

**LAPPEENRANNAN LÄMPÖVOIMA OY**  
Hyväristönmäen uusi jätevedenpuhdistamo

Copyright © Pöyry Finland Oy

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

Copyright © Pöyry Finland Oy

**Sisäinen tarkistussivu**

<b>Asiakas</b>	Lappeenrannan Energia
<b>Otsikko</b>	Hyväristönmäen uusi jätevedenpuhdistamo
<b>Projekti</b>	Esisuunnitelma
<b>Vaihe</b>	
<b>Työnumero</b>	16UEC0192
<b>Luokitus</b>	
<b>Piirustus/arkistointi/sarjanro.</b>	
<b>Tiedoston nimi</b>	Lranta_Hmaki_ES_2013-06-28_FINAL.doc
<b>Tiedoston sijainti</b>	
<b>Järjestelmä</b>	Microsoft Word 11.0
<b>Ulkoinen jakelu</b>	
<b>Sisäinen jakelu</b>	
<b>Contribution</b>	
<b>Vastaava yksikkö</b>	
<b>Revisio</b>	
<b>Alkuperäinen</b>	
Dokumentin pvm	28.6.2013
Laatija/asema/allekirj.	KNS / Johtava asiantuntija JHSA / Osastopäällikkö MHVA / Prosessiasiantuntija
Tarkistuspvm	
Tarkistanut/asema/allekirj.	AHA / Osastopäällikkö
<b>A</b>	
Dokumentin pvm	
Laatija/asema/allekirj.	
Tarkistuspvm	
Tarkistanut/asema/allekirj.	
<b>B</b>	
Dokumentin pvm	
Laatija/asema/allekirj.	
Tarkistuspvm	
Tarkistanut/asema/allekirj.	

**Muuttunut edellisestä revisiosta**

## Sisältö

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LÄHTÖTIEDOT</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NYKYTILANNE</b>	<b>3</b>
3.1	Nykyinen jätevesien käsittely	3
3.2	Uuden jätevedenpuhdistamon tontti	3
<b>4</b>	<b>JÄTEVESIEN JOHTAMINEN PUHDISTAMOLLE</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>PROSESSIMITOITUS</b>	<b>4</b>
5.1	Puhdistusvaatimukset	4
5.2	Mitoituskuormitus	5
5.3	Tulopumppaus ja esikäsittely	6
5.4	Esiselkeytykset	7
5.5	Ilmastusaltaat	8
5.6	Jälkiselkeytykset	11
5.7	Analysaattorit ja prosessiautomaatio	12
5.8	Tertiäärikäsittely	13
5.9	Desinfiointi	14
5.10	Ohitusvesien käsittely ja poikkeustilanteiden hallinta	15
5.11	Jäteveden purkujärjestelyt	15
5.12	Kemikalointi	15
5.12.1	Ferrisulfaatti	15
5.12.2	Alkalointi	16
5.12.3	Metanoli	16
5.13	Lietteenkäsittely	16
5.13.1	Yleistä	16
5.13.2	Syntyvät lietemäärät ja pumpattavat lietevirrat	17
5.13.3	Lietteen tiivistys	17
5.13.4	Linkokuivaus	18
5.13.5	Lietteenkäsittelyn rejektivedet	19
5.14	Tekninen vesi	19
<b>6</b>	<b>RAKENTAMINEN</b>	<b>20</b>
6.1	Perustamisolosuhteet	20
6.2	Rakennukset	20
<b>7</b>	<b>SÄHKÖISTYS, AUTOMAATIO JA INSTRUMENTOINTI</b>	<b>20</b>
7.1	Sähköistys	20

7.1.1	20 kV:n sähköliittymä	21
7.1.2	Puistomuuntamot	21
7.1.3	Pääkeskukset	21
7.1.4	Ryhmäkeskukset	21
7.1.5	Varavoimakone	21
7.1.6	UPS-järjestelmä	22
7.1.7	Kaapeloinnit	22
7.2	Automaatio ja tietoliikenne	22
7.2.1	Järjestelmä	22
7.2.2	Ohjelmisto	23
7.2.3	Tietoliikenne	23
7.3	Instrumentointi	23
<b>8</b>	<b>RISKIENHALLINTA</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>AIKATAULU JA LUVITUS</b>	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>KUSTANNUSARVIOT</b>	<b>26</b>
10.1	Arvio investointikustannuksista	26
10.2	Arvio käyttökustannuksista	27
<b>11</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>28</b>

**Liitteet**

1. Kuormitusennuste
2. Jäteveden jälkikäsittelymenetelmät
3. Jätevedenkäsittelyn kalvotekniikoiden esiselvitys

**Piirustukset**

1. 16UEC0192-1001-E Aluelayout
2. 16UEC0192-6001-E Sähkönjakelun periaatekaavio
3. 16UEC0192-7001-E Virtauskaavio
4. 16UEC0192-9001-E Automaatiojärjestelmän periaatekaavio

## 1 JOHDANTO

Tämä esisuunnitelma liittyy Lappeenrannan jätevesien käsittelyn ympäristövaikutusten arviointiin. YVAssa tarkastellaan useita puhdistamo- ja purkupaikkavaihtoehtoja. Yhtenä vaihtoehtona on Hyväristönmäelle sijoitettava uusi jätevedenpuhdistamo, johon sisältyy tehostettu tertiäärikäsittely. Kokonaisfosforin enimmäispitoisuus lähtevässä jätevedessä on 0,1 mgP/l. Puhdistetut jätevedet johdetaan joko Rakkolanjokeen tai Pien-Saimaan Kaukaanselälle.

Esisuunnitelmassa esitetään Hyväristönmäelle sijoitettavan uuden jätevedenpuhdistamon mitoituskuormitus, lupaehdot, puhdistusprosessi, laitoslayout, päämitoitukset ja -laitteet, rakennus-, sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotekniset perusratkaisut sekä alustava investointikustannusarvio.

## 2 LÄHTÖTIEDOT

Suunnittelun lähtötietoina käytettiin mm. tontin kaavoitus- ja maastotietoja, konsultin laatimaa kuormitusennustetta (liite 1), aiemman YVAn yhteydessä laadittua uuden jätevedenpuhdistamon esisuunnitelmaa (Suunnittelukeskus Oy, 2004) sekä vuonna 2006 laadittua jätevedenpuhdistamon ympäristövaikutusten arviointiselostusta (Suunnittelukeskus Oy, 2006). Tehostetun tertiäärikäsittelyn suunnittelussa on hyödynnetty syksyllä 2011 laadittua esiselvitystä jätevedenkäsittelyn kalvotekniikoista, joka on esitetty tämän raportin liitteenä 3.

## 3 NYKYTILANNE

### 3.1 Nykyinen jätevesien käsittely

Lappeenrannan jätevedet puhdistetaan nykyisin Toikansuon jätevedenpuhdistamolla. Puhdistamo on huonokuntoinen, ja suurin osa sen rakennuksista ja laitekannasta on teknisen käyttöikänsä päässä. Toikansuon puhdistamoa käytetään siihen asti, kun Hyväristönmäen uusi puhdistamo on valmis käyttöön.

### 3.2 Uuden jätevedenpuhdistamon tontti

Hyväristönmäki sijaitsee Lappeenrannan taajaman eteläpuolella Hanhijärven ja Kallio-kosken kylien välissä. Hyväristönmäen etäisyys nykyisen Toikansuon jätevedenpuhdistamosta on noin 5 kilometriä. Alustavasti uuden puhdistamon on ajateltu sijoittuvan Hyväristönmäen eteläpuolella kulkevan maakaasujohdon pohjoispuolelle Rakkolanjoen läheisyyteen. Puhdistamon mahdollinen sijoittuminen alueelle on esitetty raportin liitteenä esitetyssä layout-piirustuksessa 16UEC0192-1001-E.

Hyväristönmäelle on tieyhteys Hanhijärven kautta Hanhijärventietä ja Pahaojantietä pitkin tai Vanhalta Viipurintieltä Kallio-kosken kautta Karkkolantietä pitkin. Karkkolantien kulkuyhteyden varrella on vähemmän asutusta kuin Hanhijärvellä. Mainitut tiet ovat pieniä, eivätkä kestä raskasta liikennettä. Todennäköisesti puhdistamolle on rakennettava uusi tieyhteys, joka voidaan linjata kulkemaan esimerkiksi kaasulinjan mukaisesti.

Hyväristönmäen alueella on voimassa oikeusvaikutukseton Lappeenrannan keskustaa-jaman yleiskaava. Hyväristönmäen alue on merkitty kaavassa maa- ja metsätalousvaltai-seksi alueeksi. Lappeenrannan keskustaa-jaman ja keskustaa-jamaan liittyvien alueiden oikeusvaikutteisen yleiskaavan päivitys on käynnissä. Hyväristönmäen alue sisältyy vi-reillä olevaan Eteläisten alueiden osayleiskaavaan.

#### **4 JÄTEVESIEN JOHTAMINEN PUHDISTAMOLLE**

Jätevedet johdetaan Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamolle kahta pääviemäriinjaa pitkin. Pääviemäriinjat yhtyvät yhdeksi siirtoviemäriinjaksi noin 1,5 km:n etäisyydellä uuden puhdistamon pohjoispuolella. Kaupungin pohjois- ja länsipuolen jätevedet kerä-tään jatkossakin Toikansuon pumppaamolle ja kaupungin itäosien jätevedet Tirilän pumppaamolle. Jäteveden johtamisjärjestelyt on kuvattu vuoden 2006 YVA-selostuksessa. YVA-selostuksessa on esitetty myös uusien siirtoviemäreiden alustava linjaus. Jätevedet purkautuvat pääviemäriinjasta Hyväristönmäen tulopumppaamon maanalaiseen tuloaltaaseen.

#### **5 PROSESSIMITOITUS**

Tässä luvussa esitetään prosessiyksiköiden mitoitus- ja prosessiselostus. Puhdistamolla on perinteinen esikäsitteily, esiselkeytys ja aktiivilieteprosessi, johon sisältyy typenpois-to esidenitrifikaatioperiaatteella. Jälkiselkeytyksen jälkeen on tehostettu tertiäärikäsitte-ly, joka voidaan toteuttaa usealla eri menetelmällä. Kaikkiin tertiäärikäsitteilyvaihtoeh-toihin sisältyy kemiallinen saostus. Esikäsitteilyn ja biologisen käsittelyn prosessiratkai-sut edustavat Suomessa vakiintunutta korkeatasoista ja varmatoimista tekniikkaa; niiden valinnasta sovittiin tilaajan kanssa työn alussa. Tehostetun tertiäärikäsitteilyn vaihtoeh-toina tarkasteltiin tehostettuja perinteisiä jälkikäsitteilymenetelmiä sekä kalvosuodatus-tekniikkaa. Yhteenveto lähemmin tarkastelluista tertiäärikäsitteilymenetelmistä on esitet-ty tämän raportin liitteenä (liite 2). Ohitusvesille on oma käsittely-yksikkönsä. Lietteen-käsittelynä on gravitaatiosakeutus ja linkokuivaus. Rumputiivistykselle, mädätykselle, rejektivesien erilliskäsittelylle ja lähtevän jäteveden desinfiointille jätetään suunnitel-massa tilavaraukset.

Prosessin virtauskaavio on esitetty piirustuksessa 16UEC0192-7001-E.

Vaihtoehtoisia biologisen käsittelyn tekniikoita, joiden vaatima allastilavuus on pie-nempi kuin aktiivilieteprosessin, ei tarkasteltu tässä esisuunnitelmassa. Tällaisia tekni-koita ovat esim. erilaiset vapaasti kelluvaan kantoaineeseen (moving bed bioreactor, MBBR), kiinteisiin biofilmimoduuleihin tai kalvobioreaktoriin (membrane bioreactor, MBR) perustuvat ratkaisut. Vaihtoehtoisista tekniikoista voidaan laatia erillinen proses-sivertailu jatkosuunnittelussa.

