- ja purkulinjoiden louhintamäärät vaihtelevat huomattavasti vaihtoehtojen välillä. Alla olevassa taulukossa on koottu suurin ja pienin louhintamäärä vaihtoehtojen välillä. Louhintamäärä on suoraan suhteessa tunneleiden pituuteen. Laskuissa ei ole mukana varapurkuyhteydet.

Kalliopuhdistamoon liittyvien tunneleiden louhintamäärät				
	Siirtotunneli, minimi	Siirtotunneli, maksimi	Purkutunneli, minimi	Purkutunneli, maksimi
Koukkujärven vaihtoehto	297 990 m ³	358 555 m ³	92 966 m ³	225 126 m ³
Pirkkalan vaihtoehto	280 460 m ³	280 460 m ³	98 900 m ³	311 750 m ³

3.7 Hankkeen edellyttämät suunnitelmat ja luvat

Hankkeen yleissuunnittelu on käynnistynyt kesällä 2007. Yleissuunnitelma valmistuu vuoden 2008 lopussa. Yleissuunnitelman tavoitteena on antaa riittävä tieto hankkeessa mukana oleville tahoille päätöksentekoa varten.

Kyseessä oleva hanke edellyttää YVA-lain mukaista ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. YVA-asetuksen hankeluettelossa on lueteltu sellaiset hankkeet, jotka edel-

lyttävät YVA-menettelyä. Tällaisia hankkeita ovat mm. suuret raakavesi- tai jätevesi-tunnelit sekä yli 100 000 asukasvastineluvulle mitoitettut jätevesien käsittelylaitokset.

Hankkeen toteuttaminen vaatii ympäristölupaa. Ympäristölupaa haetaan ympäristölupavirastolta. Ympäristönsuojeluasetuksessa on määritelty luvanvarainen toiminta. Lupa edellytetään jätevedenpuhdistamolta, joka on tarkoitettu vähintään asukasvastineluvultaan 100 henkilön jätevesien käsittelemiseen, tai vähintään 100 henkilön asumisjätevesien johtaminen muualle kuin yleiseen viemäriin. Ympäristölupahakemuksen liitteenä tulee olla ympäristövaikutusten arviointiselostus sekä yhteysviranomaisen lausunto siitä.

Jätevesien johtaminen vesistöön edellyttää lisäksi vesilain mukaisen luvan hakemista. Lupaa tulee hakea myös siinä tapauksessa, jos jätevesiä johdetaan putkessa vesistön pohjassa. Lisäksi tunnelien ja kalliopuhdistamon louhinnasta aiheutuva pohjaveden pinnan pysyvä alentaminen vaatii vesilain mukaisen luvan.

Kalliopuhdistamo edellyttää asemakaavaa. Ympäristölupaa ei voida myöntää ennen lainvoimaista asemakaavaa.

Kalliopuhdistamon rakennukset edellyttävät rakennuslupaa, jonka myöntää kunnan viranomainen. Rakennuslupan myöntämisen edellytyksenä on, että hanke on voimassa olevien maankäytön suunnitelmien mukainen (maakuntakaava, yleiskaava, asemakaava).

Mikäli kallion louhinnasta syntyvää materiaalia aiotaan jatkojalostaa (esim. murskata) tai myydä, vaatii toiminta maa-ainestenottoluvan. Luvan myöntää kunnan viranomainen. Lähtökohtaisesti syntyvä louhe kuljetetaan välivarastoihin tai suoraan jatkojalostukseen jalostustoimintaa harjoittavan toiminnanharjoittajan ympäristöluvan omaavalle toiminta-alueelle tai muutoin hyötykäyttöön, kuten rakentamiseen.

Jätevedenpuhdistamon rakentaminen edellyttää lentoesteluvan hakemista, mikäli poistopiippu on korkeudeltaan yli 30 metriä. Lupaa haetaan ilmailuhallinnolta. Jollei lentoturvallisuus vaarannu, Ilmailuhallinto voi antaa luvan 2 momentissa tarkoitettun laitteen, rakennuksen, rakennelman tai merkin asettamiseen. Lupa on myönnettävä, jos luvan epääminen aiheuttaisi maanomistajalle tai siihen kohdistuvan erityisen oikeuden haltijalle kohtuutonta haittaa verrattuna esteestä aiheutuvaan haittaan lentoliikenteen sujuvuudelle. Lentoesteet on merkittävä Ilmailuhallinnon antamien määräysten mukaisesti.

Uusien tieliittymien liittäminen tiehallinnon tieverkkoon edellyttää liittymäluvan hakemista tiehallinnolta. Uusia liittymiä edellyttävät puhdistamon liittymä sekä ajotunnelit.

3.8 Liittyminen muihin hankkeisiin ja suunnitelmiin

Pirkanmaan keskuspuhdistamohanke liittyy alueelliseen vesihuollon kehittämissuunnitelmaan, jossa selvitettiin erilaisia jätevesihuollon kehittämisvaihtoehtoja.

Ikaalinen – Hämeenkyrö – Nokia välisen yhdysvesihuollon yleissuunnitelman tietoja on käytetty ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Pirkanmaan maakuntahallitus on päättänyt 18.12.2007, että Pirkanmaan 1. maakunta-kaavan täydentämiseksi käynnistetään vaihekaavoitus ja jatketaan sen pohjaksi mm. seuraavia asiakokonaisuuksia koskevaa selvitystyötä: ampumaradat, moottorikelkka-reitit, keskusjätevedenpuhdistamo, vesi- ja jätevesihuollon sekä jätehuollon pitkän aikavälin tarpeisiin liittyvät tekijät, kiviaineshuollon ja energihuollon aluevaraukset, tulvariskialueet sekä liikenteeseen ja logistiikkaan liittyvät erityiskysymykset. Tampereen seudun valtakunnallisesta logistiikkakeskuksesta laadittiin esiselvitys vuonna 2007. Siinä todettiin, että seutu on valtakunnallisten tavaravirtojen leikkauspisteessä, keskellä teollista Suomea. Lisäksi seutu jo itsestään muodostaa kasvavana valtakunnallisena aluekeskuksena tavaravirtoja niin paljon että alueella on tarve keskitettyyn logistiikkakeskukseen. Esiselvityksessä tehdyssä vertailussa todettiin keskuksen parhaaksi sijoituspaikaksi Tampereen, Pirkkalan ja Lempäälän raja-alue pääradan länsipuolella. Vertailussa oli mukana kuusi eri aluetta. Esiselvityksen pohjalta laaditussa Tampere-Pirkkalan logistiikkakeskuksen aluevaraussuunnitelmassa on tutkittu alueen tarkempaa sijaintia, aluerajausta sisäistä aluerakennetta, liikenneväyliä sekä alueen rakentamisen kustannuksia.

Pirkanmaan liiton toimesta on laadittu Tampereen läntisen oikoradan esiselvitys. Esiselvityksen tavoitteena oli tutkia, mitä hyötyjä ja haittoja radasta olisi, onko radan toteuttaminen teknisesti mahdollista, sekä mikä olisi radan kustannusarvio selvityksen tekohetkellä. Selvitystyö on maakuntakaavan taustaselvitys ja sen tarkkuus on asiaan liittyvänä ensimmäisenä esiselvityksenä hyvin karkea. Työssä on tutkittu oikoradalle linjausvaihtoehtoja nykyinen ja tuleva maankäyttö sekä alueella sijaitsevat suojeltavat ja ympäristön kannalta tärkeät alueet huomioiden.

Pirkkalan lentoaseman kehittämisessä on tarkasteltu toisen kiitotien rakentamista. Päätöksiä asiasta ei ole tehty. Uusi kiitotie sijoittuisi mahdollisesti nykyisen kiitotien suuntaisesti sen pohjoispuolelle.

3.9 Hankkeen suunnittelutilanne ja aikataulu

Vuonna 2006 valmistui keskuspuhdistamoprojektiin liittyvä puhdistamon sijainti- ja purkupaikkojen vertailu, jonka perusteella valittiin jatkosuunnitteluun keskuspuhdistamon sijoituspaikkavaihtoehtoiksi Nokian Koukkujärvi ja Pirkkalan lentokentän pohjoinen alue.

Hankkeen yleissuunnittelu on käynnistetty yhtäaikaisesti YVA-menettelyn kanssa. Ensimmäisessä vaiheessa tarkistetaan mitoitus tiedot, vertaillaan käsittelyprosesseja, määritetään alustavat siirtolinjojen linjausvaihtoehdot sekä tehdään maastotutkimuksia (sijaintipaikkojen kallioperätutkimukset, siirtolinjojen maa- ja kallioperätutkimukset). Yleissuunnitelma sisältää puhdistamon ja lietteenkäsittelyn suunnittelun sekä pää- ja purkulinjojen suunnittelun. Yleissuunnitelma valmistuu vuoden 2008 kuluessa. Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä on laadittu vaihtoehdon 0+ laitosten kehittämissuunnitelma, jossa on esitetty puhdistamoilla toteutettavat kehittämistoimenpiteet.

Ympäristövaikutusten arviointi tehdään yleissuunnittelun rinnalla. YVA-selostus perustuu yleissuunnitelman ensimmäisen vaiheen tietoihin. Seuraavassa on esitetty hankkeen alustava kokonaisuikataulu.

AIKATAULU	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
kalliotutkimukset														
Yleissuunnitelma														
YVA														
Selvitysten täydennys														
Lupaprosessi														
Laitoksen suunnittelu														
Laitoksen rakentaminen														
Viemäritunnelien rakentaminen														
Laitos käynnissä														

Kuva 3-15. Hankkeen alustava kokonaisaikataulu.

4 VAIHTOEHDOT

YVAssa tarkastellaan jäteveden puhdistuksen vaihtoehtoja, joiden puhdistustulos vastaa ympäristöviranomaisten edellyttämää puhdistustulosta. Vaihtoehtoina tarkastellaan keskitettyä jäteveden puhdistusta ns. kalliopuhdistamolla sekä nykyisten puhdistamojen kehittämistä vastaamaan puhdistusvaatimuksia. Nykyiset jätevedenpuhdistamot eivät pysty saavuttamaan puhdistusvelvoitteita ilman tehostamisinvestointeja. Tämän takia hankkeessa ei tarkastella ns. 0-vaihtoehtoa eli nykyistä tilannetta.

4.1 Hylätyt puhdistamon sijoitus- ja purkupaikat

Aiemmissa vaiheissa tarkasteluissa mukana olleista keskuspuhdistamon sijoituspaikoista on hylätty Saukonvuori ja Melo riittämättömien kalliioresurssien takia. Purkupaikkavaihtoehtoista Melon vaihtoehto on hylätty, koska Melon voimalaitoksen säännöstelyn takia puhdistettujen vesien purkaminen alueelle aiheuttaisi selviä haitallisia vaikutuksia vesistöön lähialueella.

Jenni Haapaniemi on laatinut opinnäytetyön vaihtoehtoisesta ratkaisusta johtaa keskuspuhdistamon puhdistetut jätevedet mereen kalliotunnelia pitkin (ns. meritunneli). Tutkimus suoritettiin pääasiassa kirjallisuustutkimuksena, jossa kirjallisuuden lisäksi aineistona käytettiin karttatarkasteluja. Tunnelin pituus olisi noin 120 km ja puhdistetut jätevedet johdettaisiin Porin edustalle. Meritunnelin rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset todettiin pääasiassa negatiivisiksi. Negatiivisia vaikutuksia esiintyisi enemmän rakentamisen aikana kuin toimintavaiheessa. Tunnelin rakentaminen kestäisi arviolta noin 8 vuotta. Tutkimuksen mukaan puhdistettujen jätevesien johtaminen mereen tunnelissa ei parantaisi sisävesien laatua merkittävästi. Johtopäätöksenä tutkimuksessa todetaan, että meritunnelin myönteiset ympäristövaikutukset ovat huomattavasti pienemmät ja pienemmälle alueelle kohdistuvat kuin tunnelista ja sen rakentamisesta aiheutuvat haitalliset ympäristövaikutukset.

4.2 Jatkotarkastelusta poistetut tunnelilinjat

Yleissuunnitelmaa valmistelevasta jatkotarkastelusta poistettiin muutamia aikaisemmassa vaiheessa mukana olleita siirto- ja poistotunnelivaihtoehtoja. Poistettujen vaihtoehtojen ei ole katsottu tuovan lisäarvoa muihin vaihtoehtoihin nähden tai linjauksilla on katsottu olevan mm. ympäristöllisiä riskitekijöitä.

Kaikki siirtolinjat ovat jatkotarkastelussa olleet syvällä kulkevia gravitaatiotunneleita. Sukellusputkitunnelit on jätetty pois jatkotarkastelusta. Niiden karsintaa tukivat toiminnallisessa tarkastelussa todetut liettymisriskit, sukellusputkien huoltotarve, lisäjärjestelmien tarve, lisäjärjestelmien häiriöherkkyys sekä näiden järjestelmien vaatimat käyttö, huolto ja ohjaus.

Jatkotarkastelusta poistetut tunnelilinjat:

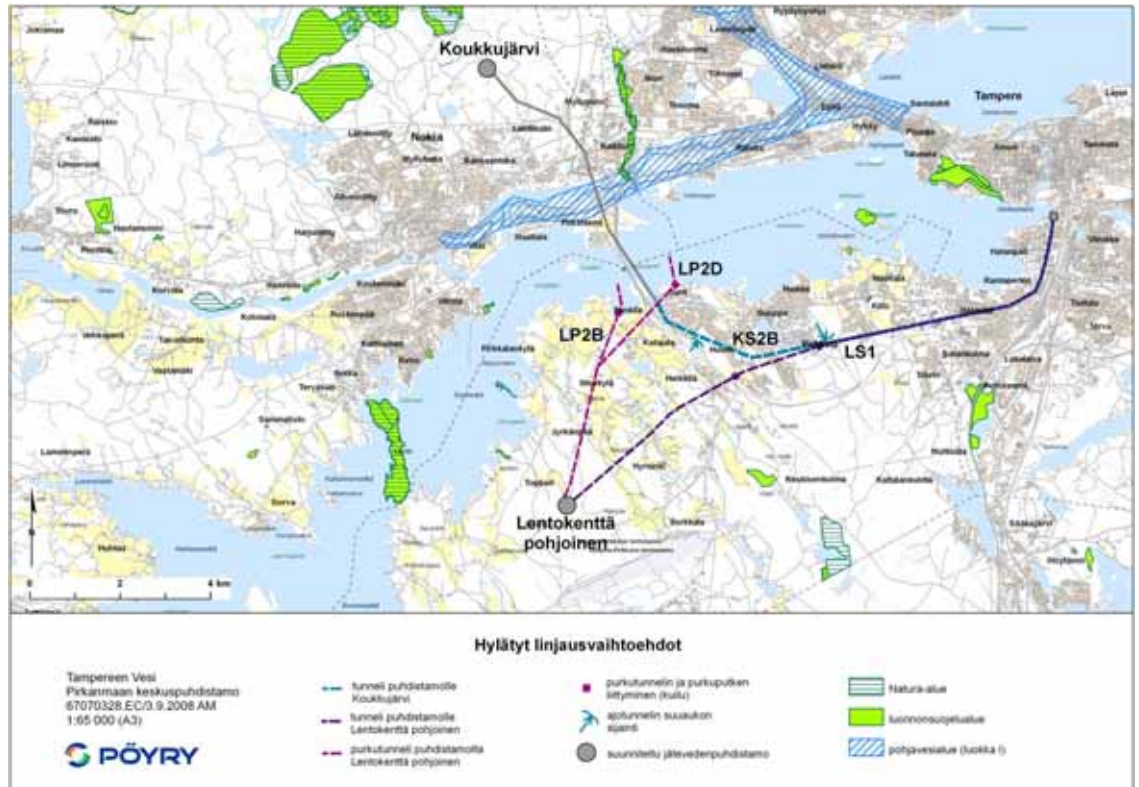
VE1: Lentokenttä pohjoinen

- siirtolinja LS1:
 - Linja on lähes yhtä pitkä kuin jatkotarkasteluun valittu linja LS2.
 - LS2:n linjaus kulkee pidemmän matkan rakentamattomalla alueella, jolloin vältetään mm. asutukselle rakentamisesta aiheutuvat häiriöt.
- purkulinja LP2B ja LP2D:

- o Jatkotarkasteluun valitut linjat LP2A ja LP2C voidaan toteuttaa ilman vesistöalituksia.
- o Linjan LP2C nostokuilun sijainti Rajaniemessä aiheuttaa vähemmän häiriötä ympäristölleen kuin LP2D, jonka poistokuilu olisi rakennettu uimarannan läheisyyteen.
- o Linjan LP2B purkupää sijoittuu lähelle olemassa olevaa maakaasulinjaa. Poistetuilla linjauksilla on lisäksi arkeologisia tutkimuskohteita.
- Melon padolle johtava poistolinja on karsittu jatkotarkastelusta vesistömallin osoitettua vaihtoehdon toteutuskelvottomaksi.

VE2: Koukkujärvi

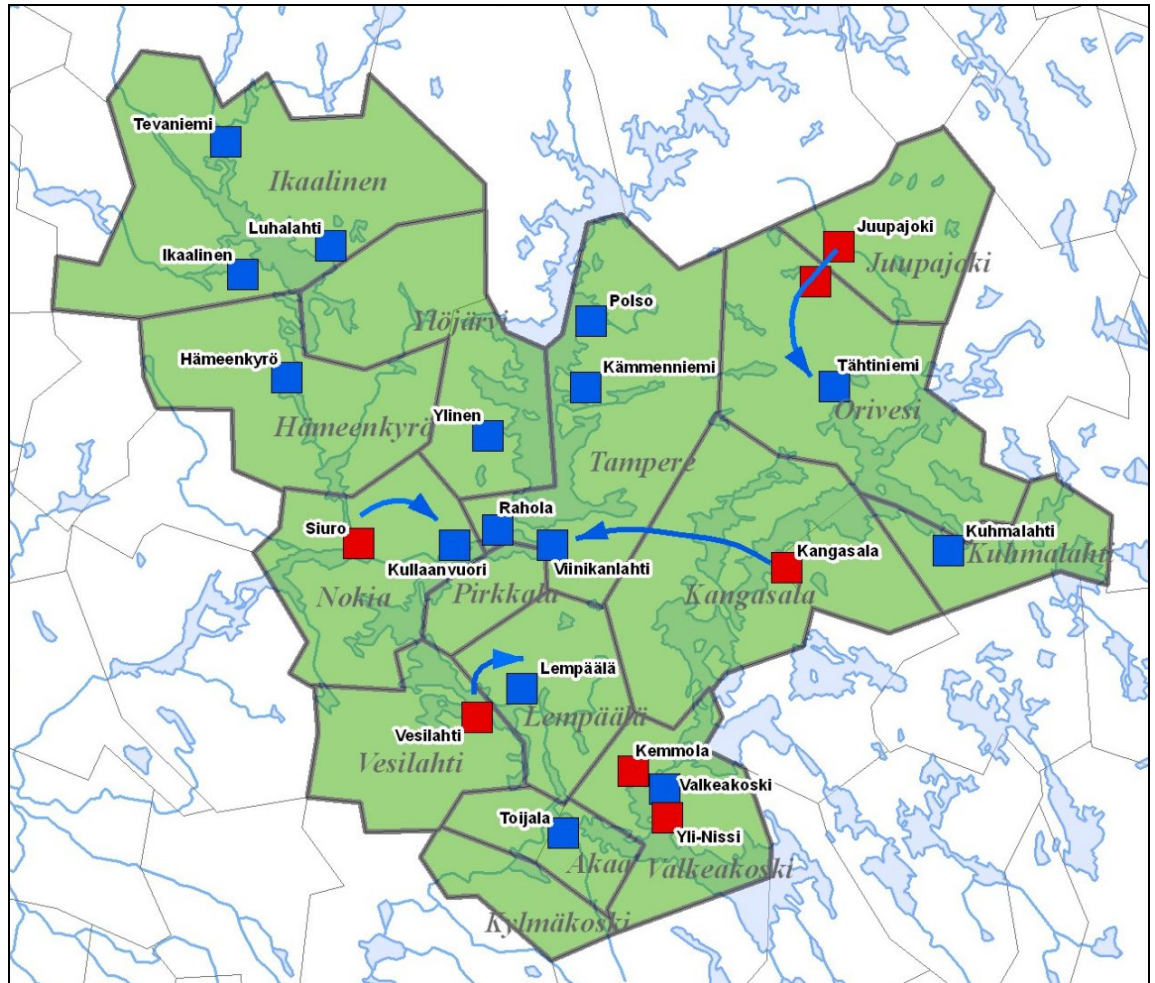
- siirtolinja KS2B:
 - o Linja kulkee Pirkkalassa rakennetulla ja rakentamiselle kaavoitetulla alueella.
 - o Pirkkalan kuntakeskuksen alueelle tuleva ajotunnelin suuaukko sijoittuu alustavissa tarkasteluissa liikenneyhteyksiltään hankalaan paikkaan (ajoyhteys asutusalueen kautta)
 - o Linjat KS2B ja KS2A ovat alku- ja loppupäästään identtiset.
 - o Tunnelin pidempi linjaus Pirkkalan eteläosien kautta ei tuo juurikaan lisäarvoa verrattuna linjaan KS2A.
 - o KS2A kulkee Pirkkalassa tien 3022 lähellä, mikä vähentää asutulle ympäristölle aiheutuvia häiriöitä mm. rakentamisen aikana (louhintätärinät).
 - o Linja KS2A on linjauksena helpompi toteuttaa ja on investointikustannuksiltaan edullisempi.
- Melon padolle johtava poistolinja on karsittu jatkotarkastelusta vesistömallin osoitettua vaihtoehdon toteutuskelvottomaksi.
- siirtolinja KS3:
 - o Linjat KS3 ja KS2A ovat alkupäästään identtiset. KS3 on pidempi ja investointikustannuksiltaan kalliimpi kuin KS2A.
 - o Pidempi linja: nostokorkeus ja –kustannukset puhdistamolla ovat suuremmat.
 - o Pitkä vesistöalitus: laaja ruhjealue Rajasalmen vesistöalitukseen nähden.
 - o Linjalle osuvat Vihnusjärven seudun epävarmat kallio-olosuhteet.