##### **5.1 Puhdistusvaatimukset**

Lappeenrannan kaupunki jätti uutta jätevedenpuhdistamoa koskevan ympäristölupaha-kemuksen 15.12.2006. Ympäristölupaviraston ratkaisussa ja sitä seuranneissa oikeus-päätöksissä hakemus on hylätty. Lappeenrannan Energia on jättänyt uuden ympäristölu-pahakemuksen vuoden 2011 lopussa. Tämä hakemus on edelleen käsittelyssä. Lupati-

lannetta on selostettu tarkemmin raportissa Jäteveden kalvotekniikoiden esiselvitys (Pöyry Finland Oy, 6.11.2011, ks. liite 3).

Alla on kuvattu Lappeenrannan jätevedenkäsittelyn nykyiset lupaehdot ja tässä työssä käytettäviksi sovitut uuden puhdistamon puhdistusvaatimukset.

**Taulukko 5.1. Lappeenrannan jätevedenkäsittelyn nykyiset puhdistusvaatimukset sekä tässä työssä käytettävät uuden jätevedenpuhdistamon puhdistusvaatimukset.**

Suure	Pitoisuus		Reduktio	
	Voimassa	Uusi	Voimassa	Uusi
BOD <sub>7 ATU</sub>	< 10 mg/l	≤ 10 mg/l	> 90 %	≥ 90 %
COD <sub>Cr</sub>	< 70 mg/l	≤ 70 mg/l	> 80 %	> 80 %
P <sub>kok</sub>	< 0,5 mg/l	≤ 0,1 mg/l	> 90 %	≥ 95 %
Kiintoaine	< 15 mg/l	≤ 10 mg/l	> 90 %	≥ 95 %
N <sub>KOK</sub>	-	-	-	≥ 70 %

Puhdistusvaatimusten toteutuminen lasketaan typen osalta vuosikeskiarvona ja muiden parametrien osalta neljännesvuosikeskiarvona ohitukset mukaan lukien.

## 5.2 Mitoituskuormitus

Alla on esitetty nykyisen jätevedenpuhdistamon tulovirtaama ja -kuormitus ja uuden jätevedenpuhdistamon kuormitusennuste (Taulukko 5.2 ja Taulukko 5.3). Uuden jätevedenpuhdistamon mitoitusarvoina on käytetty vuoden 2030 ennustettuja virtaamia ja liika-ainekuormia. Taulukoissa esiintyvät arvot Q<sub>97</sub> ja q<sub>97</sub> ovat päivä- ja tuntivirtaamat, jonka alle jää 97 % puhdistamolla esiintyvistä virtaamista. Niitä käytetään biologisen prosessin mitoitusvirtaamina. Mitoituskuormituksen laadinta ja lähtötiedot on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 1.

**Taulukko 5.2. Lappeenrannan jätevesien nykyinen virtaama ja uuden jätevedenpuhdistamon ennustettu tulovirtaama**

Tuleva jätevesi		Nykytilanne	2020	2030
			Ennuste	Ennuste
Q <sub>kesk</sub>	m <sup>3</sup> /d	17 000	19 000	20 000
Q <sub>97</sub>	m <sup>3</sup> /d	26 500	29 000	30 000
Q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /d	34 300	37 000	40 000
q <sub>kesk</sub>	m <sup>3</sup> /h	710	770	800
q <sub>97</sub>	m <sup>3</sup> /h	1 400	1 500	1 600
q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /h	2 700	2 900	3 100



**Taulukko 5.3. Lappeenrannan jätevesien nykyinen kuormitus ja uuden jätevedenpuhdistamon ennustettu kuormitus.**

Jätevedenpuhdistamon tulokuormitus			Nykytilanne	2020 Ennuste	2030 Ennuste	Esikäs. reduktio
Q <sub>kesk</sub>	m <sup>3</sup> /d		17 000	19 000	20 000	
q <sub>97</sub>	m <sup>3</sup> /h		1 400	1 500	1 600	
SS	Tuleva	kg/d	9 200	9 900	10 400	70 %
		mg/l	550	550	550	
	Esikäsitelty	kg/d	2 100	3 000	3 200	
		mg/l	130	170	170	
BOD <sub>7,ATU</sub>	Tuleva	kg/d	7 300	7 900	8 300	40 %
		mg/l	430	430	430	
	Esikäsitelty	kg/d	4 200	4 800	5 000	
		mg/l	250	260	260	
COD	Tuleva	kg/d	16 600	18 000	19 000	50 %
		mg/l	980	980	980	
	Esikäsitelty	kg/d	8 200	9 000	10 000	
		mg/l	490	490	490	
P <sub>KOK</sub>	Tuleva	kg/d	220	240	250	60 %
		mg/l	13	13	13	
	Esikäsitelty	kg/d	73	94	100	
		mg/l	5	6	6	
N <sub>KOK</sub>	Tuleva	kg/d	1 320	1 400	1 500	10 %*
		mg/l	78	78	78	
	Esikäsitelty	kg/d	1 190	1 280	1 340	
		mg/l	70	70	70	

\* Arvioitu kokonaistyyppireduktio

Typpipoiston mitoituslämpötilaksi valitaan 8 °C. Tulevan jäteveden keskimääräinen lämpötila on n. 12 °C ja vaihteluväli 6–17 °C.

### 5.3 Tulopumppaus ja esikäsitely

Puhdistamoalueen eteläpään rakennetaan esikäsitelyrakennus, johon sijoitetaan tulopumppaamo, välppäys, hiekka- ja välpepesurit ja –lavat, hiekanerotuksen kompressorit sekä sakokaivolietteen vastaanottoyksiköt.

Tuloviemäri päättyy maanalaiseen tuloaltaaseen, josta jätevesi nostetaan kolmella keskipakopumpulla esikäsitelyrakennukseen, välppien jakokanavaan. Pumppaamoon jätetään tilavaraus neljännelle pumpulle. Välppäys tapahtuu kolmella levynauhavälppällä à 1 600 m<sup>3</sup>/h, eli kahdella välppällä pystytään tarvittaessa käsittelemään laitoksen maksimivirtaama 3 100 m<sup>3</sup>/h. Välppäämään jätetään tilavaraus neljännelle välppälle. Välppeet kuljetetaan siirtoruuvilla välpepesurille, jolta pesty välpe jatkaa edelleen välpelavalle. Pesuedet johdetaan välppien eteen.

Laitoksen ulkopuolella muodostuvien lietteiden (esim. sako- ja umpikaivolietteet, pienpuhdistamoiden lietteet) vastaanotto tapahtuu kahdella automaattisella, kiviloukulla va-

rustetulla vastaanottoyksiköllä, jotka sijaitsevat esikäsitteilyrakennuksessa. Lietteen purkuyhde ja ohjauspaneeli sijaitsevat rakennuksen ulkoseinässä. Vastaanottoyksiköt ovat rakennuksen sisätiloissa, mistä välpätty liete johdetaan tuloviemäriin. Välpejäte johdetaan ruuvin avulla välpepesurille.

Välppäystä seuraa kolmilinjainen, suorakaiteenmuotoinen ilmastettu hiekanerotus. Ilmastus toteutetaan kahdella taajuusmuuttajaohjatulla kompressorilla ja karkeakuplailmastimilla. Hiekanerotusaltat varustetaan ketjulaahoilla. Hiekanerotuksessa erottuva hiekka pumpataan välppäämön yhteydessä sijaitsevalle hiekkapesurille. Pesuedet johdetaan välppien eteen, ja hiekka kuljetetaan siirtoruuvilla hiekkalavalle.

Hiekanerotuksessa erottuva, pinnalle jäävä roska, rasva ja pintaliete poistetaan käsikäyttöisillä ryyppyruihilla painovoimaisesti pintalietekaivoon, johon johdetaan myös esiselkeytyksen pintaliete. Kaivon pinnalle jäävä aines imetään säännöllisin väliajoin loka-autoon ja kuljetetaan kaatopaikalle tai muuhun loppukäsittelyyn. Kaivossa erottunut vesi johdetaan painovoimaisesti rejektivesipumppaamoon.

Hiekanerotuksen mitoitus on esitetty alla (Taulukko 5.4).

**Taulukko 5.4. Hiekanerotuksen mitoitus**

<b>HIEKANEROTUS</b>		
Yksiköt	kpl	3
Pituus, à	m	12
Keskileveys, à	m	2,5
Keskisyvyys, à	m	2,5
Tilavuus, à	m <sup>3</sup>	75
Kokonaistilavuus	m <sup>3</sup>	225
Viipymä, q max	min	4,4
Viipymä, q kesk	min	17
Ilmantarve	Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup>	1,50
Ilmamäärä	Nm <sup>3</sup> /h	338

## 5.4 Esiselkeytyks

Hiekanerotusaltaiden loppupäässä vedet yhtyvät ja ne jaetaan luukuilla esiselkeyttimille johtaviin putkiin. Biologisen prosessin ylijäämäliete ja jälkiselkeytyksen pintaliete johdetaan jakoluukkujen eteen.

Esiselkeytyks rakennetaan kahtena pyöreänä, kattamattomana altaana á 350 m<sup>2</sup>, yhteispinta-ala 700 m<sup>2</sup> ja reunasyvyys 4,0 m. Kolmannelle esiselkeyttimelle suunnitellaan tilavarauus. Esiselkeytyksen mitoitus on esitetty alla (Taulukko 5.5).

Taulukko 5.5. Esiselkeytyksen mitoitus

Esiselkeytyks		
Yksiköt	kpl	2
Tilavuus / yksikkö	m <sup>3</sup>	1 575
Kokonaistilavuus	m <sup>3</sup>	3 150
Pinta-ala / yksikkö	m <sup>2</sup>	350
Halkaisija / yksikkö	m	21
Kokonaisala	m <sup>2</sup>	700
Reunasyvyys	m	4,0
Keskisyvyys	m	4,5
Pintakuorma		
q kesk	m/h	1,1
q biol, max	m/h	2,3
q max	m/h	4,4
Viipymä		
q kesk	h	3,9
q biol, max	h	2,0
q max	h	1,0

Altaat varustetaan lietelaahoilla ja pintalietteen poistojärjestelyillä. Ylijäämäliete poistetaan esiselkeyttimistä sekalietteenä ja pumpataan tiivistykseen. Pintaliete johdetaan painovoimaisesti pintalietekaivon. Kaivon pinnalle jäävä aines imetään säännöllisin väliajoin loka-autoon ja kuljetetaan kaatopaikalle tai muuhun loppukäsittelyyn. Kaivossa erottunut vesi johdetaan painovoimaisesti rejektivesipumppaamoon. Näin pintaroskat, rasva, kelluva bioliete (kuollut tai filamenttipitoinen osa biomassasta) ym. kelluva aines ei jää kiertämään prosessiin, jossa se häiritsisi biologian toimintaa ja huonontaisi lähtevän jäteveden laatua.

Esiselkeytyksen jälkeen vedet yhdistetään ja jaetaan luukuilla varustetulla jakotornilla ilmastusaltaisiin johtaviin kanaviin. Jakotornin avulla voidaan varmistaa veden tasainen jakautuminen ilmastuslinjoihin. Jakotornista on biologisen käsittelyn ohitusmahdollisuus ylivuotoreunan kautta. Vesi johdetaan linjakohtaisia kanavia pitkin ilmastuslinjojen alkuun. Virtaama ohjataan ilmastusaltaan vesipinnan alle. Näin vältetään veden tarpeeton ilmastuminen ja typenpoistolle välttämättömän helposti hajoavan hiilen kuluminen. Linjakohtainen virtaama mitataan syöttökanavassa. Jakotornin ja kanaviston suunnittelussa varaudutaan vesien johtamiseen myöhemmin mahdollisesti rakennettavalle neljännelle ilmastuslinjalle.

## 5.5

### Ilmastusaltaat

Ilmastusaltaissa tapahtuu jäteveden biologinen puhdistus aktiivilietemenetelmällä. Ilmastusaltaissa on hapettomia ja hapellisia vyöhykkeitä. Hapellisissa eli aerobisissa vyöhykkeissä hapetetaan jäteveden orgaaninen hiili hiilidioksidiksi ja biomassaksi ja ammoniumtyppi nitraattitypeksi (nitrifikaatio). Nitraattityppi pelkistyy typpikaasuksi hapettomissa eli anoksisissa lohkoissa (denitrifikaatio).

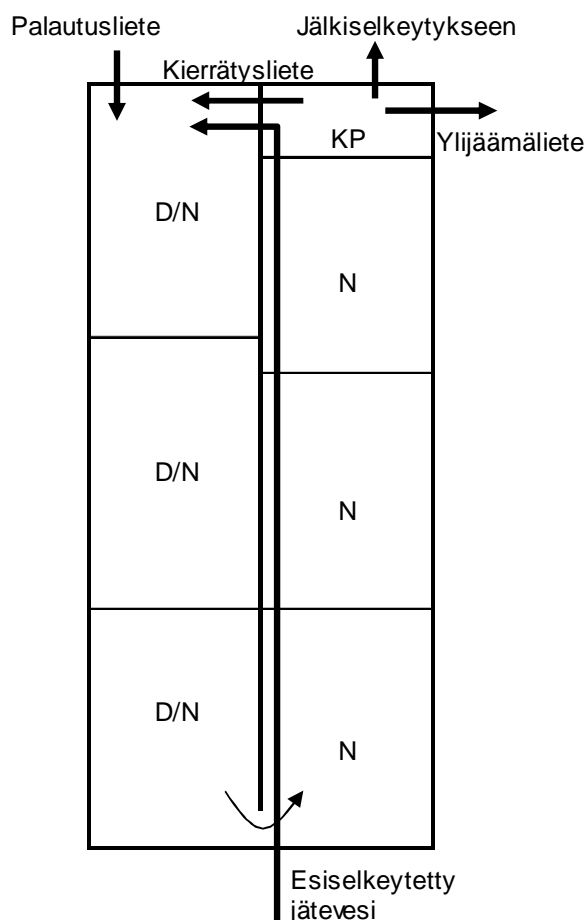
Laitokselle rakennetaan kolme U-muotoista ilmastuslinjaa. Tontille ja ilmastuksen jakokanavaan jätetään varaus ainakin yhdelle lisälinjalle. Kunkin linjan tilavuus on 5 170

m<sup>3</sup>, eli kokonaistilavuus on 15 500 m<sup>3</sup>. Ilmastuksen mitoitus on esitetty alla (Taulukko 5.6).

**Taulukko 5.6. Ilmastuksen mitoitus. Mitoituslämpötila 8 °C.**

ILMASTUS		
Vesisyvyys	m	6,0
Linjojen määrä	kpl	3
Tilavuus per linja	m <sup>3</sup>	5 170
Kokonaistilavuus	m <sup>3</sup>	15 500
Anoksi	m <sup>3</sup>	5 270
Aerobi	m <sup>3</sup>	9 670
Kaasunpoisto	m <sup>3</sup>	560
Lietepitoisuus	kg MLSS/m <sup>3</sup>	5,0
Lietekuorma keskimäärin	kg BOD/kg MLSS/d	0,06
	kg N/kg MLSS/d	0,017
Tilakuorma keskimäärin	kgBOD/m <sup>3</sup>	0,32
	kgN/m <sup>3</sup>	0,09
Kokonaislieteikä mitoitustilanteessa	d	20
Kokonaisviipymä		
q kesk	h	19,4
q mit	h	9,7
Ilmantarve		
AOR	kgO2/d	14 400
SOTR	kgO2/h	1 600
Ilmamäärä, max	Nm3/h	17 100

Ilmastuslinjojen lohkojako on esitetty alla (Kuva 5.1). Linjat 1 ja 3 ovat kuvan mukaisia, linja 2 näiden peilikuva.



**Kuva 5.1. Ilmastuslinjojen lohkojako ja lietekierrat.**

Esiselkeytetty jätevesi virtaa painovoimaisesti kanavassa linjan alkuun. Samaan lohkoon johdetaan jätkiselkeytyksestä pumpattava palautusliete ja ilmastuslinjan lopusta pumpattava kierrätysliete. Nämä vesi- ja lietevirrat johdetaan pinnan alle, jotta aktiivilietteeseen ei pääsisi vapaata happea kuluttamaan denitrifikaation hiilenlähde. Kierrätysliete pumpataan uppopumpulla (1 kpl/linja) putkessa. Linjan lopusta aktiiviliete ja käsitelty jätevesi johdetaan putkella jätkiselkeytykseen. Prosessista poistetaan ylijäämälietettä tavoitelieteiän ja -pitoisuuden ylläpitämiseksi. Ylijäämäliete pumpataan esiselkeytyksen jakoaltaaseen ja se poistuu vesiprosessista esiselkeytyksessä yhdessä raakalietteen kanssa.

Kukin ilmastuslinja on jaettu kuuteen lohkoon. Ensimmäinen lohko on aina sekoitettu. Sekoittimet ovat kuiva-asenteisia pystysekoittimia. Lohkot 2 ja 3 voivat toimia joko denitrifikaatio- tai nitrifikaatiolohkoina. Niissä on sekä sekoittimet että ilmastimet. Lohkot 4 – 6 toimivat nitrifikaatiolohkoina. Ne ovat aina ilmastettuja, eikä niissä ole sekoittimia. Lohko 7 on kaasunpoistolohko, jossa on vain sekoitus. Nitrifikaatio- ja denitrifikaatiovyöhykkeen kokojen suhdetta voidaan muuttaa portaittain käynnistämällä tai pysäyttämällä lohkojen 2 ja 3 ilmastus. Sopiva nitrifikaatiovyöhykkeen koko riippuu veden lämpötilasta ja tulokuormasta sekä siitä, millaista typenpoistotulosta tavoitellaan.

Ilmastusjärjestelmä pitää yllä tavoitehappipitoisuutta ilmastusaltaiden aerobisissa lohkoissa. Siihen kuuluvat kompressorit, ilmaputkistot, säätöventtiilit ja ilmastimet sekä

instrumentointi ja automaatio. Aktiivilieteprosessin ilmastusilma tuotetaan turbokompressoreilla, jotka sijoitetaan koneasemarakennukseen ilmastusaltaiden läheisyyteen. Ilmastus toteutetaan altaan pohjalle asennettavilla hienokuplailmastimilla. Ilmastimien on oltava tyyppiä, joka ei tukkeudu ilmastuksen ollessa pysäytettynä, (esim. kumikalvoilmastimia). Ilmastuksen ohjaus voidaan toteuttaa joko perinteisellä vakiopainetukki – kaskadisäädöllä tai uudemmalla, hapenkulutuksen online-mittaukseen perustuvalla tekniikalla (Alfameter).

Linjan keskellä kulkeva pitkäsuuntainen seinä on betonirakenteinen. Peräkkäiset lohkot erotetaan toisistaan kevytrakenteisilla, esim. puisilla väliseinillä. Kevyiden väliseinien yläpinta jää muutaman sentin vesipinnan alapuolelle, jotta pintaliete pääsee virtaamaan esteettä eteenpäin eikä kasaudu ilmastusaltaaseen. Seinä on auki myös alapuolelta, mikä helpottaa altaan puhdistusta. Pääosa virtauksesta tapahtuu väliseinän ylä- tai alakulmassa sijaitsevan virtausaukon kautta.

Altaiden tyhjennys huoltoa varten tapahtuu siirrettävällä uppopumpulla, joka lasketaan altaan pohjaan kiinteiden ohjauskiskojen avulla. Tyhjennystä varten on erillinen putkisto, joka mahdollistaa tyhjennettävän lietteen ohjauksen joko toisiin ilmastuslinjoihin tai ylijäämälietteen poistojärjestelmään.

## 5.6

### Jälkiselkeytykset

Jälkiselkeytykset toteutetaan kolmena pyöreänä, kattamattomana teräsbetonialtaana. Kunkin altaan halkaisija on 27 m, reunasyvyys 4,5 m ja keskisyvyys 5,0 m. Altaat varustetaan lietelaahoilla ja pintalietteen poistomahdollisuudella. Jälkiselkeytyksen mitoitus on esitetty alla (Taulukko 5.7).

**Taulukko 5.7. Jälkiselkeytyksen mitoitus**

JÄLKISELKEYTYS		
Määrä	kpl	3
Halkaisija, à	m	27
Ala, à	m <sup>2</sup>	573
Kokonaisala	m <sup>2</sup>	1718
Reunasyvyys	m	4,5
Keskisyvyys	m	5,0
Tilavuus, à	m <sup>3</sup>	2 846
Kokonaistilavuus	m <sup>3</sup>	8 539
Pintakuorma, kesk	m/h	0,47
Pintakuorma, max	m/h	0,93
Lietepintakuorma, kesk	kg SS/m <sup>2</sup> /h	2,3
Lietepintakuorma, max	kg SS/m <sup>2</sup> /h	4,7
Viipymä, min	h	5,3

Normaalisti kunkin ilmastuslinjan liete johdetaan yhteen jälkiselkeyttimeen. Linjoihin toteutetaan ristiinajojärjestelyt huoltotilanteita varten.

Palautusliete johdetaan painovoimaisesti selkeyttimien yhteiseen palautuslietepumppaamoon. Pumppaamon imuallas ja jälkiselkeytin ovat yhtyviä astioita, joissa on sama

vesipinta. Pumppaamossa on imualtaan lisäksi kuiva tila, johon on sijoitettu pumput ja tarvittavat venttiilit. Imuallas jaetaan kahteen kammioon, joista toinen voidaan tarvittaessa ottaa pois käytöstä esim. puhdistusta varten. Palautusliete pumpataan kolmella kuiva-asenteisella uppopumpulla ilmastuslinjojen alkuun. Pumpuilla on yksi varapumppu. Palautuslietteen virtaama mitataan linjakohtaisesti.

Ylijäämälietepumput sijaitsevat palautuslietepumppaamossa. Ylijäämäliete johdetaan pumpuille linjakohtaisilla putkilla ilmastuslinjojen loppupäästä. Ylijäämäliete voidaan poistaa myös palautuslietteestä.

Jälkiselkeytykseen menevän aktiivilietteen putket, palautuslieteputket ja ylijäämälieteputket virtausmittareineen sijoitetaan putkitunneliin, joka toteutetaan yhtenäisenä kokonaisuutena palautuslietepumppaamon kanssa. Suunnittelussa huomioidaan tilavaraus neljännen ilmastus-selkeytysyhdistelmän vaatimille putkille ja pumpuille.

Jälkiselkeyttimestä poistetaan pintalietettä. Pintalietteen poistojärjestely tarkentuu kourutyypin ja laahatyypin valinnan yhteydessä. Poistettava pintaliete johdetaan pintalietepumppaamoon. Poistettu pintaliete ja vesi pumpataan esiselkeytyksen jakoaltaaseen.

Palautus- ja kierrätysvirtaamien vaihteluväli on esitetty alla (Taulukko 5.8). Esitetty vaihteluväli on alustava ja tarkentuu pumppujen valinnan yhteydessä. Palautus- ja kierrätysliete voidaan pumpata vakiovirtaamalla tai vakiosuhteella linjakohtaiseen tulovirtaamaan nähden. Palautusliete- ja kierrätysvirtaamien mitoituksessa on käytetty seuraavia periaatteita:

- palautusliete
  - keskimääräinen palautussuhde: 150 %
  - maksimivirtaama: linjakohtainen maksimivirtaama ja 100 % palautussuhde
  - minimivirtaama: linjakohtainen keskimääräinen virtaama ja 100 % palautussuhde
- kierrätysliete
  - keskimääräinen kierrätysuhde: 150 %
  - maksimivirtaama: linjakohtainen maksimivirtaama ja 150 % kierrätysuhde
  - minimivirtaama: linjakohtainen keskimääräinen virtaama ja 150 % kierrätysuhde

**Taulukko 5.8. Palautus- ja kierrätyslietteen linjakohtaiset virtaamat**

Palautus- ja kierrätyslietteen linjakohtaiset virtaamat								
Virtaus	Tulovirtaama		Palautus			Kierrätys		
	kesk	max	min	kesk	max	min	kesk	max
m <sup>3</sup> /h per linja	267	533	267	400	533	400	400	800

## 5.7 Analysaattorit ja prosessiautomaatio

Prosessin analysaattorit ja muu instrumentointi- ja automaatiojärjestelmä toteutetaan kokonaistypenpoiston vaatimusten mukaisesti. Tärkeimmät analyysit ja mittaukset sekä ohjaukset, joihin niitä käytetään, on esitetty alla (Taulukko 5.9). Tertiäärikäsitteilyyn voi valitusta menetelmästä riippuen tulla myös muita mittauksia. Lisäksi puhdistamolla on lukuisia pinta-, virtaama- ym. tavanomaisia mittauksia, jotka eritellään tarkemmin yleis- ja toteutus suunnittelussa.