Kuva 4-1. Yleissuunnitelman ensimmäisen vaiheen tarkastelun perusteella jatkotarkastelusta hylätyt tulo- ja purkutunnelivaihtoehdot.

4.3 Vaihtoehto 0+, nykyisten puhdistamojen kehittäminen

Vaihtoehdossa 0+ jätevesien yhteiskäsittely tehostuu siten, että tarkastelualueelle jää kuusi suurempaa, mitoitusvuonna 2040 asukasvastineluvultaan yli 10 000 avl:n jätevedenpuhdistamoa ja 7 pienempää puhdistamoa. Suuremmat puhdistamot tullaan saneeraamaan ja laajentamaan siten, että niissä saavutetaan kalliopuhdistamon puhdistustasoa vastaava jätevesien käsittelyn taso. Puhdistamoiden purkupaikat säilyvät toimintaansa jatkavien puhdistamoiden osalta nykyisinä.



Kuva 4-3. 0+-vaihtoehdossa lakkautettavat ja säilyvät puhdistamot. lakkautettavat puhdistamot on esitetty punaisella symbolilla. Toijala nykyisin Akaa.

Isot puhdistamot

Suurilla jätevedenpuhdistamoilla tarvittavat toimenpiteet on esitetty yhteenvedona taulukossa 4-2. Pienillä puhdistamoilla tarvittavat toimenpiteet perustuvat Pirkanmaan alueellisen vesihuollon kehittämissuunnitelmassa esitettyihin toimenpiteisiin Hämeenkyrön ja Ikaalisten jätevedet johdetaan Nokian Kullaanvuoren jätevedenpuhdistamolle Ikaalinen – Hämeenkyrö – Nokia yhdysvesihuollon esisuunnitelman mukaisesti (0352-C8633, 24.9.2007, Suunnittelukeskus Oy).

Käsitteltävien jätevesien puhdistusvaatimuksena yli 10 000 avl:n puhdistamoilla käytetään taulukossa 2.1 esitettyjä enimmäispitoisuuksia ja puhdistusvaatimuksia, typenpoistotehon osalta vuosikeskiarvona ja muiden suureiden osalta neljännesvuosikeskiarvona. Puhdistamoiden lupaehtojen kehitystä ei kyetä tarkasti ennakoimaan, mutta yleissuunnitelmavaiheessa esitetyt puhdistusvaatimukset vastaavat nykyisin suurille yli 10 000 avl:n jätevedenpuhdistamoille esitettyjä puhdistusvaatimuksia.

Taulukko 4-1 Suurten (yli 10 000 avl:n) puhdistamoiden puhdistusvaatimukset.

Suure	Pitoisuus enintään mg/l	Poistoteho vähintään %
BOD _{7atu}	8	96
P _{tot}	0,3	96
N _{tot}	-	70
NH ₄ ⁺ -N	4	-

Taulukko 4-2. 0+vaihtoehtoon yli 10 000 avl:n puhdistamoilla tarvittavat toimenpiteet vuoden 2040 kuormituksen käsittelemiseksi.

Toimenpide	Akaa	Lempäälä	Tampere, Rahola	Tampere, Viinikanlahti	Nokia, Kullaanvuori	Valkeakoski
Tulojärjestelyt	Ei laajennustoimenpiteitä	Ei laajennustoimenpiteitä	Ei saneeraustarvetta	Ei laajennustarvetta		Tulokaivon eteen painovoimainen hiekan ja kivien laskeutusallas
Esikäsittely	Ei laajennustoimenpiteitä	Ei laajennustoimenpiteitä	Ei laajennustarvetta	Ei laajennustarvetta	Uusitaan	Ei laajennustoimenpiteitä
Esiselkeytys	Ei laajennustoimenpiteitä	Ei laajennustoimenpiteitä, kemikalointia muutetaan.	Ei laajennustarvetta (varauksin)	Kaksi uutta esiselkeytintä, 2* 800 m ²		Ei laajennustoimenpiteitä
Kemikalointi	Varaus metanolisäiliölle, kolmiarvoinen rauta tertiäärikäsittelyyn, eli yksi kemikalointipiste lisää.	kolmiarvoinen rauta tertiäärikäsittelyyn, yksi kemikalointipiste lisää, varaus metanolisäiliölle	Lisätään metanolin syöttöjärjestelyt	Lisätään metanolin syöttöjärjestelyt		Toinen ferrosulfaatin syöttöpiste ennen tertiäärikäsittelyä
Aktiiviliete-prosessi	1700 m ³ lisää allastilavuutta, sekoittimet, ilmastimet, lietteen kierrätyspumppaus laitoksen automaatio ja instrumentointi saneerataan vastaamaan kokonaistypenpoiston tarpeita	4*1 050 m ³ = 4 200 m ³ lisää allastilavuutta sekoittimet, ilmastimet, lietteen kierrätyspumppaus, kompressorit, laitoksen automaatio ja instrumentointi saneerataan vastaamaan kokonaistypenpoiston tarpeita	Kaksi uutta ilmastuslinjaa, tilavuus à 1 780 m ³ , yhteensä 3 560 m ³ Koneistojärjestelyt, nostopumppaus ilmastuslinjoille, ilmastinten uudelleenjärjestelyt, sekoittimet lohkoihin 1 – 3, nitraattikierrätys	Kaksi uutta ilmastuslinjaa, tilavuus à 4 250 m ³ , yhteensä 8 500 m ³ Koneistojärjestelyt, nostopumppaus ilmastuslinjoille, ilmastinten uudelleenjärjestelyt, sekoittimet lohkoihin 1 – 3, nitraattikierrätys	Kaksi uutta ilmastuslinjaa, tilavuus à 2 440 m ³ , yhteensä 4 875 m ³	2* 1700 m ³ lisää allastilavuutta sekoittimet, ilmastimet, lietteen kierrätyspumppaus, laitoksen automaatio ja instrumentointi saneerataan vastaamaan kokonaistypenpoiston tarpeita.

Toimenpide	Akaa	Lempäälä	Tampere, Rahola	Tampere, Viinikanlahti	Nokia, Kullaanvuori	Valkeakoski
Jälkiselkeyty	Vesien johtamisjärjestelyt tertiäärikäsittelylaitokseen	1*114 m ² lisää selkeytyspinta-alaa, vesien johtamisjärjestelyt ja nostopumppaus tertiäärikäsittelylaitokseen	Kaksi uutta suorakaiteenmuotoista pariselkeytysallasta à 900 m ² , yhteensä 1800 m ²	Kaksi uutta suorakaiteenmuotoista pariselkeytysallasta à 900 m ² , yhteensä 1800 m ²	Kaksi uutta jälkiselkeytysallasta, yhteensä 1 420 m ²	Ei laajennustoimenpiteitä, vesien johtamisjärjestelyt tertiäärikäsittelylaitokseen
Tertiäärikäsittely	Hiekkasuodatus 80 m ²	Hiekkasuodatus 2*30 m ³ = 60 m ²	Biologinen suodatuslaitos, suodatinpinta-ala 240 m ²	Biologinen suodatuslaitos, suodatinpinta-ala 570 m ²	Biologinen suodatuslaitos, suodatinpinta-ala 140 m ²	Hiekkasuodatus 4*20 m ²
Lietteen käsittely	Linkokapasiteetti riittää todennäköisesti uusiin lietemääriin	Toinen liete-linko tarvitaan kuivauksen varmistamiseksi	Ei laajennustarvetta	Kaksi uutta tiivistintä à 250 m ²	Yksi uusi liete-linko	ei laajennustoimenpiteitä

Pienet puhdistamot

Pienempien, alle 10 000 avl:n puhdistamoiden puhdistusvaatimukset on esitetty alla. Pirkanmaan alueellisen vesihuollon kehittämissuunnitelman mukaisesti pienillä jätevedenpuhdistamoilla ei varauduta ammoniumtypenpoistoon.

Taulukko 4-3. Alle 10 000 avl:n puhdistamoiden puhdistusvaatimukset

Suure	Pitoisuus enintään mg/l	Poistoteho vähintään %
BOD _{7atu}	10	95
P _{tot}	0,5	95
N _{tot}	-	-
NH ₄ ⁺ -N	-	-

Kuhmalahden puhdistamolla käsitellään Kuhmalahden jätevedet. Bioroottorilaitoksen kapasiteetti kaksinkertaistetaan. Laitoksella syntyvät lietteet kuljetetaan käsiteltäväksi Oriveden Tähtiniemen puhdistamolle.

Juupajoen Korkeakosken ja Oriveden Hirsilän jätevedenpuhdistamot suljetaan ja jätevedet johdetaan Oriveden Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolle. Laitoksen esi- ja jälkiselkeytystä laajennetaan.

Ikaalisten jätevedenpuhdistamo käsittelee suurimman osan kunnan alueella syntyvistä jätevesistä ja puhdistamo saneerataan. Ikaalisten pienemmille Tevaniemen ja Luhalahden puhdistamoille ei ole esitetty toimenpiteitä Pirkanmaan alueellisen vesihuollon kehittämissuunnitelmassa.

Hämeenkyrön jätevedenpuhdistamolla käsitellään Hämeenkyrön ja entisen Viljakalan alueen jätevedet. Puhdistamon toimintaa tehostetaan jälkikäsittelyllä.

Ylöjärven Ylisten jätevedenpuhdistamolle ei ole esitetty toimenpiteitä Pirkanmaan alueellisen vesihuollon kehittämissuunnitelmassa.

Tampereen Kämenniemen jätevedenpuhdistamolla käsitellään nykyisellä viemärintialueella syntyvät jätevedet. Laitoksen ilmastuskapasiteetti kaksinkertaistetaan ja purkupaikan sijaintia tarkastellaan. Tampereen Polson jätevedenpuhdistamolle ei ole esitetty toimenpiteitä Pirkanmaan alueellisen vesihuollon kehittämissuunnitelmassa.

Kangasalan Sahalahden puhdistamo muutetaan nykyisestä teollisuuden jätevesien esikäsittelylaitokseksi. Esikäsitelty jätevesi johdetaan Tampereen Viinikanlahden puhdistamolle.

Kemikaalikuljetukset

Kemikaalikuljetusten laskentaperusteena on käytetty oletusta, että puhdistamoille tuottavat kemikaalit kuljetetaan täysperävaunulasteina. Puhdistamokohtaiset kemikaalien vuotuiset kuljetusmäärät on esitetty taulukossa 4-4.

Taulukko 4-4. Puhdistamoiden vuotuiset kemikaalikuljetusten määrät

Puhdistamo	Akaa	Lempäälä	Tampere, Rahola	Tampere, Viinikanlahti	Nokia, Kullaanvuori	Valkeakoski	Pienet puhdistamot yht.*	Puhdistamot yhteensä*
Kuljetusten määrä/a	14	13	92	285	52	15	7-14	478 - 485

*) kuljetusmääräksi arvioitu 1 - 2 kuljetusta/puhdistamo

Lietteen kuljetus jatkokäsiteltäväksi

Mekaanisesti kuivatun lietteen kuljetus jatkokäsiteltäväksi on esitetty taulukossa 4-5. Kuljetusmäärä vastaa noin 5 – 6 täysperävaunukuljetusta kaikkina vuoden arkipäivinä.

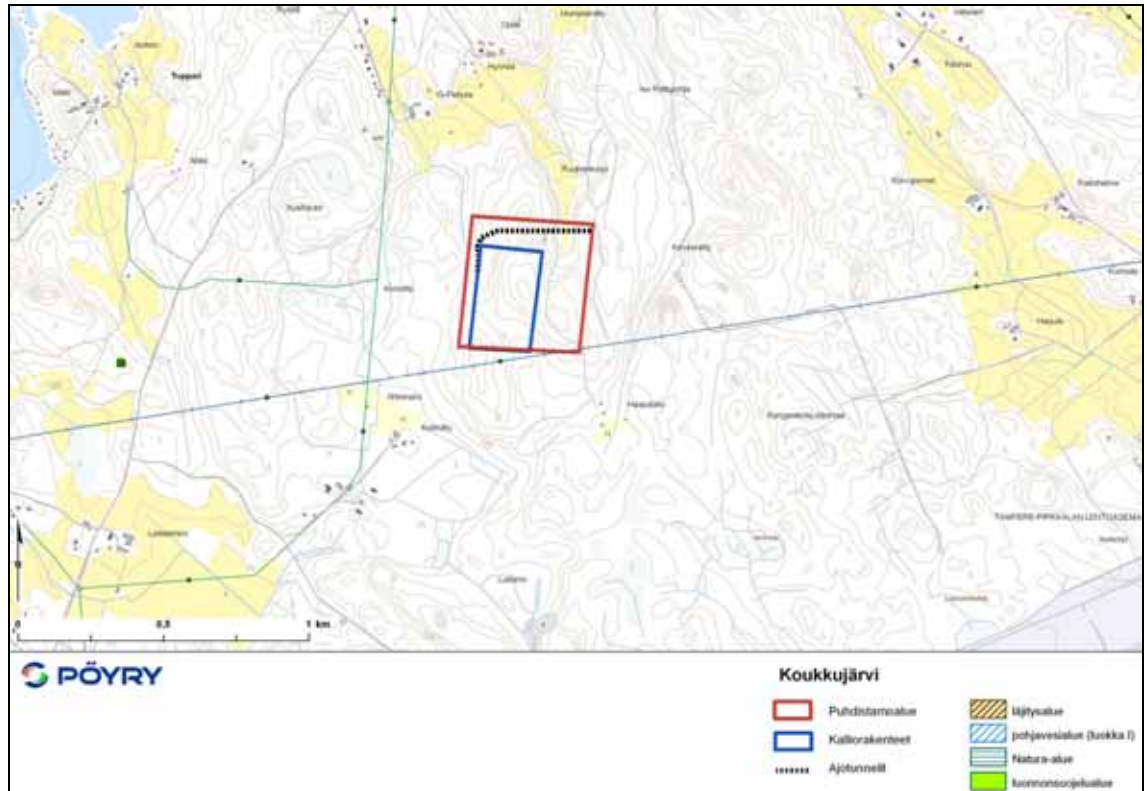
Taulukko 4-5. Jatkokäsiteltäväksi kuljetettavan lietteen määrät (kuljetusta/a)

Puhdistamo	Akaa	Lempäälä	Tampere, Rahola	Tampere, Viinikanlahti	Nokia, Kullaanvuori	Valkeakoski	Pienet puhdistamot yht.*	Puhdistamot yhteensä*
Kuljetusten määrä/a	57,5	75	157	640	165	108	7-14	1210 - 1216

*) kuljetusmääräksi arvioitu 1 - 2 kuljetusta/puhdistamo

4.4 Vaihtoehto 1, Pirkkala

Vaihtoehdossa 1 Pirkkalaan, Pirkkalan lentokentän pohjoispuolelle rakennetaan maanalainen kalliopuhdistamo. Kalliopuhdistamo sijoittuu metsäiselle kallioalueelle lentokentän pohjoispuolelle, noin 1,5 km päähän nykyisestä kiitoradasta, Kotiahon pohjoispuolelle (kuva 4-3). Kallioalueen reunaan sijoittuu nykyisin 110 kV voimajohdot. Puhdistamoalueen luoteis- ja eteläpuolella sijaitsee haja-asutusta. Alue on metsätalousmaata.



Kuva 4-4. Puhdistamon alustava sijainti Pirkkalassa.

Jätevesien johtaminen kalliopuhdistamoon

Jätevedet johdetaan nykyisiltä puhdistamoilta siirtolinjoja myöten Viinikanlahdelta puhdistamolle louhittavaan kalliotunneliin (tulotunneli). Nokian jätevedet johdetaan puhdistamolle paineviemärissä nykyisten pumppuasemien kautta. Puhdistetut jätevedet johdetaan kalliotunnelia (purkutunneli) myöten vesistöön.

Tulotunneli (lyhenne LS 2) rakennetaan kalliotunnelina Viinikanlahdesta puhdistamolle. Tunnelin pituus on noin 13 kilometriä.

Taulukko 4-6. Siirtotunnelin tiedot.

	pituus [m]	poikkileikkaus [m ²]	kaltevuus	korkeusasema Viinikanlahdella	korkeusasema Lentok. pohjoisella	ajotun- neleita	kuilut ja porakaivorake- nteet
LS2	13 292	21.1	0.001	+24.7	+11.4	3	4

Linjan LS2 erityispiirteenä on tunnelin toteutus pitkälti rakentamattomalle alueelle. Tämän vuoksi kaksi kolmesta ajotunnelista ja molemmat liityntärakenteet (kuilu tai porakaivo) voidaan toteuttaa varsinaisen kaupunkirakenteen ulkopuolelle. Louhinta-

töistä, louheen kuljetuksesta ja muusta työmaaliikenteestä aiheutuvat häiriötekijät saadaan etäännytettyä keskusta-alueelta. Toisaalta kuilujen ja ajotunneleiden rakentaminen voi tällä linjauksella vaatia enemmän uusien tieyhteyksien rakentamista.

Jätevedet pumpataan Raholan tulevalta pumpptaamolta Pyhäjärven alitse kalliotunneliin Ø 800 mm paineviemärillä.

Pirkkalan jätevedet pumpataan tunneliin vanhalta Loukonlahen puhdistamolta uudella paineviemäreillä Ø 315 mm ja vanhalta keskuspuhdistamolta uudella paineviemäreillä Ø 355 mm.

Nokian suunnan jätevedet johdetaan kuten nykyisinkin Viholan pumpptaamolta PEH 315 PN 6 paineviemärillä Vaahterakadun pumpptaamolle, josta edelleen PEH 355 PN 6 paineviemärillä Kullaanvuoren tulevalle siirtopumpptaamolle. Myös Kerholan jätevedet pumpataan nykyisellä Ø 500 mm paineviemärillä Kullaanvuoreen. Kullaanvuoresta ne pumpataan uudella siirtopumpptaamolla ja paineviemärillä Ø 800 mm vesistön alitse Lentokenttä pohjoisen puhdistamolalle.

Kullaanvuoreen johdetaan myös Hämeenkyrön ja Ikaalisten jätevedet.

Valkeakosken suunnan jätevedet puretaan molemmissa tunnelivaihtoehtoissa pystykuilujen kautta siirtotunneliin.

Puhdistetun veden johtaminen vesistöön

Puhdistettujen jätevesien purkupaikkoina tarkastellaan kolmea vaihtoehtoista paikkaa sekä niihin liittyviä purkutunneliteita: Kulovesi sekä Nokianvirran ja Selkäsaaren välinen alue Rajasalmen sillan molemmin puolin (Kuva 4-5).

Taulukko 4-7. Vaihtoehtoisten purkutunnelien tiedot.

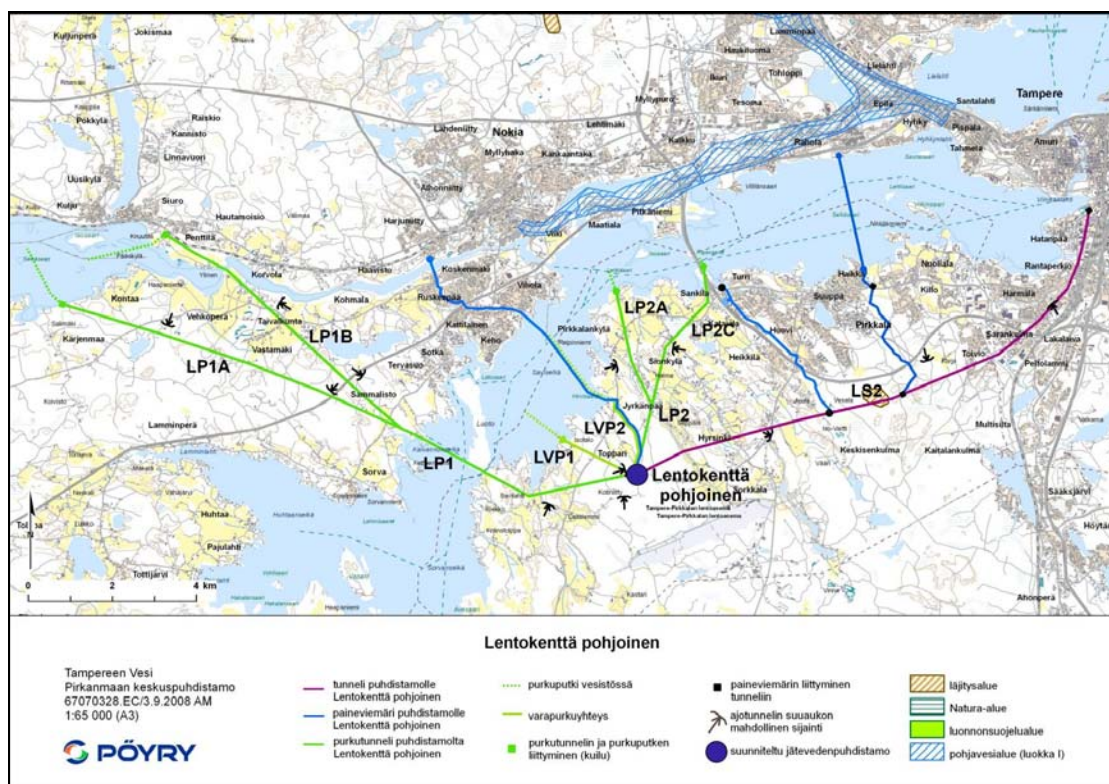
	pituus [m]	poikkileikkaus [m ²]	kaltevuus	tunnelin pohjan korkeusasema Viinikanlahdella	tunnelin pohjan korkeusasema purkupäässä	ajotunneleita	kuilut ja porakaivorakenteet
LP1A	14 536	21.5	0.001	+49.0	+34.5	3	2
LP1B	13 229	21.5	0.001	+34.0	+20.8	3	2
LP2A	4 584	21.5	0.001	+57.6	+53.0	1	2
LP2C	5 467	21.5	0.001	+44.7	+39.2	1	2

Purkutunneliteista ei ole ollut käytössä juurikaan pohjatutkimustietoja. Vesistöälitukset lisäävät epävarmuutta kalliopinnan tasosta linjoilla LP1A ja LP1B. Linjojen ajotunnelit ovat toteutettavissa rakentamattomalle alueelle.