**Taulukko 5.9. Jätevedenpuhdistamon tärkeimmät analysaattorit ja mittaukset sekä ohjaukset, joihin niitä käytetään**

Mittaus	Paikka	Tarkoitus
Ammoniumtyppi	Esiselkeytetty vesi 1 kpl	Ilmastusaltaan typpikuormituksen seuranta
	Ilmastusaltaat, lohko 7; 1 kpl /linja	Nitrifikaation toiminnan seuranta, ilmastuksen kaskadisäätö
Fosfaattifosfori + kokonaisfosfori	Jälkiselkeytetty vesi, 1 kpl	Saostuskemikaalin syötön ohjaus
	Lähtevä vesi; 1 kpl	Saostuskemikaalin syötön ohjaus, tertiärikäsittelyn toiminnan seuranta
Happi	Ilmastusaltaat, lohkot 2 – 6; 1 kpl / lohko.	Ilmastusaltaan happipitoisuuden ylläpito säätöventtiilin asentoa muuttamalla
Ilmamäärä	Ilmastusaltaat, lohkot 2 – 6; 1 kpl / lohko.	Ilmastusaltaan happipitoisuuden ylläpito säätöventtiilin asentoa muuttamalla
Kiintoaine	Ilmastusaltaat, lohko 7; 1 kpl /linja	Ilmastusaltaiden lietepitoisuuden seuranta
Nitraattityppi (+ nitriittityppi)	Ilmastusaltaat, lohko 7; 1 kpl /linja	Denitrifikaation toimintaindikaattori
	Lähtevä vesi; 1 kpl	Typenpoiston onnistumisen seuranta
pH	Tuleva jätevesi, 1 kpl	Informatiivinen; soodan syötön ohjaus. Poikkeuksellisten jätevesipäästöjen havaitseminen.
	Ilmastusaltaat, lohko 7; 1 kpl /linja	Biologian pH:n seuranta, soodan syötön ohjaus
Sameus	Jälkiselkeytetty vesi; 1 kpl	Jälkiselkeytyksen toiminnan seuranta
	Lähtevä vesi; 1 kpl	Tertiärikäsittelyn toiminnan seuranta
Sähkönjohtavuus	Tuleva jätevesi; 1 kpl	Poikkeuksellisten jätevesipäästöjen havaitseminen

Ilmastusaltaista tehtävät analyysit ja mittaukset suoritetaan suoraan altaista.

## 5.8 Tertiärikäsittely

Jälki- eli tertiärikäsittelyssä puhdistustulos viimeistellään. Tehostetun tertiärikäsittelyn avulla voidaan saavuttaa erittäin matala fosforipitoisuus (< 0,1 mg P/l) jatkuvasti. Tertiärikäsittely voidaan toteuttaa usealla eri menetelmällä. Tehostetun tertiärikäsittelyn eri toteutusmahdollisuuksia, erityisesti kalvotekniikoita, on tarkasteltu tämän raportin liitteenä 3 esitettyssä selvityksessä. Viittä eri käsittelymenetelmää on tarkasteltu lähemmin tämän työn yhteydessä. Yhteenveto tarkastelluista jälkikäsittelymenetelmistä on esitetty liitteessä 2.



Tarkastelun perusteella tavoiteltu puhdistustulos voidaan saavuttaa usean eri käsittelytekniikan avulla. Tertiärikäsittelymenetelmän valinnassa painotetaan erityisesti puhdistustuloksen vakautta ja prosessin varmatoimisuutta. Kaikkiin käsittelyvaihtoehtoihin sisältyy kuitenkin kemiallinen saostus metallisuolan avulla. Optimaalinen saostuskemikaali, mahdollinen polymeerin käyttö apuflokkulanttina ja tarvittavat kemikaaliannokset riippuvat valittavasta käsittelymenetelmästä. Toteutettujen laboratoriomittakaavan saostuskokeiden perusteella erittäin matala fosforipitoisuus voidaan saavuttaa sekä ferrisulfaatin että polyalumiinikloridin avulla. Tässä suunnitelmassa on oletettu, että tertiärikäsittelyn saostuskemikaalina käytetään ferrisulfaattia, joka on käytössä myös puhdistusprosessin aiemmissa vaiheissa. Valitusta käsittelymenetelmästä riippumatta kemiallisen saostuksen ja flokkauksen toteutukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Käsittelymenetelmän lopullinen valinta vaatii pilot-koeajojen toteuttamista. Tertiärikäsittelymenetelmien erillisselvityksen perusteella lupaavimmiksi vaihtoehtoiksi jatko-suunnittelua varten todettiin tertiäinen ultrasuodatus ja mikrohiekalla tehostetun selkeytyksen ja mikrosiivilöinnin yhdistelmä. Ultrasuodatusta varten biologisesti käsitelty vesi on esikäsiteltävä hienovälppäyksen avulla.

## 5.9 Desinfiointi

Uudella jätevedenpuhdistamolla varaudutaan käsitellyn jäteveden desinfiointiin ennen purkuvesistöön johtamista, vaikka tehostetun tertiärikäsittelyn ja tehokkaan kiintoaineen poiston jälkeen myös valtaosa jäteveden mikrobeista on saatu poistettua. Jos tertiärikäsittelymenetelmäksi valitaan ultrasuodatus, myös valtaosa jäteveden viruksista on poistunut tertiärikäsittelyn jälkeen. Desinfiointia voidaan kuitenkin vaatia erityisesti kesäaikaan.

Desinfiointi voidaan toteuttaa joko UV-säteilytyksellä tai kemiallisesti esim. hypokloriitilla, permuurahaishapolla tai vetyperoksidi-peretikkahapolla. Desinfioinnille suunnitellaan tilavaraus, jossa huomioidaan sekä UV- että kemiallisen menetelmän tilantarve. UV-yksikkö asennetaan tertiärikäsittelystä lähtevän veden kanavaan tertiärikäsittelyrakennuksen yhteyteen. Kanavaan rakennetaan desinfiointiyksikön ohitusmahdollisuus. Kemiallisen desinfioinnin tilavaraus tehdään tertiärikäsittelyrakennukseen.

UV-desinfioinnin teho heikkenee, jos käsiteltävässä vedessä on runsaasti kiintoainesta, mutta Hyväristönmäen puhdistusprosessissa käsiteltävän jäteveden kiintoainepitoisuus on erittäin matala tehostetun tertiärikäsittelyvaiheen ansiosta. UV-käsittelyn etuna kemialliseen käsittelyyn verrattuna on edullisempi käyttökustannus.

Kemiallisen käsittelyn edullisuus riippuu mm. siitä, kuinka monena kuukautena vuodesta jätevesi tulee desinfioida. Kemiallisen käsittelyn etuna UV-käsittelyyn verrattuna on se, että menetelmän teho ei ole riippuvainen desinfioitavan veden kirkkaudesta eli kiintoaineen määrästä. Kemiallinen desinfiointi sopii erityisesti tilanteeseen, jossa jäteveden purkuviemäri takaa riittävän pitkän viipymän desinfiointikemikaalille. Jos purku tapahtuu Rakkolanjokeen, viipymä purkuviemärissä on lyhyt. Jos taas purku tapahtuu esim. Pien-Saimaaseen, viipymä on pitkä.

Laitokselle voidaan niin haluttaessa toteuttaa sekä UV- että kemiallinen käsittely. Kemiallista käsittelyä käytetään, jos tertiäärikäsittely on pois käytöstä tai jos prosessista karkaa häiriötilanteen takia niin paljon kiintoainetta, että UV-käsittelyn teho vaarantuu.

## 5.10 Ohitusvesien käsittely ja poikkeustilanteiden hallinta

Purkuvesistön herkkyiden vuoksi jätevedenkäsittelyprosessin suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota riskien ja poikkeustilanteiden hallintaan (ks. tarkemmin luku 8). Erillinen ohitusvesien käsittely lisää puhdistamon käyttövarmuutta erityisesti sellaisissa poikkeustilanteissa, joissa jätevedenpuhdistusprosessi ei syystä tai toisesta tilapäisesti pysty käsittelemään kaikkea puhdistamolle tulevaa jätevettä. Tällainen tilanne voi sattua esim. poikkeuksellisen suurien virtaamien tai usean prosessilaitteen yhtäaikaisen vikaantumisen aikana. Ohitusvesien käsittelyyn ohjataan biologisen puhdistusprosessin kapasiteetin ylittävä osa mekaanisesti käsitellystä jätevedestä.

Ohitusvedet voidaan käsitellä usealla eri menetelmällä. Käsittelyprosessiin sisältyy yleensä kemiallinen saostus metallisuolan avulla sekä kiintoaineen erotus esimerkiksi mikrohiekalla tehostettua selkeytyksellä tai flotaatiolla. Tämän esisuunnitelman kustannusarvioissa on oletuksena mikrohiekalla tehostettu selkeytys. Ohitusvesien käsittelymenetelmä valitaan jatkosuunnittelussa. Käsittelyn tilavaraus tehdään tertiäärikäsittelyrakennukseen.

## 5.11 Jäteveden purkujärjestelyt

Tertiäärikäsittelystä poistuva jätevesi johdetaan putkella teknisen veden pumppaamoon ja sieltä edelleen purkuputkeen. Puhdistettu jätevesi johdetaan joko puhdistamon läheisyydessä kulkevaan Rakkolanjokeen tai Pien-Saimaan Kaukaanselälle. Jäteveden johtaminen Kaukaanselälle vaatii pumppaamon ja noin 8-10 km:n pituisen purkuviemärin rakentamisen.

## 5.12 Kemikalointi

### 5.12.1 Ferrisulfaatti

Ferrisulfaattia  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  käytetään laitoksella fosforin saostukseen.

Ferrisulfaatti tuodaan laitokselle käyttövalmiina liuoksena, jonka rautapitoisuudeksi on suunnittelussa oletettu 11,2 % (PIX-105 tai vastaava). Liuos lasketaan tankkiautosta esikäsitteilyrakennuksen yhteydessä sijaitsevaan varastosäiliöön. Varastosäiliöstä liuos pumpataan prosessiin sellaisenaan.

Ferrisulfaatille järjestetään kolme syöttöpistettä:

- syöttöpiste 1: hiekanerotuksen tulokanavaan (pääprosessi, ensisijainen)
- syöttöpiste 2: ilmastuslinjoille menevään esiselkeytettyyn veteen (pääprosessi, toissijainen)
- syöttöpiste 3: tertiäärikäsittelyyn menevään veteen

Ferrisulfaatin syöttöä voidaan kaikissa em. pisteissä ohjata käsiteltävän veden virtaamittauksen mukaan asetusarvolla  $\text{g ferrisulfaattia/m}^3$  käsiteltävää vettä tai vakio-

pumppauksena on/off -periaatteella. Syöttöpisteisiin 2 ja 3 tapahtuvalle syötölle voidaan toteuttaa myös mahdollisuus ohjaukseen fosfaattimittauksen perusteella.

Ferrisulfaatin keskimääräinen kulutus kahdessa ensimmäisessä annostelupisteessä on arviolta 3 900 kg/d eli noin 200 g/m<sup>3</sup>. Tertiäärikäsittelyssä tarvittava ferrisulfaattiannos on saostuskoetulosten perusteella jopa 50-100 g/m<sup>3</sup> eli 1 000-2 000 kg/d.

### 5.12.2 Alkalointi

Riittävän alkaliteettitason ylläpitämiseksi on varauduttava alkalointikemikaalin lisäämiseen. Alkalointiin käytetään jätevedenpuhdistamoilla yleensä jotakin seuraavista kemikaaleista:

- jauhettu kalkkikivi eli kalsiumkarbonaatti CaCO<sub>3</sub>
- sammutettu kalkki Ca(OH)<sub>2</sub>
- sooda Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Näistä CaCO<sub>3</sub> on yleensä hinnaltaan edullisinta ja Ca(OH)<sub>2</sub> nostaa alkaliteettia eniten lisättyä kemikaalikiloa kohden. Kalkki vaatii kuitenkin enemmän laitteistojen huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä kuin sooda. Lisäksi kalkki sisältää yleensä veteen liukenematonta ainesta, jonka kasautuminen aktiivilietteeseen vie tilaa biomassalta. Täten kalkin käyttö voi lietteen kiintoainepitoisuuden kautta rajoittaa ajettavissa olevaa maksimilietekä. Sooda taas liukenee veteen täysin ja on kokemusten mukaan kalkkia ongelmattomampi käyttää. Alkalointikemikaaliksi valitaan näistä syistä sooda.

Sooda syötetään siilosta annosteluruuvilla liettosuppiloon, jossa se lietetään teknisellä vedellä n. 5 % liuokseksi. Liuos syötetään hiekanerotuksen jälkeiseen kanavaan. Annosteluruuvia ohjataan ilmastusaltaiden lopusta tapahtuvalla pH-mittauksella.

Soodan annostus on arviolta 0–250 g/m<sup>3</sup> riippuen tulevan jäteveden alkaliteetista. Keskimääräiseksi kokonaiskulutukseksi arvioidaan 2 100 kg/d.

Sooda vaatii täyttötilanteessa varastointilavuuteen nähden 1,5-kertaisen tilavuuden. Lisäksi on jätettävä hieman varmuusvaraa täytön päälle ja huomioitava, että siiloa ei tule päästää aivan tyhjäksi ennen täyttöä. Täyttömäärän ollessa 40 m<sup>3</sup>/täyttö (täysperävaunurekka) siilon minimi-tilavuus on n. 80 m<sup>3</sup>.

### 5.12.3 Metanoli

Vaaditun typenpoistotuloksen saavuttaminen ei laskelmien mukaan vaadi lisähiiltä. Metanoli-asemalle jätetään suunnittelussa tilavaraus.

## 5.13 Lietteenkäsittely

### 5.13.1 Yleistä

Biologisen prosessin ylijäämäliete poistetaan ilmastusaltaiden kaasunpoistolohkoista tai palautuslietteestä kuiva-asenteisilla oppopumpuilla ja johdetaan hiekanerotuksen jälkeiseen jakoaltaaseen. Syöttöjärjestely suunnitellaan siten, että liete jakautuu tasaisesti esiselkeytykseen. Bio- ja raakalietteestä sekä ferrifosfaatti- ja hydroksidisakasta muodos-

tuva sekaliete pumpataan esiselkeyttimistä tiivistettäväksi gravitaatiosakeuttamoihin (2 kpl) ja sieltä edelleen lietteen linkokuivaukseen (2+1 linkoa). Gravitaatiosakeutuksessa liete tiivistyy sakeuteen 4–6 % TS.

Tertiäärikäsittely liete pumpataan suoraan tiivistykseen tai vaihtoehtoisesti prosessin alkuun, jolloin se poistetaan esiselkeytysaltaista yhdessä muun lietteen kanssa. Tertiäärikäsittelyn lietteen poistotapa riippuu valitusta tertiäärikäsittelymenetelmästä.

Lietteenkäsittelyrakennukseen tehdään tilavaraus lietteen mekaaniselle tiivistämiselle rumputiivistimien avulla. Tilavaraus tehdään kahdelle rumputiivistimelle. Rumputiivistys on suositeltava vaihtoehto, jos lietteenkäsittelyyn sisällytetään mädätys. Rumputiivistimellä liete voidaan tiivistää esim. alueelle 6–8 % TS, joka on useilla mädättämissä havaittu optimaaliseksi syöttösakeudeksi. Rumputiivistin tarvitsee toimiakseen polymeriä.

Laitoksessa on tilavaraus mädättämöille.

### 5.13.2 Syntyvät lietemäärät ja pumpattavat lietevirrat

Puhdistamolla muodostuvat raaka- ja biolietemäärät sekä niihin sisältyvien kemikaalisakkojen määrät (kgTS/d) mitoitus- ja keskimääräisissä tilanteissa on esitetty alla. Tertiäärikäsittelyn lietemäärät ovat alustavia ja tarkentuvat laitetoimittajan aikanaan laatimassa mitoituksessa.

**Taulukko 5.10. Lietemäärien muodostuminen**

Lietemäärät		Mitoitus	Keskim.
Ferroliete	kgTS/d	1 894	1 515
Bioliete	kgTS/d	4 479	3 359
Raakaliete	kgTS/d	9 100	7 280
Tertiääriliete	kgTS/d	1 250	1 000
Yhteensä	kgTS/d	16 724	13 155

### 5.13.3 Lietteen tiivistys

Lietteen tiivistys toteutetaan gravitaatiosakeutuksella kahtena pyöreänä, katettuna betonialtaana. Sakeuttamot varustetaan keskilieriöllä ja harakoneistolla. Sakeutuksen mitoitustarkastelu on esitetty alla (Taulukko 5.11).

**Taulukko 5.11. Gravitaatiosakeutuksen mitoitus**

<b>GRAVITAATIOSAKEUTUS</b>		
Biolietteen poistotapa		Sekaliete
Lietteen kokonaismäärä	kgTS/d	16 800
Syöttösakeus	% TS	1,5 %
Mitoitusvirtaama	m <sup>3</sup> /d	1 120
Yksiköitä	kpl	2
Ala, à	m <sup>2</sup>	180
Halkaisija	m	15,1
Kokonaisala	m <sup>2</sup>	360
Syvyys	m	4,00
Tilavuus à	m <sup>3</sup>	720
Kokonaistilavuus	m <sup>3</sup>	1 440
Tiivistetyn lietteen sakeus	%	3,5 %
Viipymä, keskimäärin	d	3,0
Viipymä, suositus	d	> 2
Yksiköitä, joihin pumppaus yhtä aikaa	kpl	2
Pumppausaika	h/d	8
Pintakuorma, pumppaus	m/h	0,39
Pintakuorma, suositus	m/h	0.2 - 0.5
Lietepintakuorma	kg TS/m <sup>2</sup> /d	47
Lietepintakuorma, suositus	kg TS/m <sup>2</sup> /d	30 - 50

#### 5.13.4 Linkokuivaus

Linkokuivaus on mitoitettu oletuksella, että lietettä ei mädätetä. Mikäli mädätys toteutetaan, lingoille menevä lietemäärä on 30 – 40 % pienempi kuin ilman mädätystä. Linkokuivauksen mitoitus on esitetty alla (Taulukko 5.12).

**Taulukko 5.12. Linkokuivauksen mitoitus.**

<b>LINKOKUIVAUS</b>		
Sakeus	%	3,5 %
Linkojen käyntiaika	h/a	6 000
	h/d	16
Saanto tiivistyksessä	%	98 %
Lietemäärä lingoille	kgTS/d	16 464
	kgTS/h	1 002
Virtaama	m <sup>3</sup> /d	470
	m <sup>3</sup> /h	29
Polymeeri		
Polymeerin annostus	g/kgTS	5
Liuoksen väkevyys	liuoksen väk	0,10 %
Liuoksen annostus	l/kgTS	5
Polymeeriveden määrä	m <sup>3</sup> /d	82
	m <sup>3</sup> /h	5,0
Linkojen määrä	kpl	3
Linkoja ajossa kerrallaan	kpl	2
Kokonaisvirtaama lingoille (liete + poly)	m <sup>3</sup> /h	34
Virtaama / linko	m <sup>3</sup> /h	17
	kgTS/h	501
Saanto	%	97 %
Kuivatun lietteen sakeus	%	20 %
Kuivatun lietteen määrä	kgTS/d	15 970
tiheys	kg/m <sup>3</sup>	1,2
tilavuus	m <sup>3</sup> /d	67

### 5.13.5 Lietteenkäsittelyn rejektivedet

Lietteen tiivistyksessä muodostuvien rejektivesien arvioidut määrät on esitetty alla (Taulukko 5.13). Rejktivesiin sisältyvät tiivistyksen ja linkokuivauksen rejektivedet. Lisäksi rejktivesipumppaamoon johdetaan pintalietekaivoissa erotuvat vedet, arviolta 0 - 10 m<sup>3</sup>/h.

**Taulukko 5.13. Tiivistyksen rejektit**

<b>Lietteenkäsittelyn rejektit</b>		
Sakeuttamojen ylite	m <sup>3</sup> /d	650
Linkorejektit	m <sup>3</sup> /d	404
Rejktit yhteensä	m <sup>3</sup> /d	1053

### 5.14 Tekninen vesi

Teknisenä vetenä käytetään tertiärikäsiteltyä jätevettä. Teknisen veden käyttökohteita ovat esim. kemikaalien laimennus, prosessilaitteiden, pumppujen ja putkien huuhtelu, altaiden pesu ja analysointorit. Jälkikäsitteilyrakennuksen yhteyteen rakennetaan teknisen veden pumppaamo, jossa on imuallas, pumput, suodatin ja painesäiliö. Imualtaaseen on yhteys myös tertiärikäsiteltyä edeltävästä kaivosta, jotta altaaseen saadaan vettä myös tertiärikäsittelyn ollessa poissa käytöstä.

Teknisen veden pumppausta ohjataan verkostopaineen mittauksella. Teknisen veden hetkellinen kulutus vaihtelee hetkellisesti nolasta hyvinkin suuriin määriin (esim. altaiden pesutilanteet); mitoitus tarkentuu hydraulisessa suunnittelussa. Tarvittava verkostopaine on n. 5 – 7 bar.

Tekninen vesi suodatetaan pumppujen painepuolella sijaitsevan suodattimen läpi. Suodatin huuhdellaan automaattisesti vastavirtahuuhteluna suodattimen yli mitatun paineeron ylittäessä raja-arvon.

## **6 RAKENTAMINEN**

### **6.1 Perustamisolosuhteet**

Puhdistamotontti sijaitsee kallio- ja kitkamaaharjanteella. Puhdistamon tontin alueella on tehty pohjatutkimuksia aiempien selvitysten yhteydessä. Pohjatutkimuksissa ei tilaajan käsityksen mukaan ilmennyt erityistä huomioitavaa. Tässä esisuunnitelmassa on oletettu, että kaikki uuden jätevedenpuhdistamon altaat ja rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti.

### **6.2 Rakennukset**

Jätevedenpuhdistamoon liittyvät seuraavat erilliset rakennukset:

- Valvomorakennus, jossa sijaitsevat valvomo-, sosiaali- ja toimistotilat. Suunnittelussa huomioidaan, että puhdistamo voi toimia myös verkostopuolen työntekijöiden tukikohtana. Sosiaalitilat mitoitetaan 15 – 20 henkilölle
- Koneasema, jossa sijaitsevat ilmastuksen kompressorit, kemikaalihuone saostus- ja alkalointikemikaaleille sekä sähkötila
- Esikäsitteilyrakennus, jossa sijaitsee tulopumppaus, välppäys, välppeen käsittely, välpe- ja hiekkalavat sekä sakokaivolietteen vastaanottoasema
- Raakalietepumppaamo, johon sijoitetaan raakalietepumppu.
- Palautuslietepumppaamo, johon sijoitetaan biologisen käsittelyn palautusliete- ja ylijäämalietepumput
- Tertiäärikäsitteilyrakennus. Tertiäärikäsitteilyprosessin lisäksi rakennukseen sijoitetaan ohitusveden käsittely, teknisen veden pumppaamo sekä desinfiointi (varaus UV-käsittelylle ja kemialliselle käsittelylle)
- Lietteenkäsitteilyrakennus, johon sijoitetaan linkokuivaimet, polymeerin valmistuslaitteisto, lietesiihot ja rejektivesien erilliskäsittely.

Raakaliete- ja palautuslietepumppaamot sekä prosessitilat (esikäsitteily, koneasema ja tertiäärikäsitteily) toteutetaan kevytrakenteisina.

## **7 SÄHKÖISTYS, AUTOMAATIO JA INSTRUMENTOINTI**

### **7.1 Sähköistys**

Uutta jätevedenpuhdistamoa rakennettaessa sähkönjakelusta tehdään mahdollisimman varmatoiminen huomioiden samalla tulevaisuuden tarpeet. Tehonjako on toteutettava järkevästi sekä käytettävyyden että henkilöturvallisuuden kannalta. Onnistuneella säh-

könjakelujärjestelmällä on oleellinen vaikutus tulevaisuudessa muodostuviin kustannuksiin huoltotöiden ja siirtohäviöiden muodossa. Tämän vuoksi kannattaa panostaa erityisesti järjestelmän suunnitteluun.