Vaihtoehdossa LP1A purkupuutki rakennetaan vesistöön Ø 2000 mm putkella. Purkupää sijoittuu Selkäsaaren pohjoispuolella kulkevan laivaväylän läheisyyteen.

Purkutunnelivaihtoehdossa LP1B purkupuutki rakennetaan vesistöön Ø 2000 mm putkella. Purkupää sijoittuu Isosaaren ja Konteenkarien puoleen väliin laivaväylän läheisyyteen.

Purkutunnelivaihtoehdossa LP2A ja LP2C purkupuutki rakennetaan vesistöön Ø 2000 mm putkella. Purkutunnelin LP2A purkupää sijoittuu Lehtisaaren lounaispuolelle ja LP2C Rajaniemen pohjoispuolella kulkevan 1.8 m laivaväylän läheisyyteen.



Kuva 4-4. Vaihtoehto 1:n kalliopuhdistamon sijainti sekä kalliotunnelit ja paineviemärit. Lisäksi lakkautettavilta puhdistamoilta johdetaan jätevedet Viinikanlahden, Raholan ja Kullaanvuoren kautta keskuspuhdistamolle.

Varapurkuyhteys

Alustavasti on tarkasteltu eri purkulinjoihin varayhteyksiä. Varapurkuyhteyttä voidaan tarvita, jos varsinaisen purkulinjan toiminta esimerkiksi tunnelisortuman vuoksi keskeytyy.

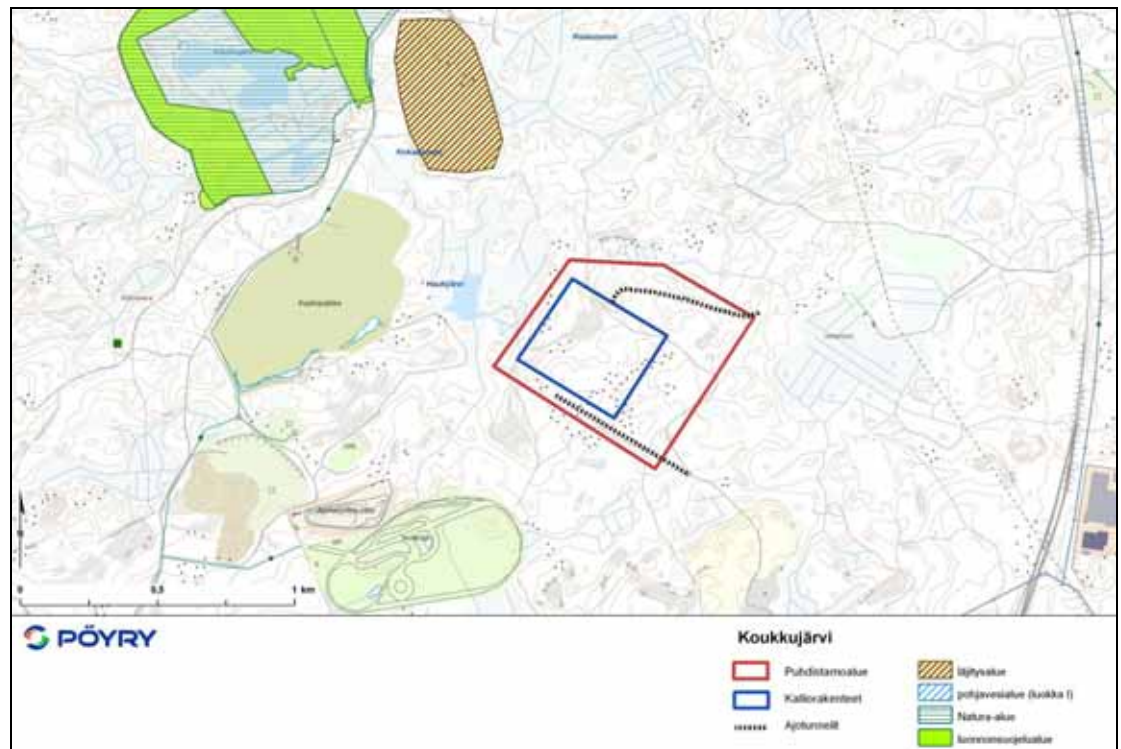
Lentokenttä pohjoisen kaikkien purkulinjavaihtoehtojen varayhteytenä on tarkasteltu tunneli- ja kuiluyhteyttä LVP1 Pyhäjärveen. Yhteydellä on ajotunneleita lukuun ottamatta erilliset rakenteet ja linjaus.

Ajotunnelit

Tulotunnelien louhiminen vaatii kolmen työnaikaisen ajotunnelin rakentamisen, joiden kautta louhinta etenee. Louhe ajetaan pois ajotunnelien kautta. Purkutunnelien louhiminen vaatii vaihtoehdosta riippuen 1 – 3 ajotunnelia. Lisäksi puhdistamoalueelle tarvitaan kaksi ajotunnelia. Varapurkuyhteys louhitaan puhdistamon ajotunneleiden kautta.

4.5 Vaihtoehto 2, Nokia

Vaihtoehdossa 2 kalliopuhdistamo sijoitettaisiin Nokian Koukkujärvelle, Koukkujärven jätekeskuksen itäpuolelle (kuva 4-5).



Kuva 4-6. Puhdistamon alustava sijainti Koukkujärvellä.

Jätevesien johtaminen kalliopuhdistamoon

Jätevedet johdetaan nykyisiltä puhdistamoilta siirtolinjoja myöten Viinikanlahden, puhdistamolle, josta jätevedet johdetaan kalliotunnelia (tulotunneli) pitkin edelleen keskuspuhdistamolle. Puhdistetut jätevedet johdetaan tunnelilinjaa myöten vesistöön. Hämeenkyrön suunnan jätevedet johdetaan joko Kullaanvuoren puhdistamon kautta keskuspuhdistamolle tai suoraan keskuspuhdistamolle. Nokian vedet johdetaan paineviemäriä keskuspuhdistamolle.

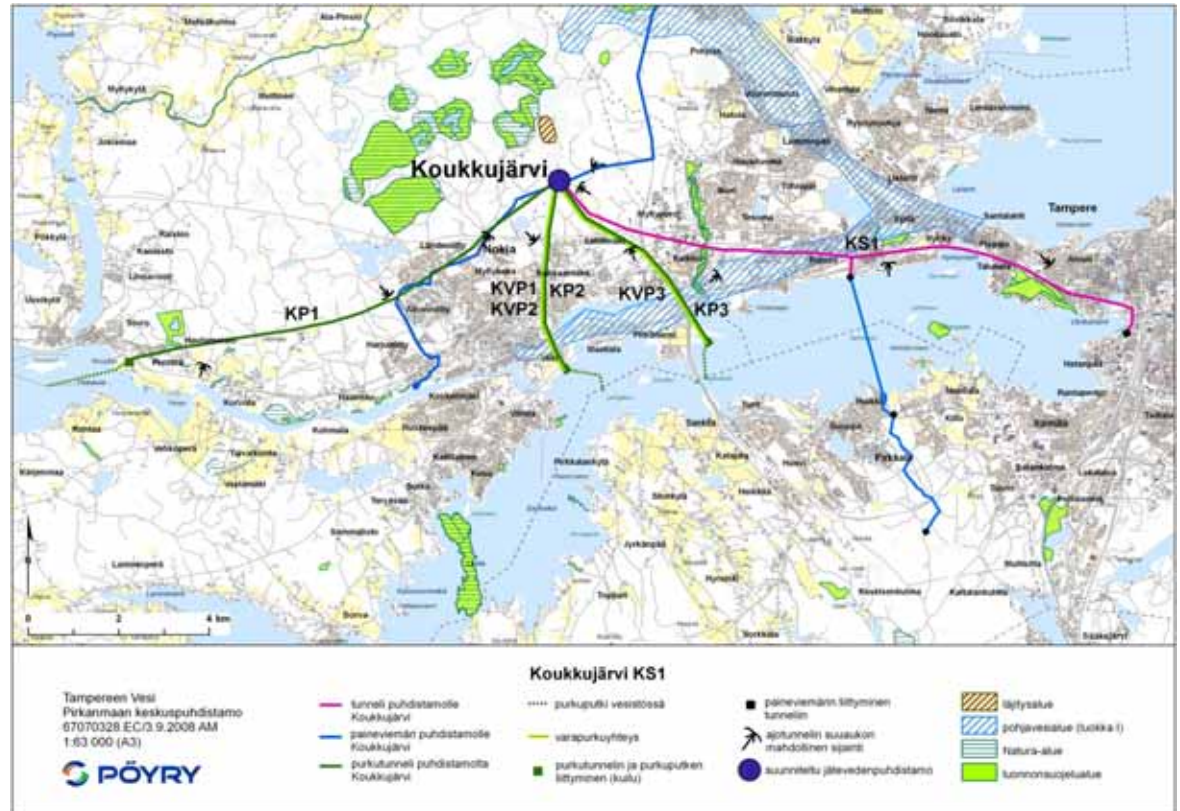
Tulotunnelivaihtoehtoina tarkastellaan kahta vaihtoehtoista reittiä: Viinikanlahdelta Pyhäjärven pohjoispuolitse puhdistamolle johtava tunneli, KS1 (Kuva 4-7) sekä Viinikanlahdelta Pyhäjärven eteläpuolitse johtava tulotunneli, KS2 (Kuva 4-8). Vaihtoehdossa KS1 Akaan-Lempäälän-Valkeakosken suunnan jätevedet johdetaan paineviemäriä myöten Raholaan ja Raholan puhdistamo liitetään suoraan tulotunneliin. Vaihtoehdossa KS2 Raholasta jätevedet johdetaan paineviemäriä Pyhäjärven eteläpuolelle, jossa jätevedet johdetaan tulotunneliin samassa paikassa Akaan-Lempäälän-Valkeakosken suunnan jätevesien kanssa.

Taulukko 4-8. Vaihtoehtoisten siirtolinjojen perustiedot.

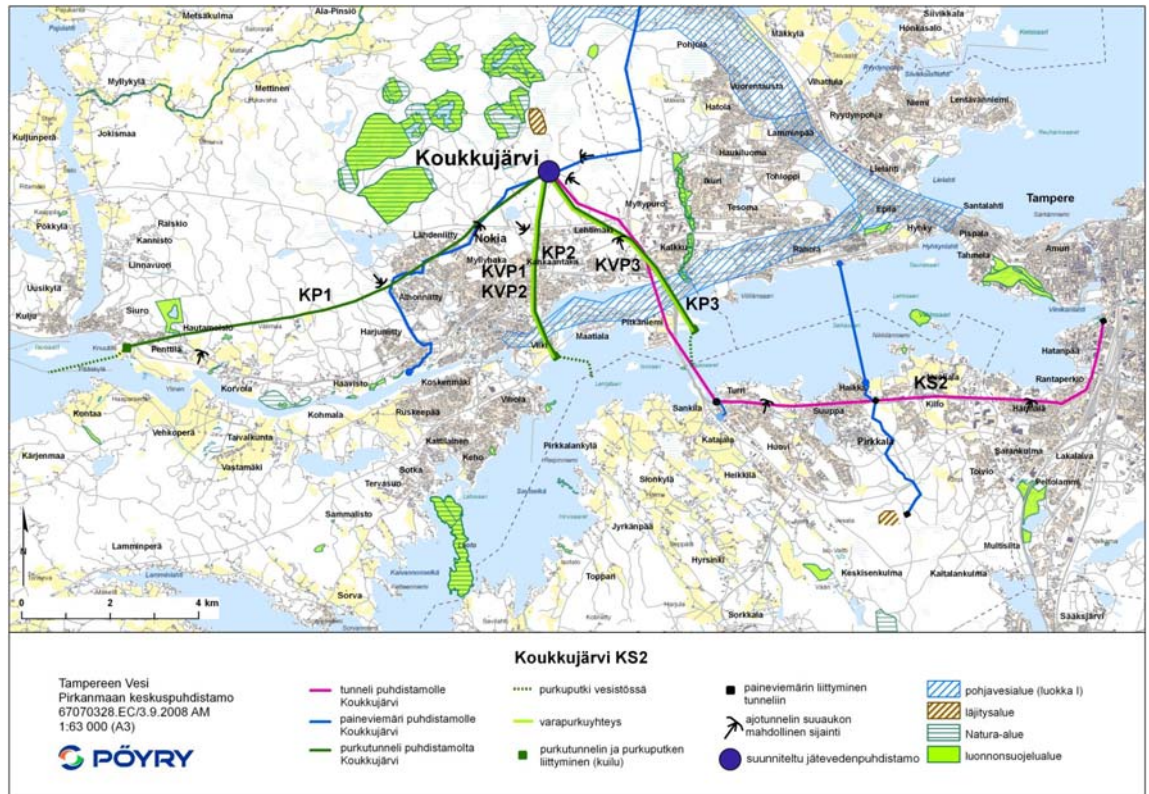
	pituus [m]	poikkileikkaus [m ²]	kaltevuus	tunnelin pohjan korkeusasema Viinikanlahdella	tunnelin pohjan korkeusasema Koukkujärvellä	ajotun- neleita	kulut ja porakaivorake- nteet
KS1	13 861	21.1	0.001	+25.3	+11.4	3	3
KS2A	16 677	21.1	0.001	+24.7	+8.0	3	5

Molemmissa tunneleissa korkeustaso on määräytynyt vesistöalituksista ja kalliopinnan epävarmasta sijainnista Viinikanlahden ja Tampereen keskustan alueella.

Linja KS1 kulkee Tampereen keskustan alla ja tulee toteutuessaan jonkin verran rajoittamaan keskusta-alueen maanalaista rakentamista.



Kuva 4-7. Vaihtoehdon KS1 tulotunnelin linjaus sekä siihen liittyvät paineviemärit. Purkutunnelivaihtoehdot ovat samat kuin vaihtoehdossa KS2.



Kuva 4-8. Vaihtoehdon KS2 tulotunnelin linjaus sekä siihen liittyvät painevisiärit. Purkutunnelivaihtoehdot ovat samat kuin vaihtoehdossa KS1.

Kummassakin vaihtoehdossa rakennetaan kolme ajotunnelia, jotka sijoittuvat kaupunkirakenteen yhteyteen. Rakentamisenaikainen työmaaliikenne ja louheenkuljetus joudutaan sovittamaan kaupunkiliikenteeseen.

Raholan puhdistamolta jätevedet johdetaan KS1-tunneliin pystykuilun ja ns. pistope-
rän välityksellä.

KS2A-siirtolinjaratkaisussa pumpataan Raholan puhdistamolta sinne kerätyt jätevedet vesistön alitse kalliotunneliin Ø 800 mm painevisiärimillä ja kuilulla.

Pirkkalan jätevedet pumpataan kalliotunneli KS2A-vaihtoehdossa vanhalta Loukonla-
hen puhdistamolta Ø 315 mm painevisiäreillä ja vanhalta keskuspuhdistamolta Ø
355 mm painevisiäreillä pystykuiluun ja siirtotunneliin.

Nokian suunnan jätevedet johdetaan kuten nykyisinkin Viholan pumpaamolta PEH
315 PN 6 painevisiärimillä Vaahterakadun pumpaamolle, josta edelleen PEH 355 PN
6 painevisiärimillä Kullaanvuoren tulevalle siirtopumppaamolle. Myös Kerholan jäte-
vedet pumpataan nykyisellä Ø 500 mm painevisiärimillä Kullaanvuoreen.

Kullaanvuoreen johdetaan myös Hämeenkyrön ja Ikaalisten jätevedet.

Kullaanvuoren tulevalta pumpaamolta vedet pumpataan uudella Ø 800 mm paine-
visiärimillä Koukkujärvelle.

Valkeakosken suunnan jätevedet pumpataan vesistön ali Ø 1000 mm painevisiärimillä
ja puretaan tunnelivaihtoehdossa KS1 Raholan pystykuiluun. Vaihtoehdossa KS2A
Valkeakosken suunnan jätevedet puretaan pystykuiluun Pirkkalassa.

Linjalle KS2A tulee Pirkkalan alueella kolme liityntärakennetta (kuilu tai porareikä), jotka sijoittuvat lähelle asutusta.

Puhdistetun veden johtaminen vesistöön

Puhdistettujen jätevesien purkupaikkoina tarkastellaan kolmea vaihtoehtoista paikkaa sekä niihin liittyviä purkutunneleita: Kulovesi sekä Nokianvirran ja Selkäsaaren välinen alue Rajasalmen sillan molemmin puolin.

Taulukko 4-9. Vaihtoehtoisten purkutunnelien perustiedot.

	pituus [m]	poikkileikkaus [m ²]	kaltevuus	tunnelin pohjan korkeusasema Koukkujärvellä	tunnelin pohjan korkeusasema purkupäässä	ajotun- neleita	kuilut ja porakaivorake- nteet
KP1	10 471	21.5	0.05	+55.4	+34.5	3	2
KP2	4 324	21.5	0.05	+29.2	+20.5	1	2
KP3	5 000	21.5	0.05	+19.3	+9.3	1	2

Kalliopinta laskee Vihnusjärven seudulla huomattavan alas. Tämä vaikuttaa linjojen KP2 ja KP3 korkeusasemaan.

KP1:n purkuputki rakennetaan vesistöön Ø 2000 mm putkena. Purkupää sijoittuu Iso-saaren ja Konteenkarien puoleen väliin laivaväylän läheisyyteen.

KP2:n purkuputki rakennetaan vesistöön Ø 2000 mm putkena. Purkupää sijoittuu Lehtisaaresta luoteeseen, lähelle kaupunkien rajaa.

KP3:n purkuputki rakennetaan vesistöön Ø 2000 mm putkena. Purkupää sijoittuu Rajaniemen pohjoispuolella kulkevan 1.8 m laivaväylän läheisyyteen.

Varapurkuyhteys

Purkulinjan KP1 ja KP2 varayhteydeksi voidaan rakentaa KP2:n rinnakkainen tunneli KVP2, jolla olisi omat kuilurakenteensa. Ajotunneliyhteytenä sekä vesistöön johtavana purkuputkena on tässä tarkastelussa käytetty linjan KP2 rakenteita.

Purkulinjan KP3 varayhteydeksi voidaan rakentaa rinnakkainen tunneli KVP3, jolla olisi omat kuilurakenteensa. Ajotunneliyhteytenä sekä vesistöön johtavana purkuputkena on tässä tarkastelussa käytetty linjan KP3 rakenteita.

Ajotunnelit

Tulotunnelien louhiminen vaatii kolmen työnaikaisen ajotunnelin rakentamisen, joiden kautta louhinta etenee. Louhe ajetaan pois ajotunnelien kautta. Purkutunnelien louhiminen vaatii vaihtoehdosta riippuen 1–3 ajotunnelia. Lisäksi puhdistamoalueelle tarvitaan kaksi ajotunnelia. Varapurkuyhteys louhitaan puhdistamon ajotunneleiden kautta.

5 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELY

5.1 Arviointimenettelyn sisältö ja sen tavoitteet

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä koskevan lain (468/1994, 458/2006) 1 §:n mukaisesti lain tavoitteena on ”edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä

huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä samalla lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia”. Näin pyritään ehkäisemään haitallisten ympäristövaikutusten syntyminen sekä sovittamaan ennalta yhteen eri näkökulmia ja tavoitteita.