Alustava sähkönjakelujärjestelmän periaatekaavio on esitetty tämän raportin liitteenä piirustuksessa 16UEC0192-6001-E.

#### **7.1.1 20 kV:n sähköliittymä**

Valtaosa sähkönjakelun häiriöistä tapahtuu sähköntoimittajan siirtoverkossa ja sen muuntamoissa sekä kytkinlaitoksissa. Tämän vuoksi 20 kV:n sähköliittymä tulee rakentaa kahdelta fyysisesti erillään olevalta muuntoasemalta. Kaapelivaurioiden välttämiseksi kaapelointi muuntoasemilta puhdistamon puistomuuntajille tehdään koko matkaltaan maakaapelointina ja kaapelit asennetaan eri reiteille. Puistomuuntamot kytketään yhteen 20 kV:n puolelta, jolloin saadaan liittymismahdollisuus molemmilta puistomuuntajilta molempiin liittyisiin (rengasliittymä).

#### **7.1.2 Puistomuuntamot**

Puistomuuntajat sijoitetaan puhdistamon tontille niin että ne ovat mahdollisimman lähellä pääkeskuksia ja riittävän kaukana toisistaan. Näin minimoidaan häviöt ja turvataan sähkönjakelu esim. toisen muuntajan tulipalotilanteessa.

Puistomuuntamot mitoitetaan niin että yhden muuntajan kapasiteetti riittää kattamaan koko puhdistamon sähköntarpeen. Muuntajien tulee olla teollisuuskäyttöön tarkoitettuja öljymuuntajia.

#### **7.1.3 Pääkeskukset**

Pääkeskukset sijoitetaan puhdistetulla ilmalla ilmastoituihin ja ylipaineistettuihin sähkötiloihin. Pääkeskukset tulee sijoittaa eri rakennuksiin. Pääkeskusten välille asennetaan kaapelit joiden avulla pääkeskukset voidaan kytkeä yhteen esim. muuntajan rikkouduttua. Pääkeskukset mitoitetaan niin että yksi pääkeskus pystyy syöttämään koko puhdistamon sähköntarpeen. Pääkeskukset varustetaan automaattisella sammutusjärjestelmällä.

#### **7.1.4 Ryhmäkeskukset**

Ryhmäkeskukset sijoitetaan kentälle eri rakennuksien pienempiin sähkötiloihin, ja osa prosessitiloihin. Kaikki ryhmäkeskukset kaapeloidaan molemmista pääkeskuksista. Kaapelit tuodaan ryhmäkeskuksille eri reittejä. Ryhmäkeskukset varustetaan PK1-0-PK2 kytkimillä, joilla valitaan syöttävä pääkeskus.

#### **7.1.5 Varavoimakone**

Puhdistamo varustetaan dieselkäyttöisellä varavoimakoneella. Varavoimakone tulee sijoittaa omaan erilliseen rakennukseensa. Varavoimakone mitoitetaan joko täydelle kuormalle tai vain tärkeimmille laitteille. Jos mitoituksessa päädytään jälkimmäiseen ratkaisuun, tämä tulee ottaa huomioon keskuksien rakenteessa. Varavoimakone varuste-



taan jakokeskuksella, jolla voidaan kytkeä varavoima syöttämään vaihtoehtoisesti joko pääkeskusta 1 tai pääkeskusta 2. Varavoiman tulee olla verkkoon tahdistuva malli, jolloin vältetään jännitekatkolta sähkökatkon poistuessa.

### **7.1.6 UPS-järjestelmä**

Puhdistamon sähkönjakelua varmennetaan varavoiman lisäksi UPS-järjestelmällä. Tällä varmistetaan katkeamaton sähkönsyöttö tärkeimmille laitteille kuten automaatiojärjestelmä, valvomotietokoneet, tietoliikenne ja tärkeimmät mittausinstrumentit. UPS-järjestelmä tulee toteuttaa kahdennettuna.

### **7.1.7 Kaapeloinnit**

Kaapelireittien suunnittelu on olennaisen tärkeää laitoksen luotettavan toiminnan sekä kaapelihäviöiden kannalta.

Liittymäkaapelit toteutetaan maakaapelointina ja kaikki muu kaapelointi pyritään toteuttamaan hyllyillä ja kaapelikanaaleilla. Tällä varmistetaan mahdollisuus nopeisiin korjaustoimenpiteisiin kaapelivauriutilanteessa. Vaihtoehtoiset syöttökaapeloinnit tulee viedä aina eri kaapelireittejä. Kaapelireitit suunnitellaan siten, että matka keskukselta laitteelle on mahdollisimman lyhyt.

Tärkeimmät kohteet laitoksen toiminnan sekä henkilöturvallisuuden kannalta kaapeloidaan palonkestävällä kaapelilla, näitä ovat esim. varavoimasyöttö, UPS-järjestelmän syötöt ja turvavalojärjestelmä.

## **7.2 Automaatio ja tietoliikenne**

Automaatiojärjestelmän periaatekaavio on esitetty piirustuksessa 16UEC0192-9001-E.

### **7.2.1 Järjestelmä**

Automaatiojärjestelmätoimittajaksi valitaan iso ja tunnettu valmistaja, jolla on mahdollisuudet sopia pitkäaikaiset ylläpitosopimukset. Iso toimittaja pystyy takaamaan myös pitkäaikaisen varaosa- ja tuotetuen. Automaatiojärjestelmän valinnassa ja suunnittelussa painotetaan elinkaariajattelua, jolloin pystytään takaamaan jatkuvuus, kehitys ja osaminen Suomessa.

Laitokseen tulee erilleen sijoitettuna päävalvomo ja apuvalvomo. Molemmat valvomot ovat toiminnaltaan toisiaan vastaavia, ja pystyvät toimimaan itsenäisesti. Tällä varmistetaan laitoksen toiminta vikatilanteissa, tulipalon tms. sattuessa. Järjestelmän keskusyksiköt on kahdennettu, joiden sähkönsyöttö on sähkökatkosten varalta UPS varmennettu. Myös ala-asetat ovat kahdennettu.

Automaation laitetilän suunnittelussa otetaan huomioon järjestelmän vaatimukset mm. jäähdytys, pölyn suodatus, sammutusjärjestelmä ja palohälytykset.

### 7.2.2 Ohjelmisto

Automaatiojärjestelmän ohjelmointi suoritetaan valmiilla automaatiotoimittajan ohjelmointikirjastoilla ja perusohjelmistoilla. Tämä yksinkertaistaa ylläpidon toimintaa, muutosten hallintaa, vikojen selvittämistä ja korjauksia. Projektissa panostetaan FAT- ja SAT-testauksiin (FAT: ohjelmatestaus automaatiotoimittajalla, SAT: instrumentointi-, ohjelma- ja prosessitoimintotestaukset työmaalla).

Automaatiojärjestelmän toimintaa on mahdollista seurata Internet-verkossa (web-palvelin). Järjestelmän hälytyksistä ja vikatilanteista tehdään kaukohälytys tekstiviestinä.

Järjestelmän varmatoimisuuden kannalta ensiarvoisen tärkeää on järjestelmän hyvä dokumentointi kaikilla tasoilla: huomiota on kiinnitettävä niin tekniseen dokumentaatioon, ohjeistukseen, käyttöohjeisiin kuin loppukuvien päivitykseen toteutusta vastaavaksi.

### 7.2.3 Tietoliikenne

Keskusyksiköiden ja järjestelmän ala-asemien välinen tiedonsiirto toteutetaan kahden- tai kahden väyläkaapelilla.

## 7.3 Instrumentointi

Tärkeät mittaukset ja säädöt langoitetaan ala-aseamalla kahdelle eri I/O-kortille. Tärkeissä mittaustilanteissa käytetään kahta toisiaan vastaavaa mittalaitetta. Toisen mittalaitteen vikaantuessa saadaan tieto järjestelmään. Mittauksen ryömiminen havaitaan rinnakkaisia mittauksia vertaamalla. Pintamittauksissa käytetään lähettämiä kytkinten sijasta (mittapiirivalvonta). Tärkeiden instrumenttien sähkösyöttö varmistetaan UPS-syötöllä. Taajuusmuuttajat voidaan varustaa PID-lisäkortilla, jolla saadaan ohjaus suoraan kenttäinstrumenteilta taajuusmuuttajille automaatiojärjestelmän vikaantuessa.

Laitoksen turvariskien kannalta kriittiset mittaukset ja säädöt voidaan tarvittaessa hajauttaa erillisille turvalogiikoille.

## 8 RISKIENHALLINTA

Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon suunnittelussa painotetaan erittäin hyvän puhdistustuloksen saavuttamisen lisäksi prosessin varmatoimisuutta ja varautumista poikkeustilanteisiin. Tyypillisissä poikkeustilanteissa puhdistusprosessissa saavutettava puhdistustulos heikkenee ja vesistöön johdettava kuormitus lisääntyy. Hyväristönmäen puhdistamon mahdolliset purkuvesistöt ovat herkkiä ja puhdistustuloksen lyhytaikainenkin heikkeneminen estetään kiinnittämällä riskienhallintaan erityistä huomioita jo puhdistamon esisuunnitteluvaiheesta lähtien.

Erilaisia puhdistustuloksen heikkenemiseen johtavia prosessihäiriöitä voi aiheutua esimerkiksi seuraavista tavanomaisista syistä:

- Sähkökatko
- Ukonilma
- Tulipalo

- Mittalaitte- tai koneistorikot
- Poikkeukselliset jätevesipäästöt
- Poikkeuksellisen suuret virtaamat

Mm. sähkönsiirron häiriöihin ja ukonilmalla tavattavien jännitepiikkien aiheuttamiin laiterikkoihin voidaan varautua jätevedenpuhdistamon sähköistyksen, automaation ja instrumentaation suunnittelussa ja toteutuksessa. Puhdistusprosessin erilaisten häiriötilanteiden nopea havaitseminen ja estäminen edellyttää oikein suunniteltua ja luotettavaa automaattista prosessinhallintajärjestelmää. Hyväristönmäen puhdistamon sähköistys- ja automaatiojärjestelmien toteutusperiaatteet on kuvattu yksityiskohtaisesti edellä kappaleessa 7. Kuvatut toteutusperiaatteet mahdollistavat ns. normaalia hyvää tasoa varmatoimaisempien järjestelmien rakentamisen.

Tulipalojen estoon voidaan varautua asentamalla laitokselle sprinklerijärjestelmä.

Laitteiden rikkoutumiseen varaudutaan säännöllisen ja asianmukaisen kunnossapidon ja huollon lisäksi asentamalla laitteille riittävästi varalaitteita. Varalaitteet tarvitaan tosin yleensä jo säännöllisten huoltotöiden toteuttamiseen ilman, että puhdistusprosessi häiriintyy tai prosessin kapasiteetti vähenee. Hyväristönmäen puhdistamon esisuunnitelmassa laitteilla on lähtökohtaisesti aina yksi varalaitte. Laitteiden valinnassa on kiinnitettävä huomiota myös varaosien saatavuuteen. Tärkeimpien laitteiden varaosia hankitaan omaan varastoon. Myös mittauslaitteiden kunnossapito ja luotettavuuden säännöllinen tarkistaminen on ensiarvoisen tärkeää, kun prosessia ohjataan valtaosin automatiikan avulla.

Laiterikkojen ja muiden häiriötilanteiden vaikutuksia voidaan minimoida käsittelyprosessin suunnittelussa rinnakkaisilla käsittelylinjoilla ja peräkkäisillä käsittely-yksiköillä. Tällöin puhdistamon kapasiteetti ei vähene dramaattisesti, vaikka yksi rinnakkaisista käsittelylinjoista olisikin pois käytöstä. Hyväristönmäen puhdistamon suunnittelussa kaikki käsittelyvaiheet ovat vähintään kaksilinjaisia, mutta pääosin kolmelinjaisia. Myös käsittelyprosessin riittävän väljä mitoitus lisää prosessin varmatoimisuutta.

Hyväristönmäelle suunnitellussa jäteveden tehostetussa jälkikäsittelyssä prosessin varmatoimisuus on ensiarvoisen tärkeää jo tavoiteltavan erittäin matalan fosforipitoisuuden saavuttamiseksi. Lisäksi tertiärikäsittelyn ansiosta hyvä puhdistustulos voidaan saavuttaa myös biologisen käsittelyprosessin häiriötilanteissa. Tertiärikäsittelyä voidaan tiettyjen käsittelyvaihtoehtojen kohdalla hyödyntää myös ohitusvesien käsittelyssä. Hyväristönmäen prosessiratkaisussa ohitusvesien käsittelyyn on kuitenkin varauduttu täysin erillisellä yksiköllä. Tällöin mahdollisimman hyvä puhdistustulos saavutetaan myös huippuvirtaamatilanteissa. Lisäksi, kun sekä tertiäri- että ohitusvesien käsittely-yksikkö hoitaa vain oman tehtävänsä, prosessin ajo yksinkertaistuu ja molempien yksiköiden suunnittelu ja käyttö voidaan optimoida omaan tarkoitukseensa.

Prosessin toimintaa voidaan varmentaa tasaamalla tulovirtaamaa ja –kuormitusta erillisissä tasausaltaissa tai viemäriverkostossa. Ilmastusaltaisiin menevää lika-ainekuormaa voidaan tasata myös esiselkeytyksessä toteutettavalla kierrätyspumppauksella. Tasausaltaita käytettäessä korkeimmat virtaamapiikit ohjataan tasausaltaisiin ja pumpataan niistä takaisin päävirtaan. Uudelle puhdistamolle voidaan rakentaa tasausaltaat tai käytöstä poistettavan Toikansuon puhdistamon altaita voidaan saneerata tasauskäyttöön soveltuviksi. Tasausaltaita ei Suomessa yleensä käytetä lähinnä niiden suuren tilantarpeen

vuoksi. Puhdistamolle rakennettava erillinen ohitusvesien käsittely ja tertiäärikäsittely vähentävät virtaaman tasauksen tarvetta sikäli, että poikkeuksellisen korkeatkin virtaamat voidaan aina käsitellä tehokkaasti. Virtaaman tasaus kuitenkin parantaa prosessin toimintaa kokonaisuutena ja helpottaa prosessiajoa. Toikansuolla tai viemäriverkostossa toteutettavalla tasauksella voidaan mahdollisesti saavuttaa muitakin kuin prosessietuja, esim. jäteveden pumppauksen parempi energiatehokkuus ja mahdollinen säästö rakennettavan siirtoviemärin putkikoossa. Erilaisilla tasausjärjestelyillä saavutettavien hyötyjen sekä toimenpiteiden kustannusten arviointi vaatii tarkempaa suunnittelua (mm. virtaama-analyysi, pumppausten toiminnallinen suunnittelu, verkostolaskenta), joka voidaan toteuttaa erillisenä selvityksenä.

Fosforinpoiston toteuttaminen käytännössä täysin kemiallisin keinoin tähtää myös prosessin varmatoimisuuden maksimointiin. Käsiteltävän jäteveden ravannesuhteet mahdollistaisivat myös biologisen fosforinpoiston, jossa aktiivilietteeseen rikastetaan fosforia ylimäärin sitova mikrobikanta. Biologinen fosforinpoisto on kuitenkin häiriöherkkä ja ajoittain hankalasti hallittava prosessi. Kemiallinen fosforinpoisto tuottaa jonkin verran enemmän lietettä ja on käyttökustannuksiltaan hieman kalliimpi vaihtoehto, mutta helpo operoitava ja erittäin varmatoiminen, josta syystä se on ensisijainen valinta. Biologista fosforinpoistoa voidaan tilaajan niin toivoessa kuitenkin pitää optiona; sen vaatimat järjestelyt (käytännössä tulevan jäteveden ja nitraattikierrätyslietteen vaihtoehdotiset syöttökohdat) voidaan sisällyttää jatkosuunnitteluun.

Poikkeukselliset jätevesipäästöt, esimerkiksi öljyt ja toksiset aineet voivat aiheuttaa biologisen puhdistusprosessin toiminnan heikentymistä tai jopa biomassan täydellisen kuoleman. Poikkeuksellisen päästön nopea havaitseminen ja eristäminen on tärkeää seurausten minimoimiseksi. Jos poikkeuksellinen päästö havaitaan ajoissa, se voidaan ohjata biologisen käsittelyn ohitukseen tai vain yhdelle biologiselle käsittelylinjalle, jolloin muut käsittelylinjat säilyvät toimintakuntoisina. Poikkeuksellisen päästön havaitseminen riittävän aikaisin on kuitenkin vaikeaa, sillä riskin voi aiheuttaa lukuisat eri aineet öljyistä raskasmetalleihin ja liuottimiin. Poikkeuksellisten päästöjen havaitsemisessa on tärkeää tulevan jäteveden laadun säännöllinen seuranta online-mittauksin. Tiettyjen online-mittausten, kuten pH- tai sähkönjohtavuusmittausten, asentamista voidaan harkita myös tärkeimmille jätevesipumppaamoille.

Riskienhallinnan kannalta on tärkeää muistaa myös puhdistamon henkilöstön riittävän osaamisen varmistaminen. Erittäin tiukkojen puhdistusvaatimusten saavuttaminen vaatii prosessin toiminnan syvällistä ymmärtämistä ja tiheää seurantaa, vaikka prosessin ohjaus olisikin lähtökohtaisesti automaattista. Valittava tertiäärikäsittelymenetelmä saattaa poiketa toimintaperiaatteeltaan merkittävästi perinteisistä käsittelymenetelmistä, jolloin henkilökunnan koulutukseen on panostettava aivan erityisesti. Joka tapauksessa kaikissa tehostetun tertiäärikäsittelyn ratkaisuvaihtoehdoissa ainakin kemikaloinnin säätö vaatii erityistä tarkkuutta erittäin matalan fosforipitoisuuden saavuttamiseksi.

## 9 AIKATAULU JA LUVITUS

Lappeenrannan jätevesien käsittelyn ympäristövaikutusten arviointi valmistuu vuoden 2014 alkupuolella. YVA-prosessin päätyttyä tilaaja valitsee käsittelyratkaisun, jolle haetaan ympäristölupaa. Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon toteuttamisen suuntaantava aikataulu on esitetty alla (Taulukko 9.1). Uusi puhdistamo voidaan ottaa käyttöön alustavan aikataulun perusteella aikaisintaan vuoden 2018 lopussa.

**Taulukko 9.1. Hyväristönmäen puhdistamon toteutusaikataulu.**

ALUSTAVA TOTEUTUSAIKATAULU	2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				
	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Ympäristövaikutusten arviointi	■																												
Yleissuunnittelu																													
Kaavoitus ja maanhankinta																													
Ympäristöluvat																													
Toteutussuunnittelu																													
Rakennusluvut																													
Urakkakyselyt ja sopimusneuvottelut																													
Rakentaminen (siirtolinjat)																													
Rakentaminen (laitos)																													
Koekäyttö																													
Käyttöönotto																													

## 10 KUSTANNUSARVIOT

### 10.1 Arvio investointikustannuksista

Arvio uuden jätevedenpuhdistamon investointikustannuksista on esitetty alla (Taulukko 10.1). Arvion perusteella Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon investointikustannus on noin 50,2 milj. EUR ja siirtolinjojen investointikustannus n. 9,8 milj. EUR.

**Taulukko 10.1. Arvio uuden jätevedenpuhdistamon investointikustannuksista**

INVESTOINTIKUSTANNUKSET	EUR
Rakennuskustannukset	20 000 000
Koneistokustannukset	13 300 000
Aluetyöt	1 000 000
Alueputkistot / kanavat	600 000
SIA	4 500 000
LVI	2 400 000
Rakennuttajan kustannukset (mm. suunnittelu) 10 %	4 200 000
Kustannusvaraus (10 %)	4 200 000
<b>Puhdistamo yhteensä</b>	<b>50 200 000</b>
Siirtolinjat yhteensä	9 800 000
<b>Puhdistamo ja siirtolinjat yhteensä</b>	<b>60 000 000</b>

Kustannukset on laskettu prosessiratkaisulle, jossa jäteveden tertiäärikäsittelyvaihtoehtona käytetään ultrasuodatusta. Jos tertiäärikäsittelymenetelmäksi valitaan kaksivaiheinen tehostettu perinteinen tertiäärikäsittely, kuten mikrohiekalla tehostetun selkeytyksen ja mikrosiivilöinnin yhdistelmä, puhdistamon kokonaisinvestointikustannus on noin

45,9 milj. EUR, siirtolinjat mukaan lukien 55,7 milj. EUR. Investointikustannuksiin sisältyy molemmissa ratkaisuvaihtoehdoissa jäteveden UV-desinfiointi.

Siirtolinjojen kustannusarviossa on oletettu, että tuloviemärit toteutetaan luvussa 4 esitetyllä tavalla ja että puhdistettu jätevesi puretaan Rakkolanjokeen. Purku Pien-Saimaaseen edellyttää uutta pumppaamoja ja purkuputkea, joiden suuntaa antava investointikustannusarvio on yhteensä n. 12 milj. EUR. Kustannusarviot eivät sisällä mahdollisia virtaaman tasausjärjestelyjä Toikansuolla tai muualla verkostossa.

## 10.2 Arvio käyttökustannuksista

Arvio jätevedenpuhdistamon käyttökustannuksista on esitetty alla (Taulukko 10.2). Arvio on esitetty prosessiratkaisulle, jossa tertiäärikäsittelymenetelmänä on ultrasuodatus. Valittu tertiäärikäsittelymenetelmä vaikuttaa osaltaan puhdistamon käyttökustannuksiin. Tertiäärikäsittelyn osuus käyttökustannuksista on noin 3-5 % valitusta käsittelymenetelmästä riippuen. Ultrasuodatuksen kemikaalikulutus on tyypillisesti pienempi ja energiankulutus suurempi kuin perinteisiä tekniikoita käytettäessä. Ultrasuodatuksen ilmoitettu energiankulutus on kuitenkin pienempi kuin korkeakuormitteisen selkeytyksen ja mikrosiivilöinnin yhdistelmässä. Ultrasuodatuksen käyttökustannukset ovat noin 160 000 €/a. Korkeakuormitteisen selkeytyksen ja mikrosiivilöinnin yhdistelmän käyttökustannukset ovat noin 100 000 €/a.

Sähköenergian yksikköhintana on laskelmassa käytetty arvoa 0,11 €/kWh. Ferrisulfaatin hinnaksi on arvioitu 150 €/t, soodan hinnaksi 200 €/t ja polymeerin hinnaksi vastaavasti 5 000 €/t. Lietteen jatkokäsittelyn yksikköhintana on käytetty 80 €/m<sup>3</sup> linkokuivattu liete.

Siirtolinjojen käyttökustannuksiksi on arvioitu n. 50 000 EUR eli 1,5 % puhdistamon käyttökustannuksista.

**Taulukko 10.2. Arvio uuden jätevedenpuhdistamon käyttökustannuksista.**

KÄYTTÖKUSTANNUKSET	EUR
Kemikaalit	600 000
Energia	630 000
Lietteen jatkokäsittely	1 460 000
Käyttöhenkilökunta	400 000
Kunnossapitokustannukset	430 000
Siirtolinjat	50 000
<b>Yhteensä</b>	<b>3 570 000</b>

## YHTEENVETO

Hyväristönmäen uusi jätevedenpuhdistamo sijaitsee Lappeenrannan kaupungin eteläpuolella Hanhijärven ja Kalliokosken kylien välissä. Puhdistamon keskivirtaama on 20 000 m<sup>3</sup>/d (800 m<sup>3</sup>/h) ja mitoitusvirtaama 1 600 m<sup>3</sup>/h. Suunnittelussa on varauduttu tavanomaista BAT-tasoa paremman puhdistustuloksen saavuttamiseen. Erityistä huomiota on kiinnitetty erittäin matalan (< 0,1 mg P/l) lähtevän jäteveden fosforipitoisuuden saavuttamiseen. Tähän päästään mm. tehostetulla tertiäärikäsittelyllä ja maksimomallalla toimintavarmuus esim. varajärjestelmillä ja muilla suunnitteluratkaisuilla.