Asetuksessa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä edellytetään arviointimenettelyn soveltamista jätevesien käsittelylaitoshankkeissa, jotka on mitoitettu yli 100 000 asukasvastineluvulle.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely jakautuu kahteen päävaiheeseen(Kuva 5-1):

Arviointiohjelma

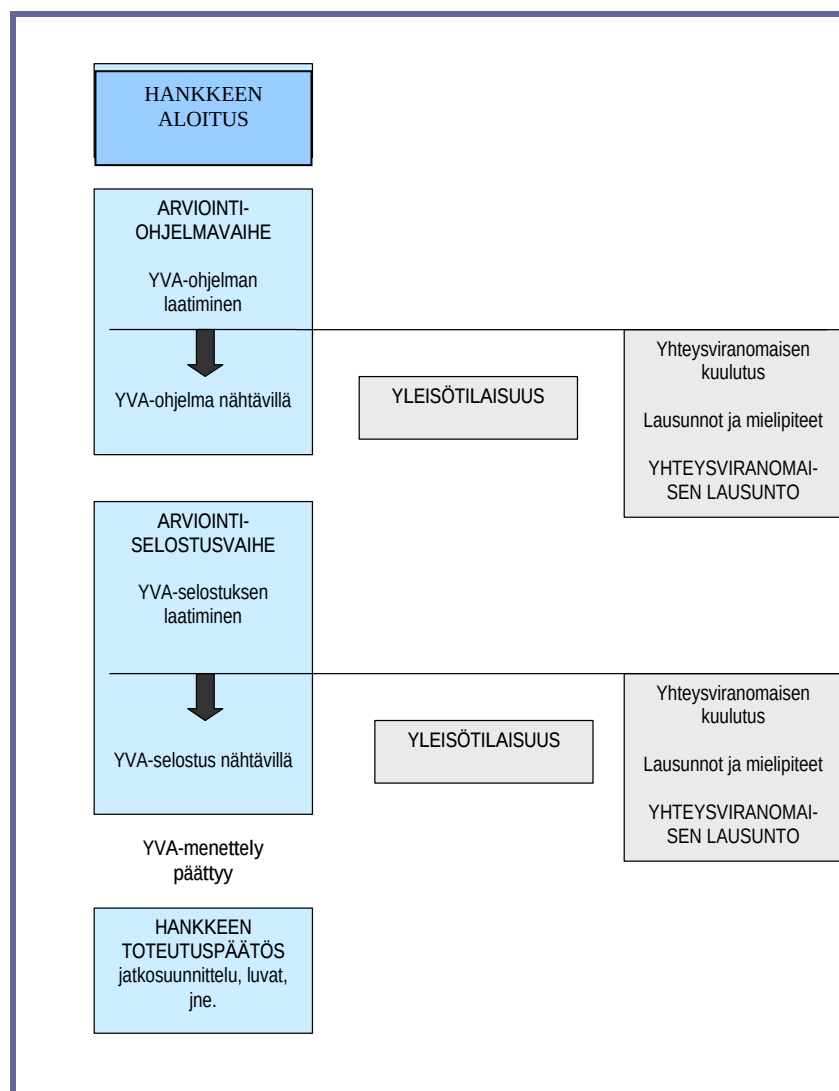
Menettelyn ensimmäisessä vaiheessa laaditaan arviointiohjelma. Arviointiohjelma on selvitys hankealueen nykytilasta sekä suunnitelma (työohjelma) siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Arviointiohjelmassa esitetään mm. perustiedot hankkeesta ja tutkittavista vaihtoehdoista sekä suunnitelma tiedottamisesta ja muista osallistumisjärjestelyistä hankkeen aikana sekä arvio hankkeen aikataulusta.

Arviointiohjelmasta kuulutettiin ja se asetettiin nähtäville. Nähtävilläoloaikana ohjelmasta sai jättää yhteysviranomaisena toimivalle Pirkanmaan ympäristökeskukselle mielipiteitä. Yhteysviranomainen kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle 20.12.2007.

Arviointiselostus

Arviointiselostukseen on koottu arviointityön tulokset. Selostuksessa on esitetty eri vaihtoehtojen ympäristövaikutukset, vaihtoehtojen vertailu, arvioinnissa käytetty aineisto lähdeviitteineen, arviointimenetelmät ja yhteenveto arviointityöstä. Lisäksi selostuksessa on kuvattu mm. arviointiin liittyvät epävarmuustekijät sekä haitallisten vaikutusten lieventämis- ja torjuntamahdollisuudet.

Valmistuneesta arviointiselostuksesta yhteysviranomainen tiedottaa samalla tavoin kuin arviointiohjelmasta. Arviointiselostus on nähtävillä kahden kuukauden ajan, jolloin viranomaisilta pyydetään lausunnot ja asukkailla sekä muilla intressiryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä yhteysviranomaiselle. Nähtävilläoloaikana järjestetään yleisötilaisuudet, joissa esitetään arviointityön tuloksia. Yhteysviranomainen kokoaa selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa viimeistään kahden kuukauden kuluttua nähtävilläolon päättymisestä. Arviointiselostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen lausunto otetaan huomioon myöhemmässä päätöksenteossa ja lupaharkinnassa.



Kuva 5-1. Kaavio ympäristövaikutusten arviointimenettelyn etenemisestä.

5.2 Arviointimenettelyn osapuolet

Hankevastaavana toimii Tampereen Vesi. Yhteysviranomaisena on Pirkanmaan ympäristökeskus. Ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja arviointiselostuksen laatimisesta vastaa Pöyry Environment Oy. Hankkeen YVA-menettelyä varten on perustettu ohjausryhmä, johon kutsuttiin hankkeessa mukana olevien kuntien edustajia, Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n edustaja sekä konsultin edustaja.

5.3 Tiedottaminen ja kansalaisten osallistuminen

YVA-menettely on avoin prosessi, johon asukkailla ja muilla intressiryhmillä on mahdollisuus osallistua. Ne, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, ja yhteisöt, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea, voivat osallistua hankkeeseen esittämällä näkemyksensä yhteysviranomaisena toimivalle Pirkanmaan ympäristökeskukselle sekä epävirallisesti hankevastaaville tai konsultille. Hankkeen tiedottamisesta vastaa Tampereen Vesi.

Ohjelmavaiheen yleisötilaisuudet 2007

Arviointiohjelman valmistuttua järjestettiin yleisötilaisuudet Nokialla, Pirkkalassa ja Tampereella. Yleisötilaisuuksista ilmoitettiin paikallisissa lehdissä ja hankkeen Internet –sivuilla.

Yleisötilaisuudessa asukkailla ja muulla yleisöllä oli mahdollisuus tutustua suunnitelmiin ja vaihtoehtoihin. Yleisötilaisuuksien yhteydessä järjestettiin ryhmätyöt, joiden avulla kartoitettiin yleisötilaisuuksiin osallistuneiden näkemyksiä hankkeen vaikutuksista. YVA-ohjelmasta järjestettyihin yleisötilaisuuksiin syksyllä 2007 osallistui Tampereella vajaat 20, Pirkkalassa noin 40 ja Nokialla noin 60 henkilöä.

Selostusvaiheen yleisötilaisuudet

Arviointiselostuksen nähtävilläoloaikana järjestetään yleisötilaisuudet. Yleisötilaisuuksista tiedotetaan myös tällöin vastaavasti kuin arviointiohjelmavaiheen yleisötilaisuuksista. Yleisötilaisuuksissa esitetään arvioidut vaihtoehdot sekä arvioinnin tulokset.

Muu vuoropuhelu

Hankkeen tiedottamista varten on perustettu Internet-sivut osoitteeseen <http://www.pirkanmaankeskuspuhdistamo.fi>. Arviointiohjelma ja -selostus ovat nähtävillä kokonaisuudessaan Internet-sivuilla niiden valmistuttua.

Hankkeesta on kirjoitettu säännöllisesti paikallisissa sanomalehdissä, joten hanke on saanut runsaasti julkisuutta. Syyskuussa 2008 järjestettiin tiedotustilaisuus kuntien edustajille, jossa esitettiin yleissuunnitelman ensimmäisen vaiheen tuloksia sekä vaikutusten arviointia.

YVAan liittyen järjestettiin toukokuussa 2008 ns. ryhmähaastatteluja, joissa kerättiin kansalaisten näkemyksiä hankkeesta sekä paikallistietoa vaikutusten arviointia varten.

5.4

YVAn aikataulu

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn aikataulu on esitetty kuvassa 5-2.

	2007												2008												2009	
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2					
YVA-ohjelman laatiminen																										
Kuulutus ja nähtävilläolo																										
Lausunto																										
YVA-selostuksen laatiminen																										
Kuulutus ja nähtävilläolo																										
Lausunto																										
Yleisötilaisuudet																										

Kuva 5-2. YVA-menettelyn alustava aikataulu.

6 KÄYTETTY MENETELMÄT

6.1 Maankäyttö

Vaikutusten arviointi perustuu voimassa ja vireillä oleviin maakäytön suunnitelmiin sekä karttatarkasteluihin. Lähtötietona on käytetty seuraavaa aineistoa:

- Pirkanmaan maakuntakaava ja vaihekaavaan liittyvä aineisto
- Nokian keskustataajaman osayleiskaava
- Nokian rantaosayleiskaava
- Kyynijärvi-Juhansuon osayleiskaavaehdotus
- Pirkkalan rantojenkäytön osayleiskaava
- Pirkkalan yleiskaavaaluonnos

Kaavojen osalta arvioitiin kaavojen muutostarvetta sekä kaavoitustarvetta. Ennustetilanteen maankäyttönä on pidetty maakuntakaavan ja yleiskaavojen osoittamaa maankäyttöä täydennettynä Pirkkalan lentokenttää koskevilla alustavilla suunnitelmilla.

Maankäyttöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnin on laatinut kaavoittaja.

6.2 Maisema ja kulttuuriympäristöt

Hankkeen vaikutuksia maisemaan ja kulttuuriperintöön on arvioitu kartta- ja ilmakuvatarkasteluiden, hankkeen suunnitelma-aineiston sekä maastokäynnin perusteella maisema-arkkitehdin tekemänä asiantuntija-arviona. Kalliopuhdistamon maisemallisten vaikutusten arviointialue on n. 1,5 neliökilometrin suuruinen.

Vaikutusten arvioinnissa tutkittiin, kuinka laajalle alueelle mahdolliset uudet rakenteet ja muut hankkeen aiheuttamat muutokset maisemassa vaikuttavat ja mikä on muutoksen merkitys vaikutusalueiden maiseman ja näkymien kannalta. Lisäksi tarkistettiin kulttuuriperintöön liittyvien lähtötietojen ajantasaisuus ja arvioitiin hankkeen vaikutuksia kulttuuriperinnön kannalta arvokkaisiin kohteisiin ja alueisiin.

Purkulinjat kulkevat tunnelissa maan alla eivätkä aiheuta muutoksia nykyiseen maisemaan.

6.3 Luonto

Vaikutusten arviointi perustuu valmiina olleeseen tietoon luonnon arvokohteista sekä puhdistamoalueilta ja siirtoviemäriinjauksilta laadittuihin vuonna 2008 tehtyihin luontoinventointeihin. Luontoinventointeja tehtiin kahdessa vaiheessa: huhtitoukokuussa inventoitiin liito-oravan esiintymistä hankealueilla ja kesäkuussa kasvillisuus. Tunnelilinjojen osalta tarkasteltiin lähinnä ajo- ja huoltotunneleiden sekä rakentamisen aikana syntyviä vaikutuksia. Kyseiset linjat sijoitetaan kalliotunneleihin, joten niillä ei ole merkittäviä vaikutuksia luonnonympäristöön. Arvioinnissa on huomioitu kuitenkin mahdolliset vaikutukset pohjavesiin ja sitä kautta luonnonympäristöön erityisesti alueilla, joissa tunnelilinja alittaa Natura 2000 -alueen tai luonnonsuojelualueen.

Lakkautettavilta puhdistamoilta johdettavien jätevesien linjauksia tarkasteltiin yleispiirteisesti suojelualueiden ja –ohjelmien osalta, koska linjojen tarkka suunnittelu tehdään vasta yleissuunnittelun jälkeen.

Arvioinnissa keskityttiin selvittämään vaihtoehtojen vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen sekä ns. luonnon arvokohteisiin. Luontoselvitykset ja arvioinnin on laatinut biologi.

6.4 Pinta- ja pohjavedet

Arviointiselostuksessa on tarkasteltu eri vaihtoehtojen vaikutuksia vesistökuormitukseen eri vesistöalueilla sekä kuormituksen vaikutuksia vesistön laatuun. Lähtötietoina käytettiin yleissuunnittelussa tuotettua tietoa vaihtoehtojen kuormitusmääristä sekä vaikutusalueen vesistöjen nykyisiä kuormitus- ja vedenlaatutietoja.

Vaihtoehtoissa tarkasteltiin vaikutuksia vesistöalueilla, joissa jätevesikuorma vähenee (suljettavien puhdistamoiden purkuvesistöt) sekä alueilla, joihin hankevaihtoehtoissa puhdistetut jätevedet johdetaan. Arvioinnissa on hyödynnetty Pirkanmaan ympäristökeskuksen laatimaa selvitystä Tampereen uuden keskuspuhdistamon vesistövaikutuksista. Vesistövaikutusarvion on laatinut Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys.

Lisäksi vesistövaikutusten tarkastelua varten laadittiin uusi mallinnus, jolla on havainnollistettu typpi- ja fosforipitoisuuksia eri vuodenaikoina ja eri virtaustilanteissa. Mallin laskennassa tarkasteltiin seuraavia suunnitteluvaihtoehtoja:

Nykytila

- Tampere/Viinikanlahti, Rahola, Nokia/Kullaanvuori, Valkeakoski, Akaa (entiset Viiala ja Toijala), Lempäälä, Orivesi, Kuhmalahti

Vaihtoehto 0+

- Nykyiset paikat, kuormitus kasvaa

Keskuspuhdistamo

- 3 eri purkupaikkaa

Laskenta-alue kattaa Pyhäjärven ja Kuloveden välisen vesialueen mukaan lukien Saviselkä. Laskennassa annettiin reunaehtoina tulevat virtaamat Tammerkoscelta, Siuronkoscelta ja Vanajanveden reitiltä Saviselälle tulevat virtaamat. Laskennassa virtaamat syötettiin vuorokausikeskiarvoina. Saviselälle tuleva virtaama laskettiin Tammerkosen ja Melon voimalaitosten vuorokausivirtaamien sekä vesivaraston muutoksen/pinnankorkeuden muutoksen avulla. Avovesikaudella tuulella on vaikutusta virtaamiin. Tuulitietoina käytettiin 12 tunnin välein vaihtuvia tuulia, joiden nopeus, suunnat ja pysyvyys kuvaavat alueen tuulioloja. Virtaamina käytettiin laskennassa mitattuja vuoden 2001 (normaali) sekä vuoden 2006 (kuiva) tietoja.

Hankkeen vaikutuksia pohjavesiin arvioitiin yleissuunnittelun aikana tuotetun pohjavesitiedon, suunnittelutiedon sekä olemassa olevan tiedon perusteella. Pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnista vastasi pohjavesigeologi.

6.5 Maa- ja kallioperä

Vaikutuksia maa- ja kallioperään arvioitiin aiempien ja hankkeen yhteydessä tehtyjen selvitysten perusteella. Seuraavia selvityksiä on käytetty lähtöaineistona:

- Tampereen kaupunki: tutkimuspistetietoja. Lähinnä keveitä kairauksia – saatu informaatio kalliopinnan sijainnin suhteen suuntaa-antavaa.
- Destia ja Tiehallinnon arkistot: satoja tutkimuspistetietoja eri tiehankkeisiin liittyen, lähinnä Vt3 - Tampereen läntisen ohitustien osalta. Tietoja Tampereen, Nokian ja Pirkkalan alueilta.
- Pirkkalan kunta: kairauspöytäkirjoja kunnan alueelta. Tunnelilinjoiden kohdalta tiedot ovat olleet vähäisiä mutta suuntaa-antavia.
- Gasumin maakaasuputkihankkeisiin liittyvät tutkimustulokset.
- GTK:n TAATA-hankkeeseen 2007 ja 2008 tekemät painovoimalinjamittaukset.
- Viitteitä Vihnusjärven kallio-olosuhteista. Lisäksi saatiin viitteitä kalliopinnan paikallisesta putoamisesta poistolinjalla LP1A.
- Puhdistamohanketta varten tehdyt tutkimukset:
- GTK:n meriakustiset luotaukset Pyhäjärvellä 2007. Tietoa kovan pohjan / kalliion sijainnista tunnelilinoilta vesialueilla.
- GTK:n meriseismiset luotaukset Pyhäjärvellä 2007. Tietoa kalliopinnan putoamisesta siirtolinjoilla Rajasalmen ja Hyhkynlahden kohdilla.
- Tampereen kaupungin tekemät porakonekairaukset laitosalueilla sekä siirtolinjoilla Pirkkalassa ja Tampereella 2007 ja 2008.

Lisäksi apuna: GTK:n geologiset kartat ja GTK:n laatimat vinovalaistut korkeuskäyräkartat mahdollisista lineamenteista eli todennäköisistä heikkousvyöhykkeistä.

Lisäksi laadittiin nykytietoon perustuva riskiarvio maaperältään mahdollisesti pilaantuneista kohteista hankkeen eri toimintojen vaikutusalueella.

Arvioinnin on laatinut geologi yhdessä maaperän pilaantuneisuuteen erikoistuneen asiantuntijan kanssa.

6.6 Ilmanpäästöt

Rakentamisen aikaista pölyn leviämistä arvioitiin louhinnan ja liikenteen osalta perustuen muissa hankkeissa todettuihin pölyn leviämistäisyyksiin ja määriin.

Hajupäästöjen vaikutuksia arvioitiin laatimalla hajun leviämismalli hankevaihtoehdoille. Mallin laati Ilmatieteen laitos.

Muita toiminnan aikaisia ilmanpäästöjä syntyy, mikäli liete poltetaan. Lietteen polton vaikutuksia ilmanlaatuun on arvioitu mallintamalla epäpuhtauksien leviäminen hankevaihtoehdoissa. Mallin laati Ilmatieteen laitos.

6.7 Liikenne ja melu

Liikenteen vaikutuksia arvioitiin sekä rakentamisen aikana että toimintavaiheessa liikennemäärän lisäyksen perusteella. Hankkeen aiheuttaman liikenteen lisäyksen melu mallinnettiin alueilla, joilla on taajaa asutusta tai muuten melulle erityisen herkkiä kohteita.

Liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta arvioitiin tiestön tason ja liikennemäärän perusteella. Meluselvitys käsitti liikenne- ja teollisuusmelun mallinnuksen maastomallipohjaisella SoundPLAN-laskentaohjelmalla.

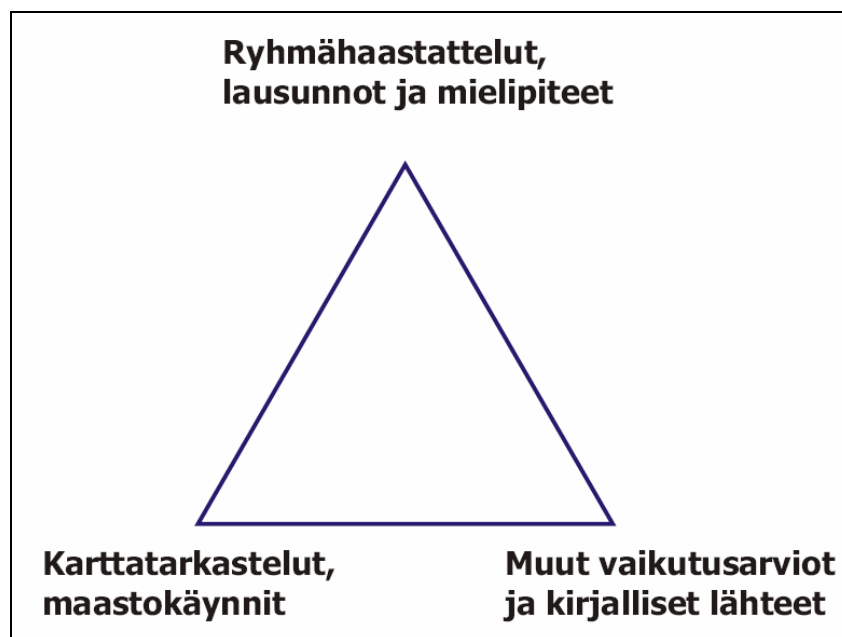
6.8 Rakentamisen aikainen tärinä ja pöly

Ihmiset kokevat tärinän hyvin yksilöllisesti. Tärinän voimakkuutta arvioitiin suhteessa etäisyyteen tärinälähteestä saatavilla olevan tiedon ja aiempien kokemusten perusteella. Tärinän vaikutukset sidottiin myös ajalliseen keston. Arvion laati kalliorakentamisen asiantuntija.

Pölyvaikutuksia arvioitiin asiantuntija-arviona. Lähtötietoina käytettiin rakentamisen asiantuntijoiden näkemyksiä sekä kokemuksia pölyn leviämisestä vastaavissa hankkeissa. Pölyämistä aiheutuu lähinnä louhimisesta.

6.9 Ihmisten elinolot

YVA:ssa selvitettiin hankkeen sosiaalisia vaikutuksia eli vaikutuksia ihmisten terveyteen, viihtyvyyteen ja elinoloihin. Näitä vaikutuksia arvioitiin vesistövaikutusten, kalastuksen, hajun, melun, liikenteen ym. osalta. Sosiaalisten vaikutusten ja niiden merkittävyyden tunnistamisessa hyödynnettiin aiempaa ja muiden vaikutusosoiden tuottamaa tutkimustietoa, saatavilla olleita lehti- ja mielipidekirjoituksia, YVA-ohjelmasta saatua palautetta sekä esittelytilaisuuksista ja sidosryhmätyöskentelystä saatua materiaalia.



Kuva 6-1. Ihmisten elinoloihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin tietolähteet.

YVA:ssa arvioitiin erityisesti keskuspuhdistamon purkupaikkojen vaikutuksia vesistöjen virkistyskäyttöön, kalastukseen sekä asuinalueiden viihtyisyyteen kohdistuvia vaikutuksia, sillä juuri purkuputken sijoittaminen on herättänyt paljon julkista keskustelua. Painopistealueina tarkasteltiin etenkin Nokianvirran ja Kuloveden itäpään aluetta (Kuloveden purkupaikkojen vaikutukset) sekä Pyhäjärven aluetta (Rajasalmen purkupaikat).

Puhdistettujen jätevesien purkamisen sosiaalisten vaikutusten selvittämiseksi järjestettiin Pirkkalassa ja Nokialla ryhmähaastatteluja, joihin kutsuttiin pääsääntöisesti purkupaikkojen lähialueiden asukasyhdistysten edustajia. Ryhmähaastatteluja pidettiin kolmena iltana ja ne järjestettiin alueen kouluilla. Kutsuttavien yhteystiedot saatiin kuntien internetsivuilta ja osin aktiivisten asukasyhdistysihmisten välityksellä. Ryhmähaastattelujen tavoitteena oli kartoittaa keskuspuhdistamohankkeen lähiympäristön asukkaiden ja lähiseudun toimijoiden näkemyksiä hankkeesta. Pienryhmätapaamisten avulla oli lisäksi mahdollista syventää ja tarkentaa ihmisten elinympäristöä koskevaa tietoa vaikutusten arvioinnin tueksi.

Ryhmähaastatteluihin kutsuttuihin tahoihin oltiin aluksi yhteydessä puhelimitse haastattelupäivämäärän sopimiseksi, minkä jälkeen kutsutuille lähetettiin sähköpostilla tietoa haastatteluista ja keskusteluteemoista. Tavoitteena oli, että kussakin tilaisuudessa olisi yhteensä alle kymmenen osallistujaa, jotta haastattelutilanne olisi mahdollisimman vuorovaikutteinen, ja että kaikki osallistujat pystyisivät aidosti osallistumaan keskusteluun. Nokialla pidetyissä haastattelutilaisuuksissa paikalla olevien määrä oli noin kaksinkertainen suunniteltua suurempi, jolloin kaikkein kriittisimmin hankkeisiin suhtautuvat dominoivat jossain määrin keskustelua.

Ryhmähaastattelun tuloksia tarkasteltaessa on syytä huomioida, että haastateltujen tahojen näkemykset eivät välttämättä edusta alueiden asukkaiden ja toimijoiden yleistä mielipidettä. Tosin kaikille ryhmähaastattelutilanteille yhteistä oli erittäin kriittinen ja varauksellinen suhtautuminen keskuspuhdistamovaihtoehtoja kohtaan.

Arvioinnissa huomioitiin soveltuvien osin STM:n opasta ”Ympäristövaikutusten terveydellisten ja sosiaalisten vaikutusten arviointi” sekä käsikirjaa ”Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi” (STM, Oppaita 1999 ja STAKES Aiheita 8 /2003), ja käytettiin hyväksi mm. yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisua Ihminen ja ympäristön muutos – Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin teoriaa ja käytäntöjä (Toim. Rauno Sairinen ja Johanna Kohl, 2004).

Arvioinnin laati sosiaalisten vaikutusten arviointiin erikoistunut maantieteilijä.

7 NYKYTILA JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

7.1 Vaihtoehtoja yhteisesti koskevat asiat

7.1.1 Vesistöt

Vesistöjen nykytila

Suunnitellut jätevesien purkuvesistöt Pyhäjärvi, Saviselkä ja Kulovesi–Rautavesi kuuluvat Kokemäenjoen päävesistöalueeseen, joka purkaa vetensä Selkämereen Porin kohdalla. Vesistöalue on laajuudeltaan n. 27 000 km² ja sen järvisyys on n. 11 %. Järvityyppikohtaiseen tarkasteluun perustuvassa alustavassa ekologisessa luokittelussa Pyhäjärvi ja Saviselkä kuuluvat järvityyppiin suuret humusjärvet (Sh), Kulovesi ja Rautavesi puolestaan keskikokoisiin humusjärviin (Kh).

Pyhäjärvi on Kokemäenjoen vesistön keskusjärvi, joka saa pääosan vesistään Tammerkosken kautta laskevalta Näsijärven reitiltä. Pyhäjärven pinta-ala on Tampereen ja Rajasaaren välillä 21 km² ja tilavuus noin 190 milj. m³. Järvi on syvimmillään itäpäässä Pyynikin edustalla. Teoreettinen keskiviipymä on vain 38 vrk, joten Pyhäjärvi on läpivirtausallas (laskennallinen virtausnopeus 263 m/d). Nokianvirrassa Pyhäjärven vedet yhtyvät Saviselän kautta tuleviin Vanajaveden reitin vesiin ja käytännössä Tammerkosken ja Sotkanvirran vedet sekoittuvat vasta Nokianvirrassa.

Kulovesi ja Rautavesi sijaitsevat Nokianvirran alapuolella. Nokianvirran jälkeen Kuloветеen yhtyy pohjoisesta Siuronkosken kautta laskeva Ikaalisten reitti. Kulovesi laskee edelleen Rautaveteen, josta vedet virtaavat Liekoveden kautta Kokemäenjokeen.

Pyhäjärven valuma-alue on Tammerkosken kohdalla 7 672 km². Tammerkosken keskiylivirtaama on 152 m³/s, keskivirtaama 71 m³/s ja keskialivirtaama 2,1 m³/s. Nokianvirrassa, missä ovat mukana myös Vanajaveden–Pyhäjärven reitiltä tulevat vedet, valuma-alueen pinta-ala on jo 17 073 km². Nokianvirran keskiylivirtaama on 309 m³/s, keskivirtaama 147 m³/s ja keskialivirtaama 14,1 m³/s. Hartolankosken keskivirtaama on 173 m³/s (Taulukko 7-1).

Näsijärveä säännöstellään Tammerkoskessa voimataloudellisista syistä. Vesistöä säännöstellään myös alempana Nokianvirrassa Melon voimalaitoksella sekä Vammalan alapuolella sijaitsevalla Tyrvään voimalaitoksella.

Laimenemisolot ovat Pyhäjärvessä Tammerkosken keskivirtaamalla hyvät. Alivirtaamat ovat pienimmillään kuitenkin vain 2 m³/s luokkaa, sillä säännöstelyn takia Tammerkoski on keväällä ja kesäaikana ajoittain kiinni. Kuukausialivirtaamat olivat vuosina 2004–2005 pienimmillään 32–43 m³/s luokkaa (vuonna 2003 keskivirtaama oli huhtikuussa 9 m³/s). Näissä oloissa laimennusolot heikkenevät tilapäisesti. Poikkeustilanteissa Tammerkoski on kokonaan kiinni, jolloin veden vaihtuminen Pyhäjärven itäpäässä on heikkoa.

Pyhäjärvi, Kulovesi ja Rautavesi ovat läpivirtausaltaita, joissa veden vaihtuvuus on erittäin nopeaa (Taulukko 7-2). Veden keskiviipymä on Tammerkosken ja Kokemäenjoen välillä noin kolme kuukautta. Veden laatu vaihtelee lyhyelläkin aikavälillä ja muutokset kuormituksessa ja virtaamisissa heijastuvat nopeasti koko alueen veden laatuun.

Taulukko 7-1. Vesistön pinta-alatietoja ja keskimääräisiä virtaamatietoja vuosilta 1961–1990.
F = valuma-alueen pinta-ala ja J = järvisyys %.

	F (km ²)	J (%)	MHQ (m ³ /s)	MQ (m ³ /s)	MNQ (m ³ /s)
Tammerkoski	7672	13.9	152	71	2,1
Kuokkalankoski	8641	14.1	160	73	17
Nokianvirta	17073	14.2	309	147	14
Hartolankoski	21207	13.1	387	183	48
Harjavalta	26025	11.8	616	221	41

Taulukko 7-2. Järvialtaiden pinta-alat, syvyys- ja tilavuustiedot sekä viipymät.

	A (km ²)	Keskisyvyys (m)	Maksimi- syvyys (m)	Tilavuus (milj. m ³)	Viipymä (vrk)
Pyhäjärvi	21	9	46	190	38
Kulovesi	40	7	37	290	21
Harjavalta	31	6 (arvio)	20	190	14

Nykyinen jätevesikuormitus

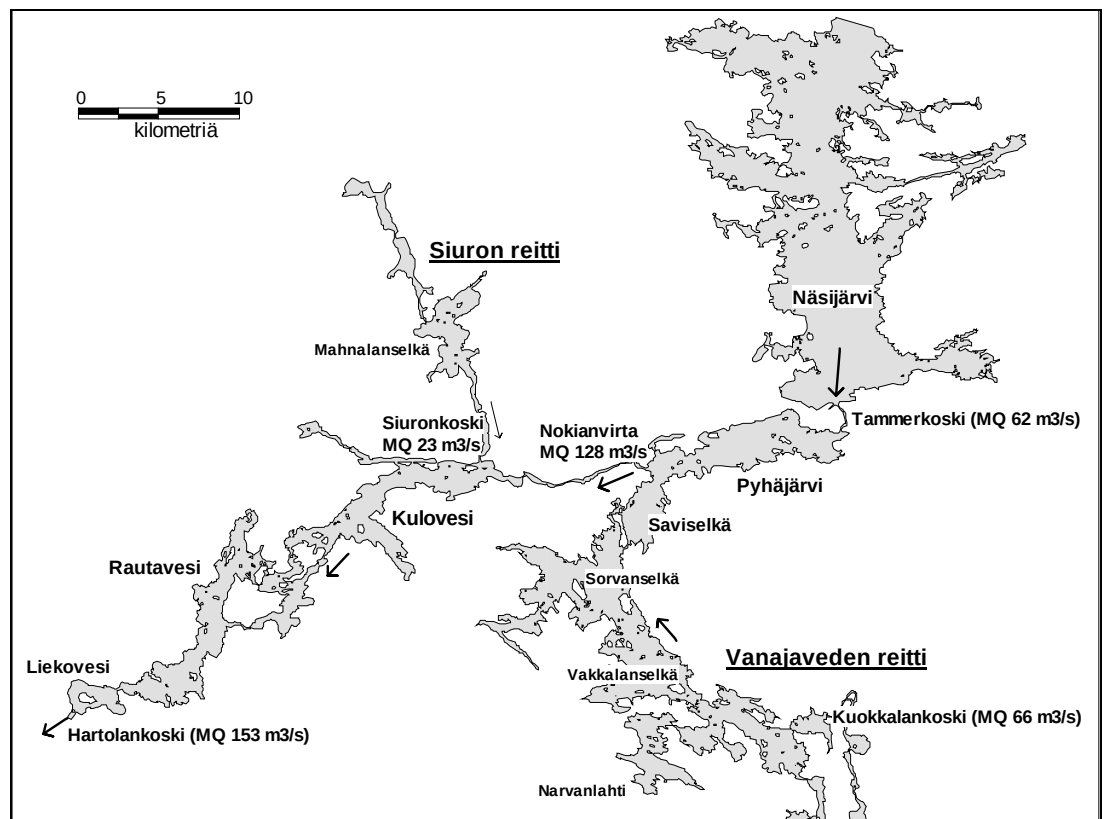
Pyhäjärveen johdetaan nykyisellään useiden eri kuormittajien jätevesipäästöt (Taulukko 7-3; Kuva 7-1). Tampereen Veden Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoiden jätevesien lisäksi Pyhäjärveä kuormittavat Tammerkoskeen johdettavat, osin Viinikanlahden puhdistamolla käsiteltävät Takon kartonkitehtaan jätevedet. Pyhäjärven alueelle johdetaan tällä hetkellä myös Valkeakosken kaupungin (Kärjenniemenselkä), Akaan kaupungin (Lontilanjoki) ja Lempäälän kunnan (Kirkkojärvi) jätevedet. Pitkäniemen sairaalan jätevedet käsitellään toistaiseksi omassa pienpuhdistamossa ja johdetaan niin ikään Pyhäjärveen. Viinikanlahden puhdistamolle johdetaan myös Kangasalan kunnan viemäriverkon jätevedet ja Raholan puhdistamolle Ylöjärven kaupungin ja Pirkkalan kunnan jätevedet. Vesilahden kunnan jätevedet on johdettu vuoden 2007 lopulta lähtien Lempäälään käsiteltäviksi.

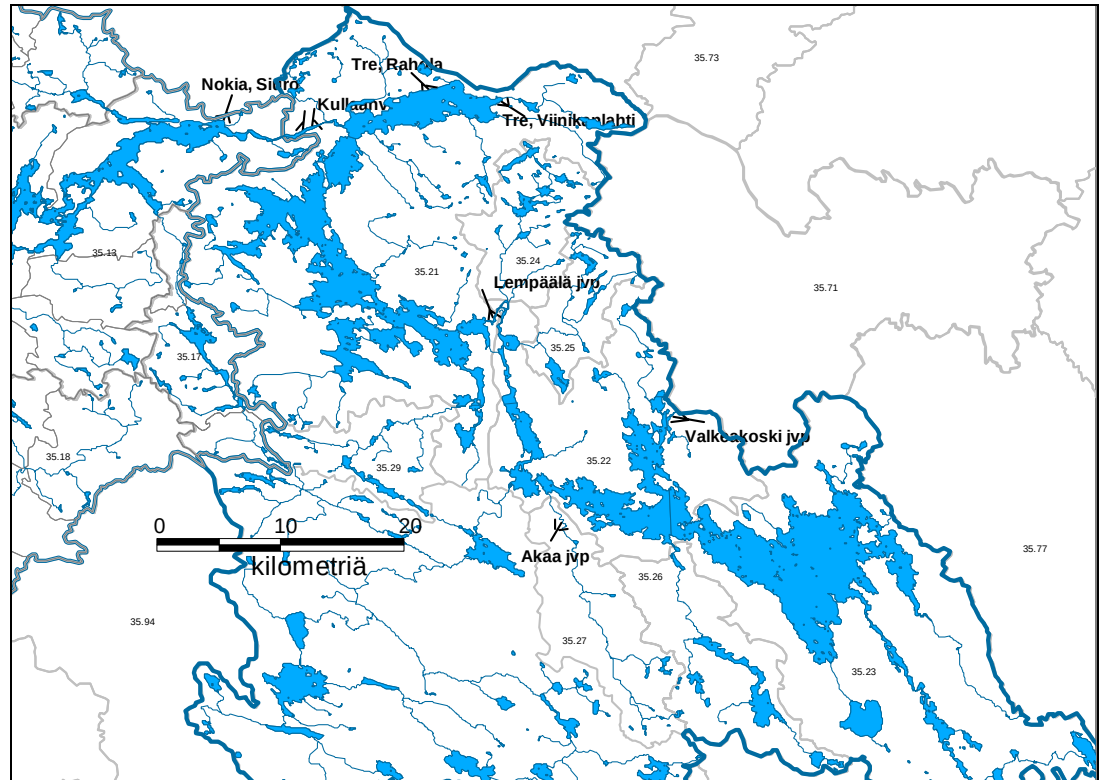
Viinikanlahden puhdistamon ja Takon kartonkitehtaan jätevedet johdetaan Pyhäjärven itäpäähän ja Raholan puhdistamon jätevedet Pyhäjärven pohjoisrannalle noin 8 km Tammerkoskesta alavirtaan. Nokian kaupungin Kullaanvuoren puhdistamon jätevedet johdetaan Nokianvirtaan, johon johtaa jätevetensä myös Georgia Pasific Finland Oy (Nokian Paperi). Nokian kaupungin Siuron puhdistamon jätevedet johdetaan tällä hetkellä Kuloveteen (Kuva 7-2).

Tampereen Veden Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoiden jätevedet kulkeutuvat varsin lyhyellä viiveellä Nokianvirran kautta Kuloveteen ja edelleen Kokemäenjokeen. Lyhyestä viipymästä johtuen ns. itsepuhdistuminen (sedimentaatio ja biologiset prosessit) on vähäistä. Jätevesien vaikutusaste riippuu lähinnä laimennusoloista eli vallitsevasta virtaamasta.

Taulukko 7-3. Nykyinen vesistökuormitus (vuosi 2006) Pyhäjärven–Kuloveden alueella.

Kuormitus 2006	jätevettä	BOD ₇			Fosfori			Typpi		
	m ³ /d	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%
M-real, Tako	2 449	86,0	210,9		0,04	0,11		2,8	6,3	
Tampere, Viinikanlahti	63 401	3,6	219	98	0,24	14,0	97	31	1790	34
Tampere, Rahola	14 792	10,9	170	96	0,52	8,2	95	46	650	24
Pitkäniemen sairaala	202	6,4	1,3	99	0,54	0,11	92	29	5,9	31
Nokia, Kullaanvuori	8 280	7,0	58	96	0,24	2,0	97	34	280	35
Nokia, Siuro	896	6,9	6,2	96	0,13	0,12	98	26	23	37
Valkeakoski	7 620	6,2	47	98	0,18	1,4	97	12	92	63
Akaa, Toijala	5 760	9,4	55	93	0,72	4,2	87	24	140	28
Lempäälä	3 928	9,2	36	96	0,28	1,1	97	38	150	26
Yhteensä 2006	104 879		803			31,2			3 137	

**Kuva 7-1.** Yleiskuva Tampereen seudun yhteistarkkailualueesta välillä Näsijärvi-Liekovesi (virtaamakeskiarvot ajalta 2000-2007). Copyright © Maanmittauslaitos, lupa nro PISA/081/2003



Kuva 7-2. Tampereen seudun jätevedenpuhdistamoiden sijaintikartta.

Jätevesikuormituksen kehitys

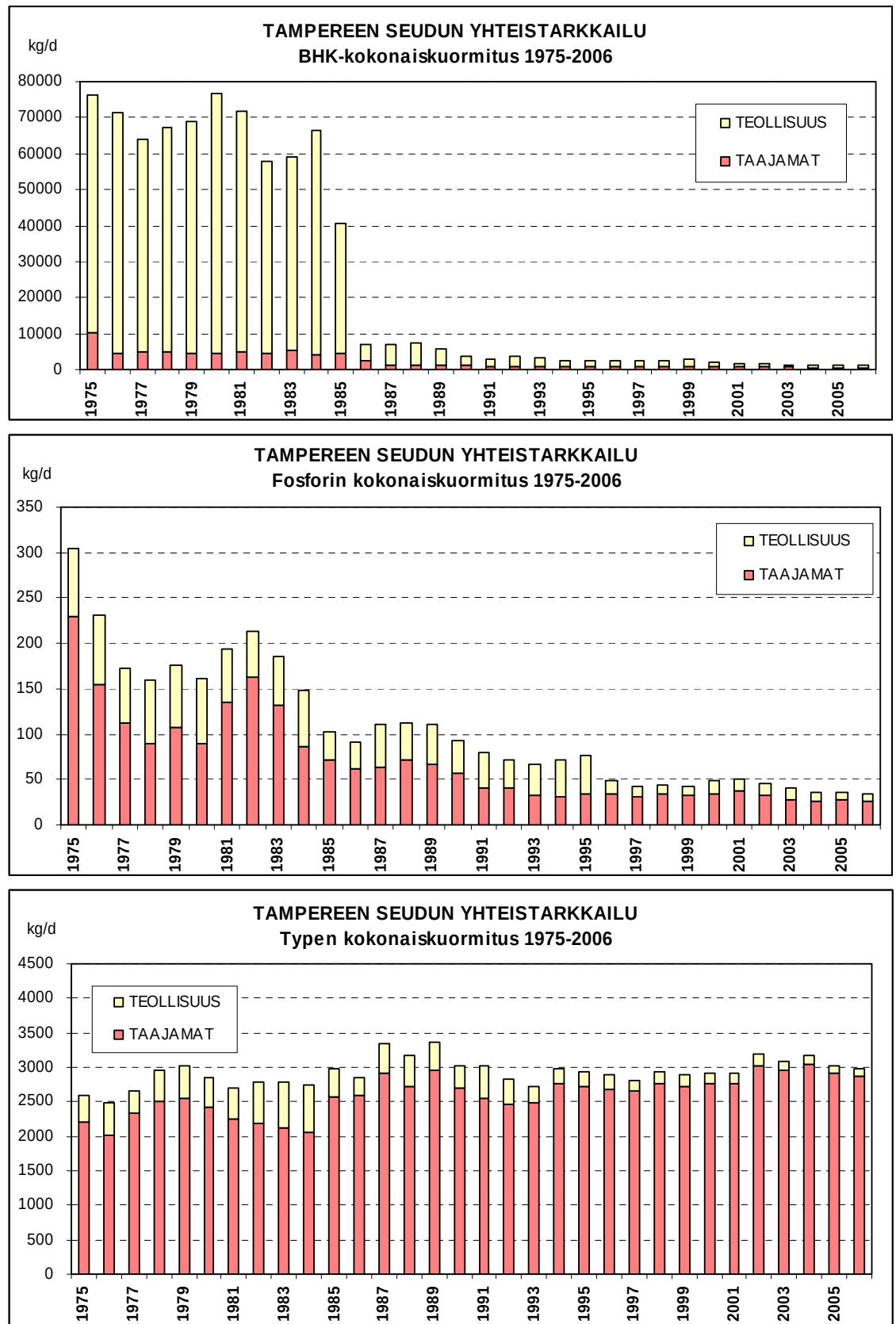
Pyhäjärveen kohdistuva pistekuormitus on viime vuosiin saakka vähentynyt typpikuormitusta lukuun ottamatta. BHK-kuormitus on viime vuosina ollut alle 1 t/d. BHK-alkupitoisuus oli vuoden 2006 kuormituksella (501 kg/d) ja keskivirtaamalla 71 m³/s 0,1 mg/l, joten happiongelmat eivät ole todennäköisiä. Fosforia johdettiin *Pyhäjärveen* vuonna 2006 22 kg/d ja typpikuormitus on vaihdellut viime vuosina välillä 2200–2600 kg/d. Pitkällä aikavälillä typpikuormitus on lievästi kohonnut, tosin ei enää aivan viime vuosina.

Kulo- ja Rautaveteen kohdistuva orgaaninen kuormitus väheni selvästi vuonna 1985 Nokian paperitehtaan lopetettua selluloosan valmistuksen. Samaan aikaan vesistön happitilanne parani. Päälysvedessä ei ole enää esiintynyt merkittävää happivajetta, mutta syvänteissä on edelleen ollut hapettomuutta aikaisemman voimakkaan kuormituksen takia. Syvänteiden happitilanne on sidoksissa virtaamiin ja lämpötilakerrosteisuuteen. Ennen kuormitustason merkittävää alenemista BHK-kuormitus oli yli 20 000 kg/d, josta nykyinen kuormitus on enää parin prosentin luokkaa. Ravinnekuormitus pienentyi tälläkin alueella vielä 1990-luvulla. Fosforia johdettiin vesistöön vuonna 2006 8,7 kg/d, kun vuonna 2004 kuormitustaso oli 10,2 kg/d ja vuonna 2005 7,3 kg/d.

BHK-kuormitus väheni voimakkaasti 1980-luvun puolivälissä metsäteollisuuden tuotantosuunnan muutosten takia (Kuva 7-3). Lisäksi jätevedet puhdistetaan nykyisin biologisesti. Myös kiintoainekuormitus on vähentynyt. Fosforikuormitus on pienentynyt neljännekseen 1980-luvun alun tasoon verrattuna. Vuoden 1995 jälkeen havaittava fosforikuorman lasku on ollut seurausta etenkin Lielahden tehtaan vähentyneestä fosforikuormituksesta. Typpikuormituksessa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia pitkälläkään aikavälillä, tosin *Näsijärven* puolella typpikuormitus on laskenut.

Asutuksen jätevesien puhdistustulokset olivat vuonna 2006 kauttaaltaan hyviä. Orgaanisesta kuormituksesta ja fosforikuormituksesta saatiin yleisesti ottaen poistetuksi 90–98 %. Typen poistotulokset olivat pienempiä (esim. kunnissa 24–40 %), koska typen poistoon ei ole toistaiseksi velvoitteita. Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoilla on erillinen ammoniumtypen nitrifikaatiovaatimus kesäaikana.

Teollisuusjätevedet aiheuttivat puolet (57 %) pistemäisestä happea kuluttavasta kuormituksesta (BHK7). Asutuksen jätevedet muodostivat sekä pistemäisestä fosfori- (77 %) että typpikuormituksesta (97 %) pääosan. Tampereen kaupungin jätevedet aiheuttivat yksinään 82 % seudun pistekuormittajien koko typpikuormituksesta.



Kuva 7-3. Tampereen seudun pistemäisten kuormittajien yhteistarkkailun BHK-, fosfori- ja typenkuormitus vuosina 1975–2006.

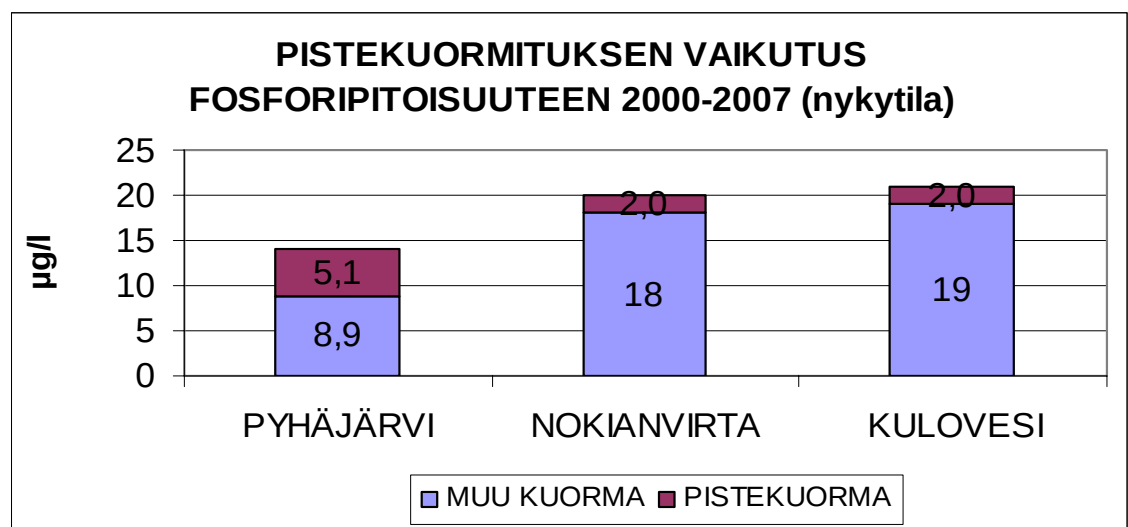
Vesistön tila ja jätevesien nykyiset vaikutukset

Jätevesien vaikutusta alueen vesistöihin voidaan hahmottaa vertaamalla nykytilannetta tilanteeseen ilman jätevesikuormitusta. Jos jätevesiä ei johdettaisi vesistöön lainkaan, Pyhäjärvi muuttuisi karummaksi vastaavalle tasolle kuin Näsijärvi (Taulukko 7-4). Saviselällä ja Kulovedellä rehevyyden muutos jäisi vähäiseksi, vaikkakin typpipitoisuudet laskisivat voimakkaasti. Nokianvirrasta Kuloveteen tulevan veden ravinnetaso olisi selvästi nykyistä alempi.

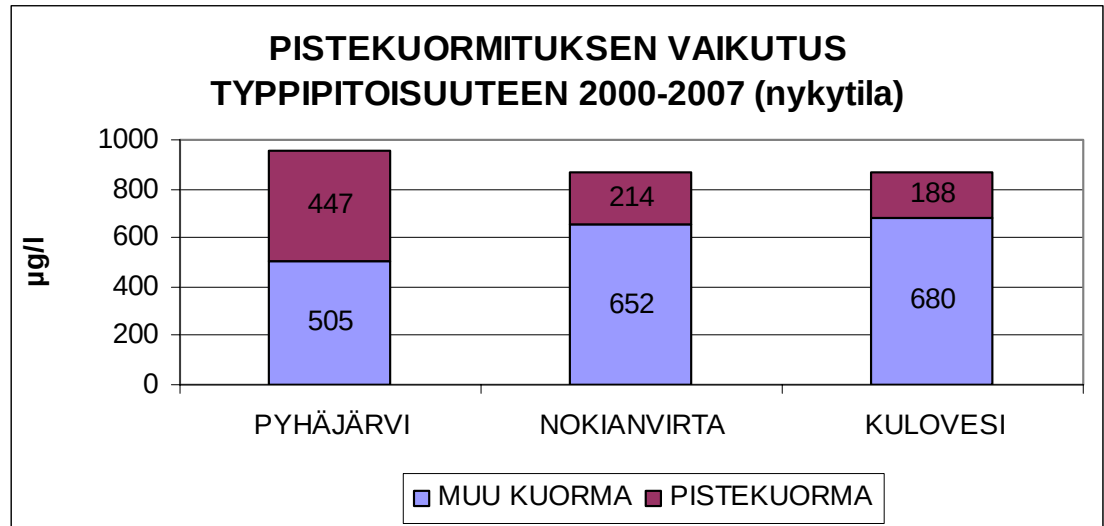
Taulukko 7-4. Ravinnepitoisuudet nykykuormituksella sekä tilanteessa, jossa jätevesiä ei johdettaisi vesistöön lainkaan.

	Kokonaisfosfori (µg/l)		Kokonaistyppi (µg/l)	
	Nykytila	Ei jätevesi- kuormitusta	Nykytila	Ei jätevesi- kuormitusta
Pyhäjärvi	14,6	10,4	757	412
Saviselkä etelä	23,8	23,8	761	761
Saviselkä pohjoinen	18,9	17,0	758	588
Kulovesi	21,1	19,6	781	640

Muu kuormitus vaikuttaa jätevesikuormitusta selvästi merkittävämmiin Pyhäjärven, Nokianvirran ja Kuloveden ravinnepitoisuuksiin, erityisesti fosforin osalta (Kuva 7-4). Pyhäjärven typpipitoisuuden noususta lähes puolet kuitenkin johtuu jätevesikuormituksesta (Kuva 7-5).



Kuva 7-4. Pistekuorman vaikutus fosforipitoisuuksiin eri vesialueilla (nykytila 2000–2007).



Kuva 7-5. Pistekuorman vaikutus typpipitoisuuksiin eri vesialueilla (nykytila 2000–2007).

Tammerkoski

Tammerkosken veden laatu oli vuonna 2006 edellisvuosien tapaan hyvä, parhaimmillaan jopa erinomainen. Happiongelmia ei esiintynyt. Fosforipitoisuus vaihteli 7–10 µg/l kuvastaen Näsijärvellä vallinnutta hyvin alhaista fosforitasoa.

Ratinanvuolteessa todettiin keskimäärin lievää ravinnetason nousua. Merkittävää samentumista tai hapen kulumista ei esiintynyt. Takon kartonkitehtaan jätevedet käsiteltiin osin tehtaan omalla puhdistamolla, minkä lisäksi vesiä johdettiin edellisvuosien tapaan käsiteltäväksi myös Viinikanlahden puhdistamolle. Kuormitus on vähentynyt pitkällä aikavälillä merkittävästi, eivätkä Takon jätevedet enää merkittävästi vaikuta vesistön tilaan.

Pyhäjärvi

Tampereen kaupunki on Pyhäjärven veden laadun kannalta merkittävin pistemäinen kuormittaja. Viinikanlahteen johdettavien Tampereen kaupungin jätevesien vuoksi Pyhäjärven laatuluokka on paikallisesti välttävä ja koko järven osalta tyydyttävä. Ravinnetasot ja bakteerien määrä ovat koholla. Kuormitus kohottaa Pyhäjärven typpitasoa keskimäärin 300–600 µg/l ja fosforitasoa 3–5 µg/l; pienillä virtaamilla enemmänkin.

Vuonna 2006 jätevesiä kertyi alkutalvella Pyynikin syvänteen alusveeteen, joskaan vaikutukset eivät olleet yhtä voimakkaita kuin heikommassa laimennusoloissa esim. talvella 2003. Happitilanne pysyi kuitenkin erinomaisena. Pyynikin syvänteen alusvesi pysyi suoritettujen hapetuksien ansiosta hapellisena myös kesällä. Lämpötilakerrosteisuus oli selvästi havaittavissa vielä elokuun lopulla. Lievä rehevyys ja fekaalisten kolibakteerien esiintyminen pieninä määrinä liittyivät Viinikanlahden puhdistamon jätevesien vaikutuksiin.

Lehtisaaren syvänteen päänlyysveden laatu oli talvella melko hyvä kohonneesta typpitasosta huolimatta. Päänlyysveden fosforitaso oli alhainen, eikä happivajetta esiintynyt. Alusvedessä todettiin Raholan puhdistamon jätevesien aiheuttamaa likaantumista, mutta happi ei kulunut pohjaltakaan loppuun. Loppukesällä Lehtisaaren syvänteen alusveden happitilanne oli välttävä osoittaen kohonneen rehevyystason aiheuttamaa

hopen kulumista. Pidemmällä aikavälillä havaittava happitilanteen paraneminen Lehtisaaren syvänteessä on jatkunut vielä viime vuosinakin.

Pyhäjärvi kuuluu lievästi reheviin vesiin Tampereen asumajätevesien kohottaessa fosforipitoisuutta Tammerkoskeen verrattuna selvästi. Avovesikauden keskimääräinen fosforipitoisuus (0–2 m) oli Lehtisaaren kohdalla 14 µg/l (vrt. Ratinanvuolle 10 µg/l). Vuoden 2004 rehevyystarkkailutulosten mukaan Pyhäjärvi oli fosforirajoitteista vesialuetta nitraattien riittäessä päällyksivedessä hyvin läpi kesän. Vuosien 2005–2006 tulokset tukivat tätä johtopäätöstä. Pyhäjärven typpitasossa tapahtui vuoden 2006 aikana nousua loppukesän ja alkusyksyn oltua niukkavirtaamisia. Maksimi todettiin loka-kuussa, jolloin taso oli kolminkertainen Tammerkoskeen verrattuna. Pidemmällä aikavälillä on nähtävissä keskimääräisen typpitason nousua.

Rehevyyden lisääntyminen Näsijärveen verrattuna näkyi suurempina klorofyllipitoisuuksina eli levämäärän lisääntymisenä. Voimakkaita levätuotantohuippuja tai sinileväkukintoja ei kesän 2006 aikana kuitenkaan todettu klorofyllipitoisuuksien pysyttyä kaikilla havaintokerroilla lievästi rehevien vesien tasolla. Fosfori on Pyhäjärvestä minimiravinne, eikä tyypellä ole velvoitetarkkailuissa tai erikseen laaditussa typpiselvityksessä havaittu selvästi rehevöittäviä vaikutuksia Pyhäjärvestä. Vaikka asumajätevedet sisältävät myös ulosteperäistä kuormitusta, hygieeninen likaantuminen jäi Pyhäjärvellä vähäiseksi ja vesi pysyi uimakelpoisena.

Jätevesien johtaminen Pyhäjärveen heikentää selvästi veden laatua verrattuna Näsijärveen. Lisäksi jätevesiä kertyy ajoin Pyynikin ja Lehtisaaren syvänteiden alusveteen. Pyynikin syvänteeseen saadaan hapetuksella pidettyä hapellisenä. Ravinnetason nousu aiheutuu pääosin Tampereen kaupungin asumajätevesistä. M-real Oyj:n Takon kartonkitehtaan ravinnekuormitus on varsin vähäistä, eikä sillä ole suurta merkitystä Pyhäjärvestä. Myös Takon BHK-kuormitus on nykyisin virtaamiin suhteutettuna melko vähäistä ja sen osuus hapenkulumisesta jää pieneksi.

Pyhäjärven tila on kohentunut pidemmällä aikavälillä huonosta tyydyttäväksi vesistökuormituksen merkittävän alenemisen ja Tammerkosken veden laadun paranemisen ansiosta. Metsäteollisuuden kuormituksen vähentyminen erityisesti Näsijärven puolella, mutta myös Takon kartonkitehtaalla, on laskenut COD_{Mn}-arvot alle 10 mg/l O₂ ja ligniinipitoisuudetkin ovat nykyisin alhaisia. Asutuksen fosforikuormituksen pieneminen on osaltaan edesauttanut rehevyystason alenemista, ja Pyhäjärvi onkin siirtynyt rehevästä lievästi rehevään luokkaan. BHK-kuormituksen väheneminen ja rehevyystason aleneminen ovat näkyneet myös syvänteiden happitilanteen kohentumisena.

Vesistöjen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan Pyhäjärven yleistila on tyydyttävä ja talviaikana jopa hyvä. Talvella Pyhäjärven fosforipitoisuus voi olla karun veden luokassa, eikä päällyksivedessä esiinny happivajetta. Järven itäosissa veden laatu on välttävä kuormituspisteiden läheisyyden ja ajoittaisen lievän hygieenisen likaantumisen takia. Ravinnetaso ja happitilanne täyttävät hyvän laatuluokan kriteerit, ellei painoteta alusveden ajoin vähähappisia tilanteita. Talvella 2005 Naistenmatkan syvänteiden alusvedessä todettu voimakas samentuminen ja hapettomuus liittyivät Rajasaaren siltatyömaan aiheuttaman kuormituksen valumiseen pohjamyötäisesti ko. syvänteeseen.

Merkittäviä virkistyskäyttöä haittaavia tekijöitä, kuten uimisen estävää hygieenistä likaantumista, sinilevähaittoja tai hapettomuutta, ei Pyhäjärvestä yleensä esiinny. Istutustoiminta on Pyhäjärvestä onnistunut ja kalastusmahdollisuudet ovat hyvät. Sieltä

saadaan luontaisten kalalajien (kuha, haki, ahven) lisäksi mm. siikaa, kirjolohta, järvi-
lohta ja taimenta.

Saviselkä

Saviselällä voi edelleen loppupalvella esiintyä happivajetta, joka vaikuttaa Nokianvir-
taankin. Merkittävämpää on kuitenkin alusvedessä kesäkerrosteisuuden aikana tapah-
tuva hapen kuluminen, jonka seurauksena loppukesän happitilanne on huono. Vuonna
2006 happivaje oli elokuussa voimakas jo 10 metrin syvyydellä.

Saviselän ravinnetaso on Pyhäjärveä korkeampi ja Saviselkä kuuluu reheviin vesiin.
Avovesikauden keskimääräinen fosforipitoisuus oli 19 µg/l, kun se Näsijärven puolel-
la oli 8–9 µg/l ja Pyhäjärvellä 13–17 µg/l. Runsas levätuotanto voi lämpiminä ja kui-
vina kesinä käyttää liukoisen typen päällysvedestä nopeasti, jolloin sinilevät ajoittain
valtaavat vesimassan. Kesinä 2004–2006 tällaista tilannetta ei ole todettu nitraatin riit-
täessä hyvin läpi kesän. Minimiravinne oli koko tuotantokauden ajan fosfori, kun ai-
emmin loppukesällä on esiintynyt myös typpirajoitteisia tilanteita.

Saviselkä on edelleen rehevä. Yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan veden laa-
tuluokka pysyi keskimäärin tyydyttävänä, kun se voi leväkukintojen aikana olla vält-
täväkin.

Nokianvirta

Nokianvirran vesi on lievästi sameaa ja rehevää. Vuonna 2006 vesi oli sameimmillaan
loppuvuoden suurilla virtaamilla. Loppupalvisin on esiintynyt lievää happivajetta Sot-
kanvirran vaikutuksen takia, vaikka tilanne on viime vuosina parantunut happipitoi-
suuden kohottua pysyvästi yli 10 mg/l. Happikyllästysaste oli vuonna 2006 alimmil-
laankin huhtikuussa 77 % eli melko hyvä.

Keskimääräinen typpipitoisuus oli vuonna 2006 noin 920 µg/l ja fosforipitoisuus 17
µg/l. Nitraatit riittivät hyvin koko tuotantokauden ja minimiravinne oli aiempaan ta-
paan fosfori. Typpitaso on kohonnut pitkällä aikavälillä (1980–89 730 µg/l, 1990–99
810 µg/l ja 2000–2006 870 µg/l). Suuria ammoniumtyppipitoisuuksia ei havaittu.

Fosforipitoisuus oli korkeimmillaan (21 µg/l) loppukesän pienellä virtaamalla, jolloin
sähkönjohtavuuskin alkoi nousta sekä joulukuussa, jolloin vesi oli runsaiden virtaami-
en samentamaa. Pidemmällä aikavälillä keskimääräinen fosforipitoisuus on laskenut
tasolle 20 µg/l, kun 1980-luvulla keskipitoisuus oli 32 µg/l ja 1990-luvulla 22 µg/l.

Nokian seudulta tullut kuormitus ei näkynyt Nokianvirrassa merkittävänä happipitoi-
suuden muutoksena. Ravinnepitoisuuksissa todettiin lievää nousua. Paikallisen kuor-
mituksen vaikutukset veden laatuun ovat havaittavissa, vaikka ne eivät olekaan suuria.
Veden hygieeninen laatu pysyi uimiseen sopivana. Nokianvirran veden laatuluokka on
sekä ylä- että alaosissa virtaa tyydyttävä.

Kulovesi ja Rautavesi

Kuloveden tila määräytyy pääosin Nokianvirran veden laadun mukaan. Nokianvirrasta
Kuloveteen laskeneiden vesien keskimääräinen typpipitoisuus oli vuonna 2006 955
µg/l ja fosforipitoisuus 18 µg/l. Siuronkosken vastaavat pitoisuudet olivat typen osalta
890 µg/l ja fosforin 22 µg/l. Siuron suunnalta tulevien vesien ravinnepitoisuudet ovat
siten myös lievästi kohonneita luonnontasoon verrattuna.

Päällysveden talvinen happitilanne on nykyään hyvä. Päävirran alueella sijaitsevilla syvänteillä (Kesäniemi, Ellivuori) ei todettu talvella selvää lämpötilakerrosteisuutta eikä alusveden happivajetta. Sen sijaan virtauksen sivussa sijaitsevien Kalmetsaaren syvänteen (Kulovettä) sekä Rautaveden N19 ja Palvialanlahden syvänteiden alusvedessä todettiin vähähappisuutta.

Päällysveden fosforipitoisuus oli talvella lievästi rehevän veden tasolla. Pitkällä aikavälillä fosforitaso on laskenut toisin kuin typpitaso. Rehevyystarkkailun perusteella Kulo- ja Rautavesi ovat reheviä. Limoitumista ei ole vuosina 2005–2006 tutkittu, mutta vuoden 2004 perifytontutkimusten mukaan Nokianvirrasta tulevan kuormituksen vesistöä limoittavat vaikutukset ovat Kuloveden itäosassa Kuloveden länsiosaa voimakkaammat.

Rehevyyden seurauksena Kuloveden ja Rautaveden alusvedessä esiintyy kesäkerrosteisuuskaudella happivajetta tai hapettomuutta. Hapen kuluminen on Kuloveden itäpäässä (Kesäniemi) erittäin nopeaa hapen loppuessa alusvedestä aikaisessa vaiheessa. Sen sijaan Kalmetsaaren syvänteellä alusveden loppukesäiset happikadot ovat vähentyneet, vaikkakin happivaje voi lämpötilakerrosteisuuden vallitessa olla voimakas. Elokuun 2006 lopulla happi oli pohjalta lähes loppu ja happivaje tuntuva jo 10 metrin syvyydessä. Aivan viime vuosien tulokset viittaavat lievään negatiiviseen kehitykseen.

Kesän 2006 sääolot olivat järvien happitaloudelle yleisesti epäedulliset ja happi loppui elokuussa Ellivuorenkin syvänteeltä samoin kuin Rautaveden syvänteen pohjalta. Edellisvuonna Ellivuoren syvänteen oli kerrostumatonta läpi vuoden, jolloin happiongelmia ei esiintynyt.

Rautaveden puolella oli talvella havaittavissa paikallisen kuormituksen vaikutuksia Karkun taajaman jätevesien aiheuttamaa likaantumista Palvialanlahden syvänteen alusvedessä, jossa todettiin kuormittumista myös loppukesällä.

Lämpötilan suhteen kerrostuneilla alueilla todettiin alusvedessä hapen kulumista, joka johti vähähappisuuteen tai alusveden hapettomuuteen loppukesällä. Ravinnetaso oli reheville vesille ominainen. Tampereen alapuoliseen Pyhäjärveen verrattuna rehevyystaso oli hieman korkeampi ja karuun Näsijärveen verrattuna ero oli vielä selvempi.

Veden laadun kehitys 1970-luvulta 2000-luvulle on ollut Rautavedellä hyvä. Päällysveden happipitoisuudet ovat kohonneet voimakkaasti (talven osalta yli 4 mg/l), metsäteollisuuden vaikutusta osoittanut COD_{Mn}-arvojen taso on romahtanut ja fosforipitoisuudet ovat laskeneet noin neljäsosaan lähtötilanteesta.

Kuloveden–Rautaveden alueella veden laatu on tyydyttävä. Rehevoitumisesta aiheutuvien levähaittojen esiintyminen alentaa jonkin verran virkistyskelpoisuutta. Lisäksi alusveden happitilanne on kerrostuvilla syvänteillä välttävä tai heikko rehevyydestä aiheutuvan hapenkulutuksen takia. Vaikka happitilanne on yleisesti parantunut täälläkin, Kesäniemen ja Rautavedellä vanhan kirkon edustan syvänteillä esiintyy edelleen kesäisin alusveden hapettomuutta. Hygieeniseltä laadultaan Kuloveden ja Rautaveden vesi on uimiseen sopivaa, vaikka Nokian seudun kuormitus voi aiheuttaa ajoin lievää hygieenistä likaantumista Lukkilanlahdella. Vuonna 2005 vesi oli hyvin uimiseen sopivaa.

Nykyisen kuormituksen vesistövaikutukset

Vaikutukset happitilanteeseen

Jätevesien aiheuttama orgaaninen happea kuluttava kuormitus (BOD_7) on nykyisin niin alhaisella tasolla, että sillä ei ole suoraa vaikutusta purkualueiden happitilanteeseen. Syvänteisiin voi muodostua kuitenkin happivajetta lähinnä kesäkerrosteisuuden aikana, jolloin hapenkulutus on voimakkaampaa alusveteen sedimentoituvan levämassan kuluttaessa happea. Hapen kuluminen on siten sidoksissa vallitsevaan rehevyystasoon.

Päällysveden happitilanne on nykyisin hyvä. Pyhäjärvässä myös alusvesi pysyy nykyisin hapellisena. Vähähappista vettä saattaa esiintyä loppukesällä vain aivan pohjan yläpuolisessa vesikerroksessa.

Hapetonta alusvettä esiintyy edelleen Saviselällä, jonne ei kohdistu suoraa jätevesikuormitusta ja Kuloveden–Rautaveden alueelta, jossa happivaje on voimakkainta Kuloveden itäpäässä. Talvella nämäkin alueet ovat hyvähappisia heikon kerrostumisen ja voimakkaan läpivirtauksen takia. Loppukesän hapettomuuden alusvedessä aiheuttaa rehevyys, joka lisää alusveteen vajoavan orgaanisen aineen määrää.

Vaikutukset fosforipitoisuuteen

Näsijärvestä Tammerkosken kautta Pyhäjärveen laskevan veden fosforipitoisuus on nykyisin erittäin pieni. Keskipitoisuus on ollut 2000-luvulla $8,9 \mu\text{g/l}$. Näsijärvi on tämän perusteella erittäin niukkaravintainen.

Tampereen jätevedenpuhdistamot ja teollisuus aiheuttavat noin 23 kg/d fosforikuormituksen, joka lisää keskivirtaamalla Pyhäjärven fosforipitoisuutta $4\text{--}5 \mu\text{g/l}$.

Saviselkään ja Pyhäjärven eteläosaan kohdistuu kuormituspainetta Vanajaveden reitin suunnalta, koska rehevyys on siellä selvästi voimakkaampaa kuin Pyhäjärven alueella nykyisin. Keskimääräinen fosforipitoisuus on ollut 2000-luvulla $26 \mu\text{g/l}$ eli lähes kolminkertainen Tammerkoskeen verrattuna. Vanajaveden reitillä rehevyyttä lisää erityisesti hajakuormitus. Taajamien pistekuorman vaikutus fosforipitoisuuteen on vähäinen (alle $2 \mu\text{g/l}$).

Nokianvirran kautta Kuloveteen virtaava vesi on lievästi rehevää. Keskimääräinen fosforipitoisuus on ollut 2000-luvulla $19\text{--}21 \mu\text{g/l}$ eli kaksinkertainen Tammerkoskeen verrattuna. Siuronkoskessa fosforipitoisuus on ollut 2000-luvulla keskimäärin $25 \mu\text{g/l}$ eli lähes Vanajaveden reitin luokkaa. Kuloveden–Rautaveden alueella fosforipitoisuus on ollut päällysvedessä keskimäärin $21\text{--}22 \mu\text{g/l}$. Alue on siten kaksi kertaa rehevämpi kuin Tampereen alapuolinen Pyhäjärvi, vaikka pääosa jätevesien fosforikuormituksesta kohdistuukin Pyhäjärveen.

Nopean veden vaihtumisen seurauksena merkittävää fosforiravinteiden pidättymistä ei vesialueella tapahdu, vaan kuormitus kulkeutuu pääosin virtauksen mukana Kokemäenjokeen ja edelleen Selkämereen.

Vaikutukset typpipitoisuuteen

Näsijärvestä Tammerkosken kautta Pyhäjärveen laskevan veden typpipitoisuus on puhtaille humusvesille ominainen. Keskipitoisuus on ollut 2000-luvulla $505 \mu\text{g/l}$.

Tampereen jätevedenpuhdistamot ja teollisuus aiheuttavat noin 2450 kg/d typpikuormituksen, joka lisää keskivirtaamalla Pyhäjärven typpipitoisuutta 460 µg/l. Typpipitoisuus kohoaa siten Pyhäjärvestä voimakkaasti eli lähes kaksinkertaiseksi ja järvityypille ominainen typpitaso ylittyy.

Saviselkään ja Pyhäjärven eteläosaan kohdistuva Vanajaveden reitin vaikutus ei kohota typpipitoisuuksia, koska typpitaso on alhaisempi kuin Pyhäjärvestä. Keskimääräinen typpipitoisuus on 2000-luvulla ollut 790 µg/l, joten se on hajakuormituksen takia kuitenkin koholla.

Nokianvirran typpipitoisuus on selvästi koholla luonnontasoon verrattuna. Keskimääräinen typpipitoisuus on ollut 2000-luvulla 870–900 µg/l eli noin kaksinkertainen Tammerkoskeen verrattuna. Typpipitoisuus kääntyy laskuun Kulo–Rautavedellä sedimentaation ja denitrifikaation seurauksena. Siuronkoskessa typpipitoisuus on ollut 2000-luvulla keskimäärin 840 µg/l eli Vanajaveden reitin luokkaa. Kuloveden–Rautaveden alueella typpipitoisuus on ollut päällysvedessä keskimäärin 840–870 µg/l laskien hitaasti kohti Vammalaa. Siuron reitin lisäkuorma ei muuta typpipitoisuutta.

Nopean veden vaihtumisen seurauksena kovin merkittävää typpiravinteiden pidättymistä ei Tammerkosken ja Kokemäenjoen välisellä vesialueella tapahdu, vaan kuormitus kulkeutuu virtauksen mukana Kokemäenjokeen ja edelleen Selkämereen. Avovesiaikana on havaittavissa jonkinasteista typpipitoisuuden laskua denitrifikaatiosta ja sedimentaatiosta johtuen. Typpivähenemä on merkittävin rehevimmillä alueilla, joissa levätuotanto on voimakkainta.

Jätevesien kulkeutuminen alivirtaamien aikana

Virtaaman vähentyessä myös sekoittumis- ja laimennusolot heikkenevät. Jätevedet pyrkivät tällöin valumaan alusveteen eli ne kertyvät syvänealueille. Pohjanmyötäinen valuminen johtuu tiheyseroista; jätevesi on järvivettä raskaampaa. Tällaisessa tilanteessa jätevesien vaikutukset korostuvat alusvedessä ja jäävät laskennallista pienemmiksi pintavedessä.

Esimerkiksi havainnot Pyynikin syvänteiden veden laadusta osoittavat, että jätevesien vaikutukset ovat alusvedessä moninkertaiset verrattuna pintaveteen. Esimerkiksi maaliskuussa 2003 sähkönsäätöaseman mukaan arvioituna jätevesien osuus oli pohjan lähellä noin 25 % vesitilavuudesta. Pintavedessä osuus oli vain 3–4 %. Pintaveden hygieeninen laatu ei myöskään ollut juurikaan heikentynyt.

Laimenemisen ja sekoituksen heikentyessä pienillä virtaamilla jätevesivaikutukset kohdistuvat pääsääntöisesti alusveteen, jolloin veden käyttökelpoisuuden alenema on odotettua lievempi. Haittoja voidaan minimoida johtamalla jätevedet järven väli- tai alusveteen.

Alivirtaamatilanteiden todetut vaikutukset Pyhäjärven veden laatuun

Toukokuussa 2003 tapahtunut laimennusolojen oleellinen heikentyminen ei aiheuttanut kovin suuria muutoksia Pyhäjärvestä. Veden hygieeninen laatu pysyi hyvänä (kolibakteerit 1–10 kpl/dl), joten uimakelpoisuus ei heikentynyt lainkaan. Fosforipitoisuus pysyi myös alhaisena tehokkaan fosforinpoiston ansiosta. Fosforipitoisuus vaihteli päällysvedessä välillä 19–29 µg/l eli se pysyi lievästi rehevässä luokassa. Levämäärää kuvaava klorofyllipitoisuus oli samoin lievästi rehevien vesien luokassa (5,6–11 µg/l).

Merkittävin muutos oli typpipitoisuuden tuntuva kohoaminen ja jätevesien pohjanmyötäinen kulkeutuminen alavirtaan. Selvimmin vaikutus kohdistui lähimpään eli Pyynikin edustan syvänteeseen. Alusveden typpipitoisuus oli noin nelinkertainen normaaliin verrattuna (3500–4700 µg/l). Päälyysveden typpipitoisuus kohosi kaksinkertaiseksi (1910 µg/l). Myös ammoniumtyppipitoisuudet olivat keväällä korkeita, koska nitrifikaatiota ei toteuteta puhdistamoilla talviaikana.

Jätevesien alusvesihakuisuudesta huolimatta happitilanne oli alusvedessäkin hyvä (6,1 mg/l). Päälyysveden happitilanteeseen vähäisellä juoksutuksella ei ollut mitään vaikutusta, koska orgaaninen kuormitus on nykyään hyvin vähäistä.

Juoksutusten kesäkuussa lisääntyessä tilanne normalisoitui nopeasti. Myös alusveden happitilanne parani alkukesällä. Kesäkuun lopulla happea oli pohjalla 7,8 mg/l.

Nokianvirrassa saakka vaikutuksia ei toukokuussa vielä todettu, koska viipymä kasvoi vähäisen juoksutuksen takia huomattavasti. Typpimaksimi todettiin Nokianvirrassa kesäkuun puolivälissä. Typpipitoisuus oli silloin 1160 µg/l, kun normaali taso on 800 µg/l. Vastaava vaikutus todettiin Kulovedellä saakka. Fosforipitoisuuteen vähäisellä kevätkuoksutuksella ei ollut Nokianvirrassa saakka vaikutusta.

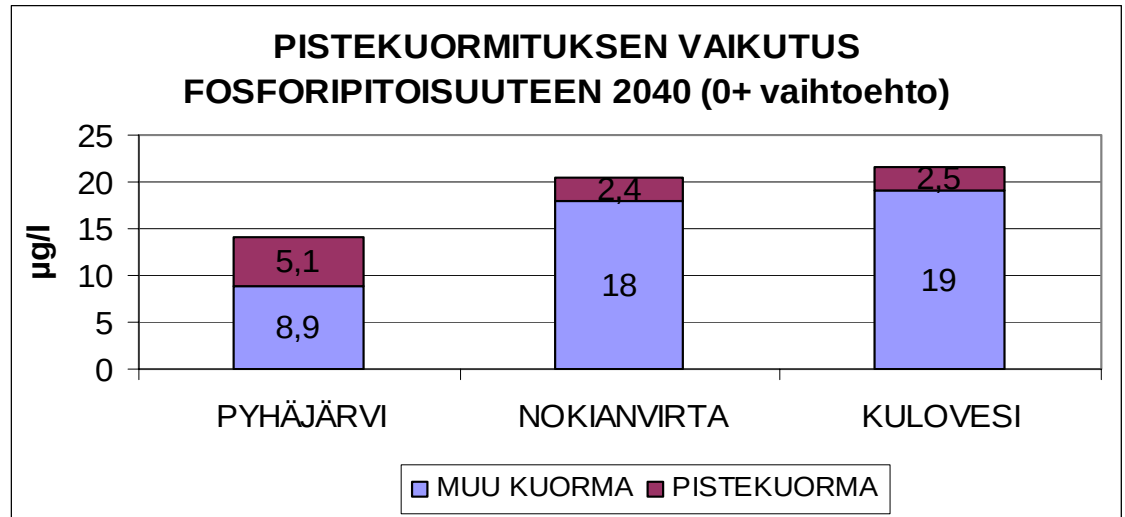
Vesistövaikutukset

0+ vaihtoehdon ja keskuspuhdistamovaihtoehdon aiheuttama vesistökuormitus on arvioitu yleisen puhdistamojen puhdistusvaatimustason perusteella (Taulukko 7-5). Laskelmien mukaan kokonaiskuormituksessa ei ole oleellista eroa eri vaihtoehtojen kesken. Vaihtoehdossa 0+ jätevesien purkualueita on useita (9 kpl), kun taas keskuspuhdistamovaihtoehdossa jätevedet on tarkoitus purkaa yhteen pisteeseen.

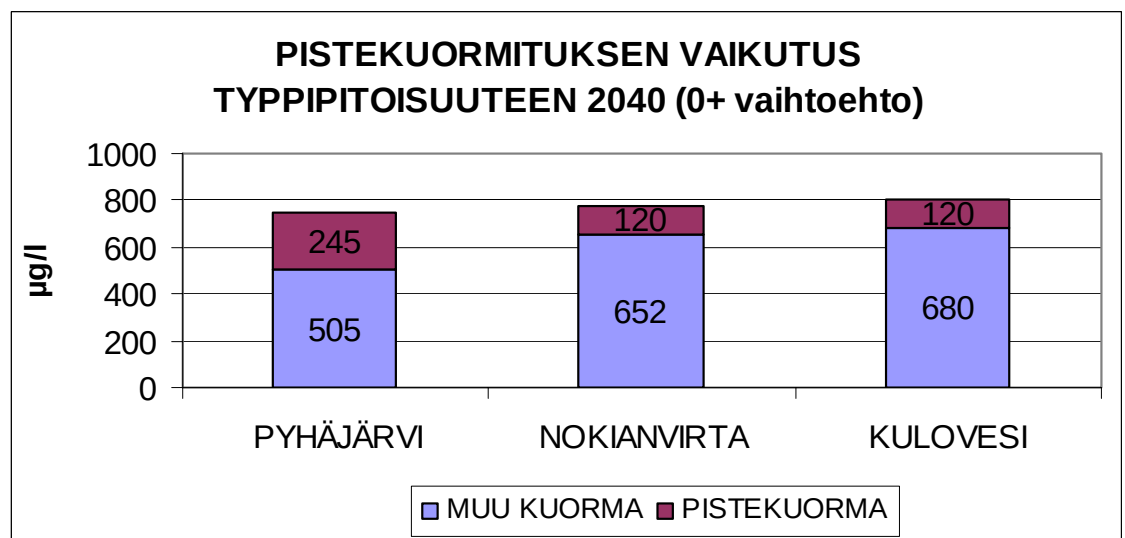
Taulukko 7-5. Vesistökuormitus 0+ ja keskuspuhdistamovaihtoehdossa.

	jätevettä m ³ /d	BOD ₇			Fosfori			Typpi		
		mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%
Tampere, Viinikanlahti	69 985	8,0	560	96,3	0,3	21,0	96,2	14,6	1022	70
Tampere, Rahola	18 740	8,0	150	96,9	0,3	6,0	96,8	15,7	294	70
Nokia, Kullaanvuori	16 099	8,0	129	96,1	0,3	5,0	96,1	15,3	247	70
Valkeakoski	9 500	8,0	76	97,1	0,3	3,0	95,1	9,3	89	70
Akaa, Toijala	6 288	8,0	50	94,2	0,3	2,0	94,8	10,9	68	70
Lempäälä	5 476	8,0	44	96,4	0,3	2,0	96,9	16,5	90	70
Orivesi	2 313	10,0	23	95,9	0,5	1,0	94	35	81	25
Kuhmalampi	80	10,0	0,8	96,4	0,5	0,04	96	43,8	3,5	25
Kämmenniemi	150	10,0	1,5	95,7	0,5	0,08	95	50	7,5	25
0+ yhteensä	129 000		1 034			40,0			1 900	
keskuspuhdistamo	129 000	8,0	1 032	96,7	0,3	39,0	96,3	14,5	1 872	70

Vaihtoehdossa 0+ pistekuormitus kohottaisi Pyhäjärven fosforipitoisuutta tulevaisuudessa noin 5 µg/l ja typpipitoisuutta 245 µg/l (Kuva 7-6 ja Kuva 7-7). Pistekuormituksen vaikutus Nokianvirrassa ja Kulovedessä suhteessa fosforin ja typen kokonaiskuormituksen vaikutukseen olisi vähäinen.



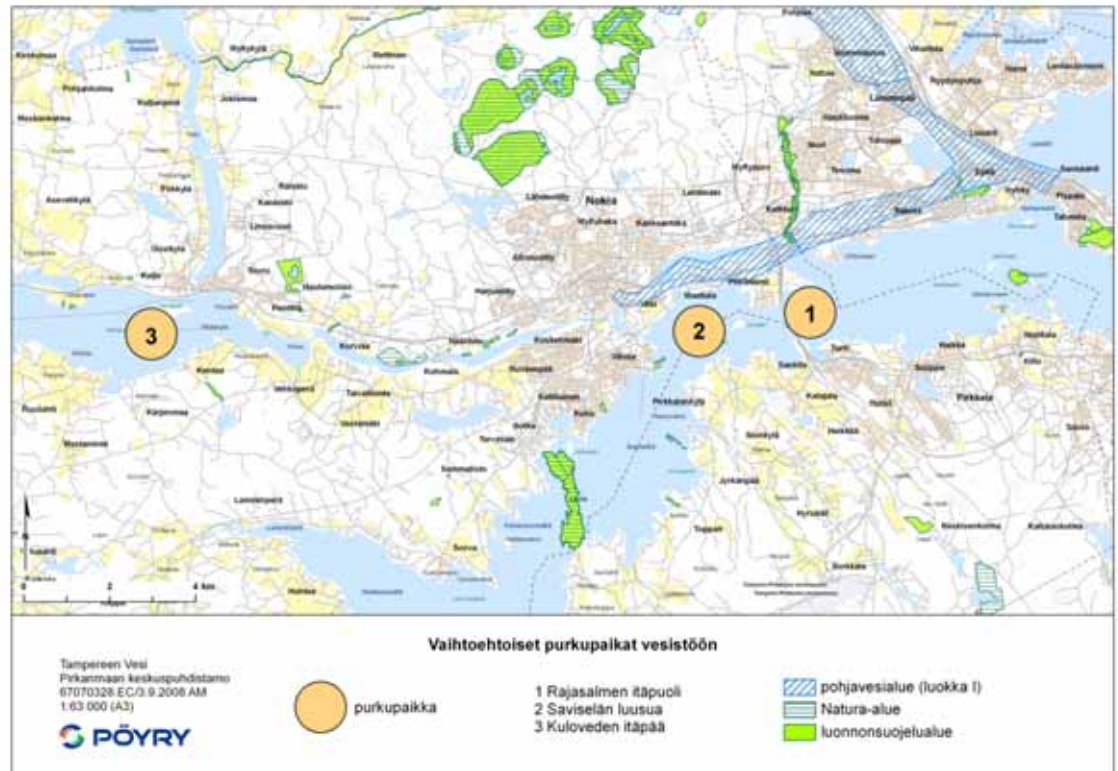
Kuva 7-6. Pistekuorman vaikutus fosforipitoisuuksiin eri vesialueilla 2040 (0+ vaihtoehto).



Kuva 7-7. Pistekuorman vaikutus typpipitoisuuksiin eri vesialueilla 2040 (0+ vaihtoehto).

Keskitetty jätevesien puhdistus

Keskuspuhdistamon jätevesien purku tapahtuu joko Pyhäjärveen tai Kuloveteen (Kuva 7-8). Pyhäjärvessä mahdollisia purkualueita ovat Rajasalmen sillan itäpuolinen alue Tampereen kaupungin puolella sekä Saviselän luusua Pirkkalan kunnan puolella. Kulovedellä jätevedet purettaisiin todennäköisesti Siuronkosken länsipuoliselle alueelle.



Kuva 7-8. Keskuspuhdistamohankkeen suunnitellut porkupaikkavaihtoehdot.

Rajasalmen itäpuoli

Purkualueelle kohdistuva kuormitus olisi seuraavanlainen:

Kuormitus	jätevettä	BOD ₇			Fosfori			Typpi		
	m ³ /d	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%
Yhteensä 2006	80 844		601			22,4			2 452	
0+ yhteensä	88 725		710			27,0			1 316	
keskuspuhdistamo	129 000	8,0	1 032	96,7	0,3	39,0	96,3	14,5	1 872	70

Orgaaninen kuormitus (BOD₇) ja fosforikuormitus lisääntyisivät nykyiseen verrattuna. Typpikuormitus sen sijaan vähenisi molemmassa vaihtoehdoissa.

Happea kuluttava kuormitus pysyisi jatkossakin vähäisenä, eikä sillä olisi suoraa vaikutusta happipitoisuuksiin. Fosforikuormituksen kasvu lisää rehevyyttä nykyisestään. Fosforipitoisuus nousisi 0+ vaihtoehdossa purkualueella keskimäärin 0,8 µg/l ja keskuspuhdistamo vaihtoehdossa 2,8 µg/l. Typpipitoisuuden vähenemä olisi 95–185 µg/l.

Jätevesien purkaminen olisi tehtävä päävirtaukseen eli selän eteläpuolelle, koska Haidansillan kautta menevä virtaama on heikko ja laimeneminen siten puutteellista. Pohjoisrannalle purkaminen korostaisi rehevyyshaittoja ja kuormittava vaikutus voisi kulkeutua ajoittain tuulten vaikutuksesta ylävirran suuntaan.

Pienten juoksutusten vallitessa jätevedet valuisivat päävirran puolella syvänteisiin, joissa virtaus voi olla tilapäisesti päävirtaa vastaan. Tällainen tilanne voisi muodostua, jos Tammerkoski on kiinni ja Saviselän hydraulinen paine työntäisi vettä päävirtaa

vastaan, eikä Nokianvirran imu riittäisi pitämään alusveden virtausta kohti Nokianvirtaa yllä.

Tämä purkutapa ei aiheuttaisi merkittäviä muutoksia Pyhäjärven eteläosan eikä Nokianvirran veden laatuun verrattuna nykyiseen tilanteeseen. Fosforipitoisuuden nousun perusteella rehevyys voimistuisi jonkin verran, koska fosfori on alueella perustuotannon minimiravinne. Typpipitoisuuden pienenemisellä ei olisi vaikutusta laatuluokkaan. Pyhäjärven itäpään vesialueet välttyisivät tässä vaihtoehdossa jätevesien vaikutukselta Selkäsaaren tasalle saakka.

Saviselän luusua

Purkualueelle kohdistuva kuormitus olisi eri vaihtoehdoissa seuraavanlainen:

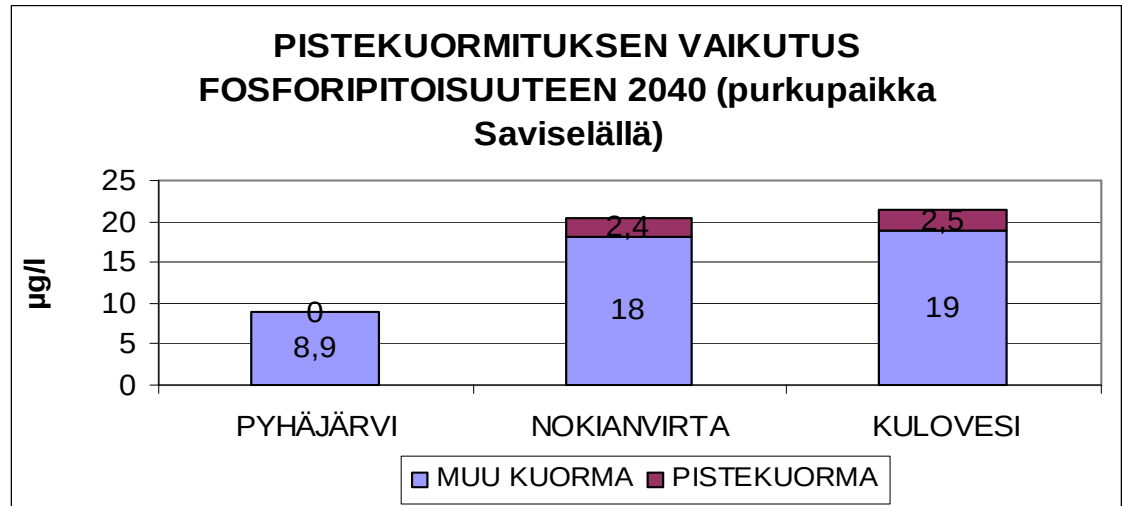
Kuormitus	jätevettä	BOD ₇			Fosfori			Typpi		
	m ³ /d	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%
Yhteensä 2006	80 844		601			22,4			2 452	
0+ yhteensä	88 725		710			27,0			1 316	
keskuspuhdistamo	129 000	8,0	1 032	96,7	0,3	39,0	96,3	14,5	1 872	70

Orgaaninen kuormitus (BOD₇) ja fosforikuormitus lisääntyisivät nykyiseen verrattuna. Typpikuormitus sen sijaan vähenisi.

Hapkea kuluttava kuormitus pysyisi jatkossakin vähäisenä, eikä sillä olisi suoraa vaikutusta happipitoisuuksiin. Fosforikuormituksen kasvu lisäisi rehevyyttä nykyisestä. Fosforipitoisuus nousisi 0+ vaihtoehdossa purkualueella keskimäärin 0,4–0,8 µg/l ja keskuspuhdistamovaihtoehdossa 1,4–2,8 µg/l. Typpipitoisuuden vähenemä olisi 40–90 µg/l tai 95–185 µg/l. Kuormittava vaikutus olisi välittömällä purkualueella samaa luokkaa kuin Rajasalmen vaihtoehdossa. Laimeneminen olisi tässä vaihtoehdossa kuitenkin Rajasalmen vaihtoehtoa tehokkaampaa, koska alueelle kohdistuu sekä Vanajaveden että Tammerkosken suunnasta tuleva virtaama.

Sekoittumisolot vaihtelevat alueella satunnaisesti tuulen suunnasta ja juoksutuksista riippuen. Olosuhteet purkualueella ovat epävakait ja ajoittain on havaittu virtausta myös Saviselän suuntaan. Voimakkaat eteläpuoleiset tuulet voivat kuljettaa pintavettä aina Rajasalmen tasalle saakka, mikä on havaittu ravinnepitoisuuksien kohoamisena ohitustien sillan alaisella havaintopisteellä.

Tämä purkutapa ei aiheuttaisi merkittäviä muutoksia Pyhäjärven eteläisimmän osan eikä Nokianvirran veden laatuun nykytilanteeseen verrattuna. Fosforipitoisuuden nousun perusteella rehevyys voimistuisi jonkin verran, koska fosfori on alueella perustuotannon minimiravinne. Typpipitoisuudet pienenemisellä ei olisi vaikutusta laatuluokitukseen. Tässä purkuvaihtoehdossa Pyhäjärven vesialueet välttyisivät jätevesien vaikutukselta Rajasalmen sillan tasalle saakka (Kuva 7-9).



Kuva 7-9. Pistekuorman vaikutus fosforipitoisuuksiin eri vesialueilla 2040 (purkualueena Saviselkä).

Kuloveden itäpää

Purkualueelle kohdistuva kuormitus olisi eri vaihtoehtoissa seuraava:

Kuormitus	jätevettä	BOD ₇			Fosfori			Typpi		
	m ³ /d	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%	mg/l	kg/d	red.%
Yhteensä 2006	90 020		665			25			2 755	
0+ yhteensä	104 824		839			32			1 563	
keskuspuhdistamo	129 000	8,0	1 032	96,7	0,3	39,0	96,3	14,5	1 872	70

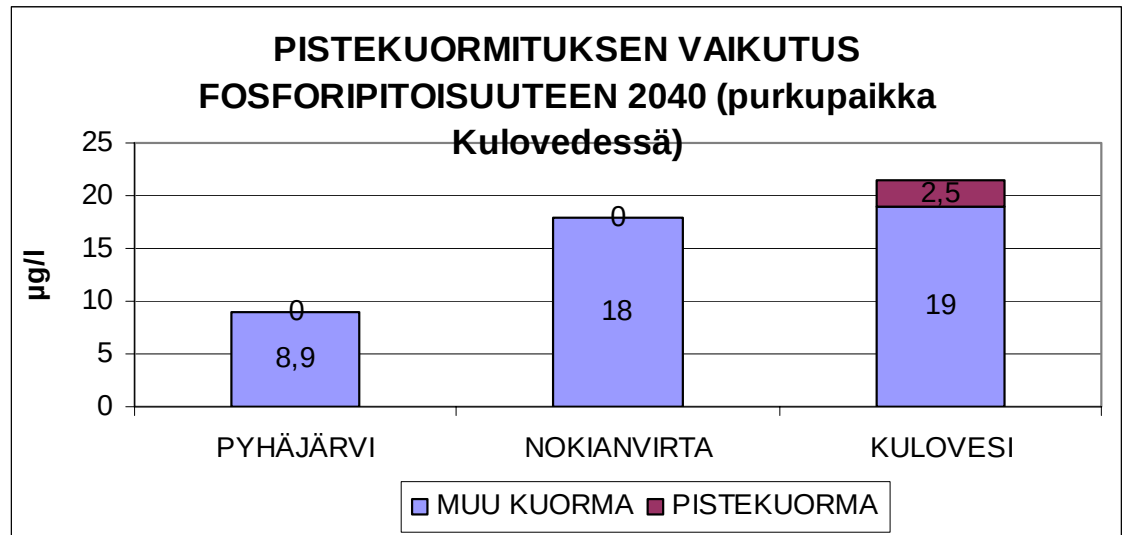
Orgaaninen kuormitus (BOD₇) ja fosforikuormitus lisääntyisivät nykyiseen verrattuna. Typpikuormitus sen sijaan vähenisi.

Happea kuluttava kuormitus pysyisi jatkossakin vähäisenä, eikä sillä olisi suoraa vaikutusta happipitoisuuksiin. Fosforikuormituksen kasvu lisäisi rehevyyttä nykyisestään. Fosforipitoisuus nousisi 0+ vaihtoehdossa purkualueella keskimäärin 0,5 µg/l ja keskuspuhdistamovaihtoehdossa 1,0 µg/l. Typpipitoisuuden vähenemä olisi 70–90 µg/l.

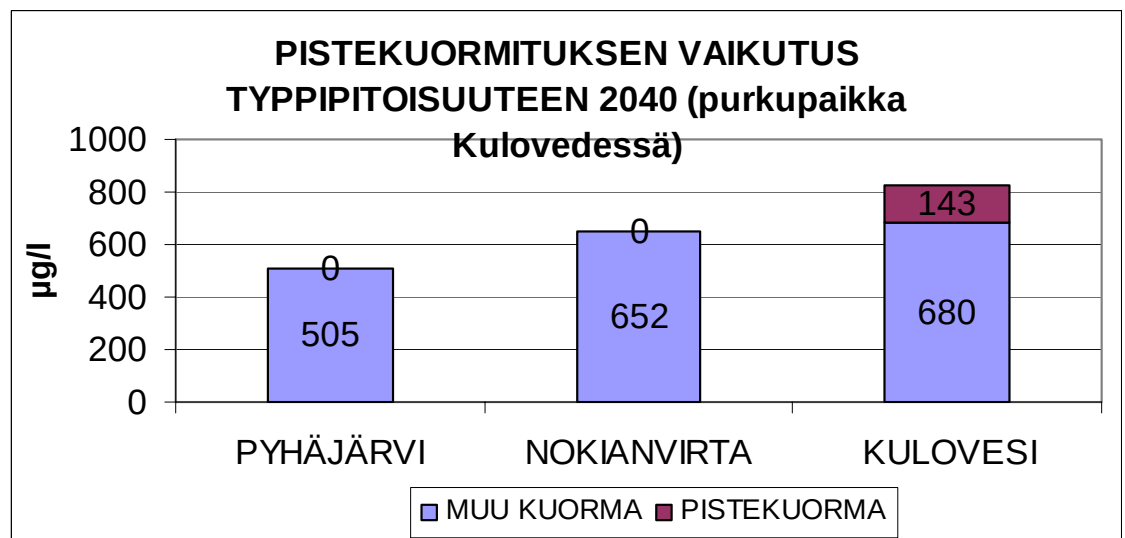
Sekoittumisolot ovat Kuloveden itäpäässä hyvät voimakkaan läpivirtauksen ansiosta. Vesialue on talvella kerrostumaton, mutta kesällä alueelle muodostuu lämpötilakerrosteisuus, jonka aikana alusvedestä loppuu happi lähes säännöllisesti. Hapen kulumisen aiheuttaa pääasiassa rehevyydestä johtuva välillinen hapenkulutus. Suora orgaanisesta kuormituksesta (BHK₇) riippuva hapenkulutus on nykyisin hyvin vähäistä. Fosforikuormitus lisääntyy tulevaisuudessa purkuvaihtoehdosta riippumatta, joten loppukesän hapettomuus tulee jatkumaan alusvedessä. Hapellisuuden turvaaminen vaatisi alusveden keinotekoista hapetusta kesäkerrostuneisuuden aikana.

Jäteveden purkukohta olisi valittava siten, että sekoittuminen tapahtuisi päävirtaukseen. Purkupuutken päätä ei tulisi sijoittaa syvänteeseen, vaan alusveden yläosaan noin 10 metrin syvyydelle, mikä turvaisi parhaan laimenemisen myös pienillä juoksutuksilla. Tällöin ravinteet eivät myöskään tulisi suoraan perustuotannon käyttöön, vaan purkautuisivat väliveteen valaistun vesikerroksen alapuolelle.

Tässä purkupaikkavaihtoehdossa jätevesien kuormittava vaikutus olisi välittömällä purkualueella vaihtoehtoista vähäisin parempien laimennusolojen ansiosta. Lisäksi Pyhäjärvi, Nokianvirta sekä osa Kuloveden itäpäästä säästyisivät kokonaan kuormittavalta vaikutukselta (Kuva 7-10 ja Kuva 7-11). Kuloveden puolella rehevyystaso ei lisääntyisi merkittävästi muihin vaihtoehtoihin verrattuna, koska ravinteita ei juuri pidäty yläpuolisiin järviin.



Kuva 7-10. Pistekuorman vaikutus fosforipitoisuuksiin eri vesialueilla 2040 (pursualueena Kulovesi).

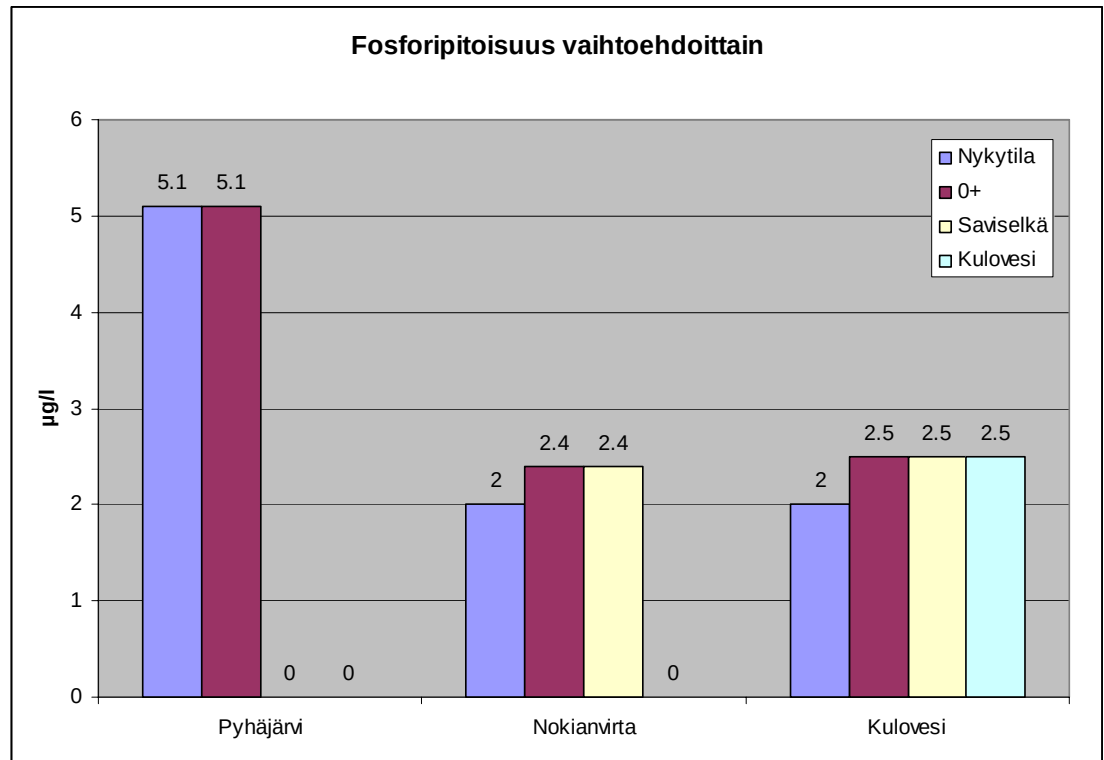


Kuva 7-11. Pistekuorman vaikutus typpipitoisuuksiin eri vesialueilla 2040 (pursualueena Kulovesi).

Pursupaikkavaihtoehtojen vertailua

Rehevyystason muutokset jäisivät kaikissa vaihtoehdossa varsin vähäisiksi verrattuna nykyisten purkupaikkojen vaikutuksiin. Keskuspuhdistamovaihtoehdossa ravinnetaso laskisi nykytilanteeseen verrattuna, eikä rehevyystason nousua olisi odotettavissa missään vaihtoehdossa.

Parhaat laimenemisolosuhteet omaavassa Kuloveden vaihtoehdossa purkuvesistön rehevyys ei lisääntyisi, koska kuormitus kulkeutuu nykyisinkin samalle alueelle ilman merkittävää ravinteiden pidättymistä. Kuloveden purkupaikkavaihtoehdon positiivisena puolena olisi Pyhäjärven, Nokianvirran sekä Kuloveden itäosien välttyminen nykyiseltä jätevesikuormitukselta. Muutos olisi suurin Pyhäjärvessä, koska Saviselän ja Nokianvirran alueella tulee säilymään Vanajaveden–Pyhäjärven reitin rehevöittävä vaikutus (hajakuormitus).



Kuva 7-12. Vaihtoehtojen fosforikuormitus eri vesistöalueilla.

Vaikutukset poikkeustilanteissa

Alivirtaamatilanteet

Säännöstelykäytännöistä johtuen sekä Tammerkoskessa että Nokianvirrassa on tiettyinä ajankohtina juoksutuskatkoja, jolloin virtaama loppuu kokonaan. Myös yleinen pitkäkestoinen sateettomuus lisää katkoksia ja vähentää virtaamaa, jolloin laimennusolot heikkenevät. Jos kuormitus johdetaan järvioltaisiin, lyhyet juoksutuskatkot eivät ole yhtä haitallisia kuin virtapaikoissa, sillä jätevedet laimenevat koko vesimassaan. Lyhytaikaisilla muutaman tunnin juoksutuskatkoilla ei ole vaikutuksia veden yleislaituun.

Alivirtaamatilanteet ja niiden kesto riippuvat yleisestä vesitilanteesta ja säännöstelykäytännöistä. Vuosien 1980–2006 juoksutustilastot osoittavat, että vähävirtaamaiset ajankohdat sattuvat yleensä kevääseen ja alkukesään. Vuoden 2003 poikkeuksellinen kuivuus johti niukkoihin juoksutuksiin jopa muutaman kuukauden pituisella jaksolla. Huhtikuussa 2003 Tammerkosken keskiuokutus oli vain 9,0 m³/s. Myös loppukesä 2006 oli kuiva. Juoksutus oli syyskuussa keskimäärin vain 8,0 m³/s. Nokianvirran juoksutukset olivat vastaavina ajankohtina 22 ja 32 m³/s eli kolmin–nelinkertaiset, koska Vanajaveden reitiltä tulee jatkuva lisävirtaama. Käytännössä laimennusolot ovat