Jätevedet johdetaan Hyväristönmäen suuntaan kahdella tuloviemärillä, jotka yhdistyvät yhdeksi pääviemäriksi n. 1,5 km ennen puhdistamo. Pääviemäri päättyy puhdistamon tulopumppaamoon. Vesiprosessin pääosat ovat välppäys, hiekanerotus, esiselkeytys, biologinen käsittely aktiivilietemenetelmällä, tertiäärikäsittely ja desinfiointi. Aktiivilieteprosessi toteutetaan kolmelinjaisena esidenitrifikaatioperiaatteella. Alkalointikemikaalina käytetään tarvittaessa soodaa. Jäteveden fosfori poistetaan kemiallisen saostuksen avulla ferrisulfaatilla. Jäteveden ominaisuudet mahdollistavat tehokkaan kokonaistypenpoiston ilman lisähiiltä; metanoliasemalle suunnitellaan kuitenkin tilavaraus. Jatkosuunnittelussa tarkastellaan vaihtoehtoisten biologisten tekniikoiden (esim. MBR, MBBR) vaikutukset puhdistamon toteutukseen, toimintaan ja kustannuksiin.

Biologisesti käsitelty vesi johdetaan jälkikäsittelyyn. Erittäin tiukkojen puhdistusvaatimusten vuoksi puhdistusprosessiin rakennetaan ns. tehostettu tertiäärikäsittely. Käsitelymenetelmiä ja suunnitteluun vaikuttavia jäteveden laadun erityispiirteitä selvitettiin puhdistamon esisuunnittelun yhteydessä. Lupaavimmat vaihtoehdot käsittelymenetelmäksi ovat ultrasuodatus ja mikrohiekkalla tehostetun laskeutuksen ja mikrosiivilöinnin yhdistelmä. Tertiäärikäsittelymenetelmä valitaan suunnittelun seuraavissa vaiheissa.

Jätevesi desinfioidaan ensisijaisesti UV-säteilytyksen avulla. Myös kemiallinen desinfiointi on mahdollinen. Puhdistettu jätevesi johdetaan joko läheiseen Rakkolanjokeen tai rakennettavaa siirtoviemäriä pitkin Pien-Saimaan Kaukaanselälle.

Lietteenkäsittelynä on perinteinen gravitaatiosakeutus ja linkokuivaus. Kuivattu liete kuljetaan jatkokäsiteltäväksi puhdistamoalueen ulkopuolelle. Lietteen mädätykselle ja lietteenkuivauksen rejektivesien erilliskäsittelylle jätetään suunnittelussa tilavaraus.

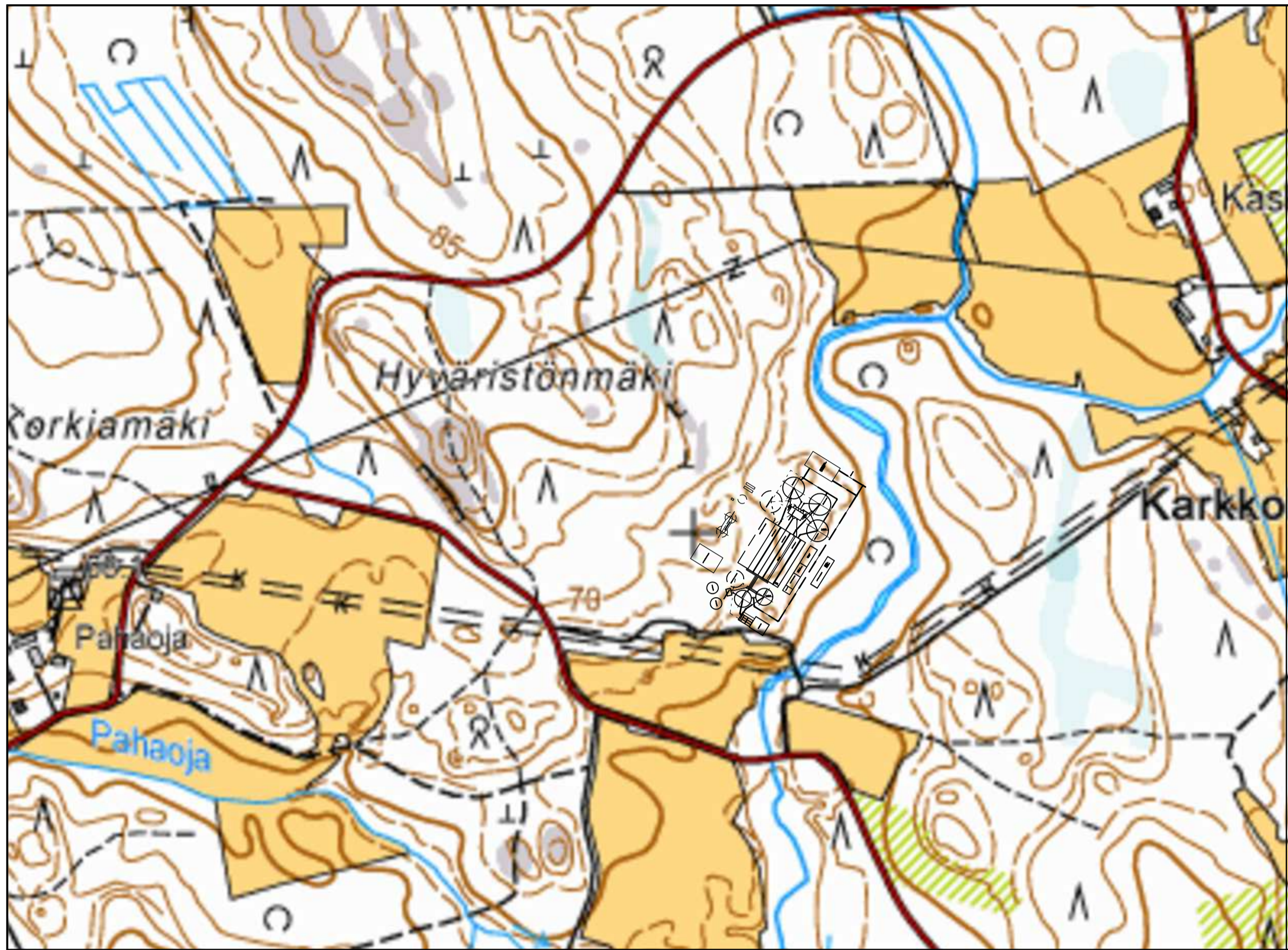
Puhdistamon suunnittelussa ja toteutuksessa kiinnitetään erityistä huomiota puhdistusprosessin varmatoimisuuteen ja poikkeustilanteisiin varautumiseen. Biologisen käsittelyprosessin kapasiteetin ylittävä osa virtaamasta johdetaan erilliseen ohitusvesien käsittely-yksikköön. Ohitusvesien käsittelymenetelmä, tyypillisesti jollain tavoin toteutettu kemiallisen saostuksen ja selkeytyksen yhdistelmä, valitaan suunnittelun seuraavissa vaiheissa. Sähköistyksen, instrumentoinnin ja automaation päätökset toteutetaan maksimaalisen varmuuden periaatteella siten, että järjestelmän eri osat pystyvät toimimaan autonomisesti toisistaan riippumatta ja tietyt keskeiset komponentit kahdennetaan. Laitoksella on oma varavoimakone.

Uuden jätevedenpuhdistamon arvioidut investointikustannukset ovat n. 50 milj. EUR, kun tertiäärikäsittelymenetelmäksi valitaan ultrasuodatus. Investointikustannus on noin 4 milj EUR pienempi, jos tertiäärikäsittelymenetelmäksi valitaan kaksivaiheinen ja tehostettu perinteinen tertiäärikäsittely, kuten korkeakuormitteisen selkeytyksen ja mikrosiivilöinnin yhdistelmä. Siirtolinjojen ja pumppaamoiden suuntaa-antava investointikus-

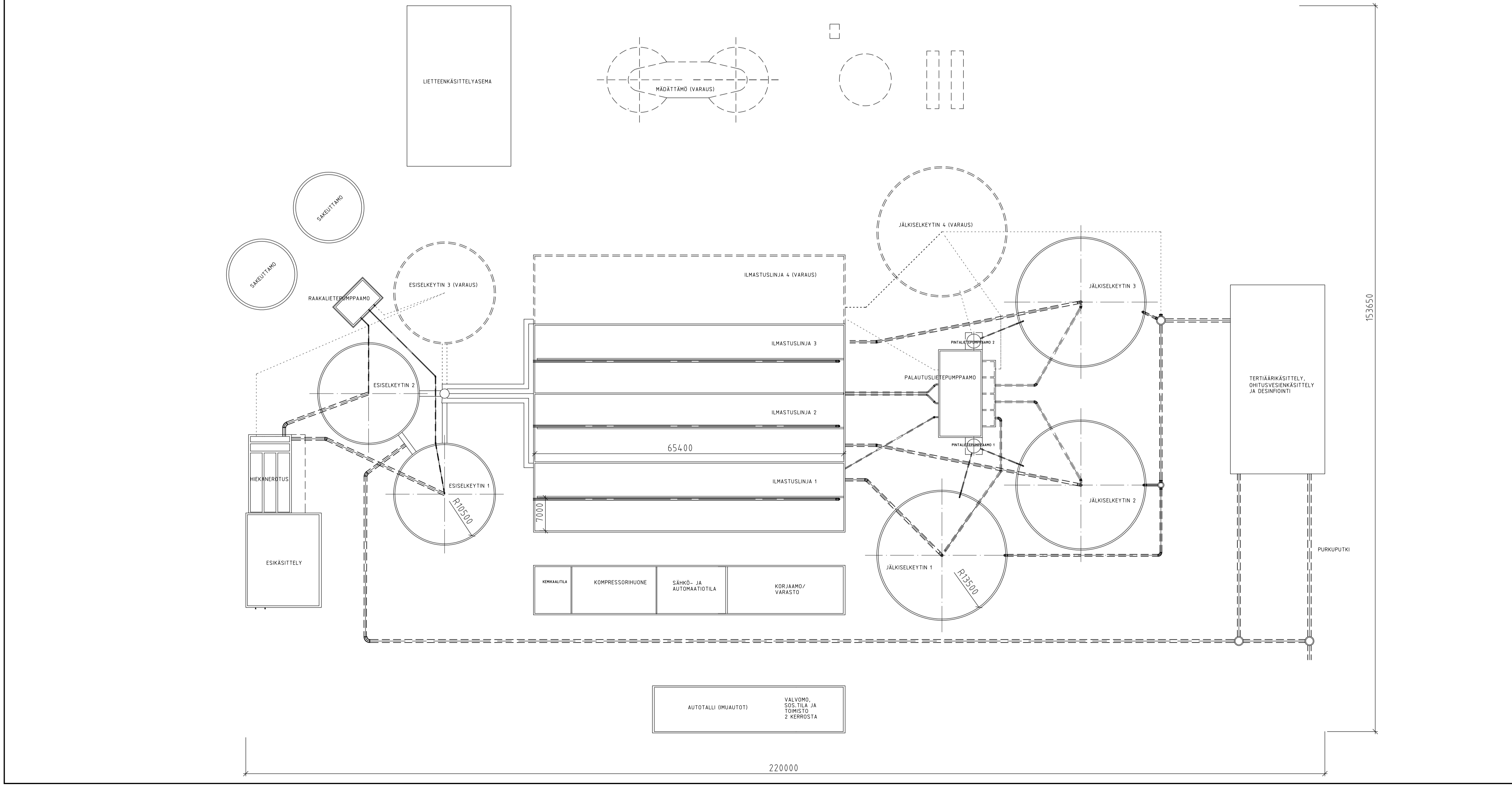
tannusarvio on n. 10 milj. EUR, jos puhdistettu jätevesi puretaan Rakkolanjokeen, ja n. 22 milj. EUR, jos puhdistettu jätevesi puretaan Pien-Saimaaseen. Puhdistamon arvioidut käyttökustannukset ovat n. 3,6 milj. €/a.

**PÖYRY FINLAND OY**



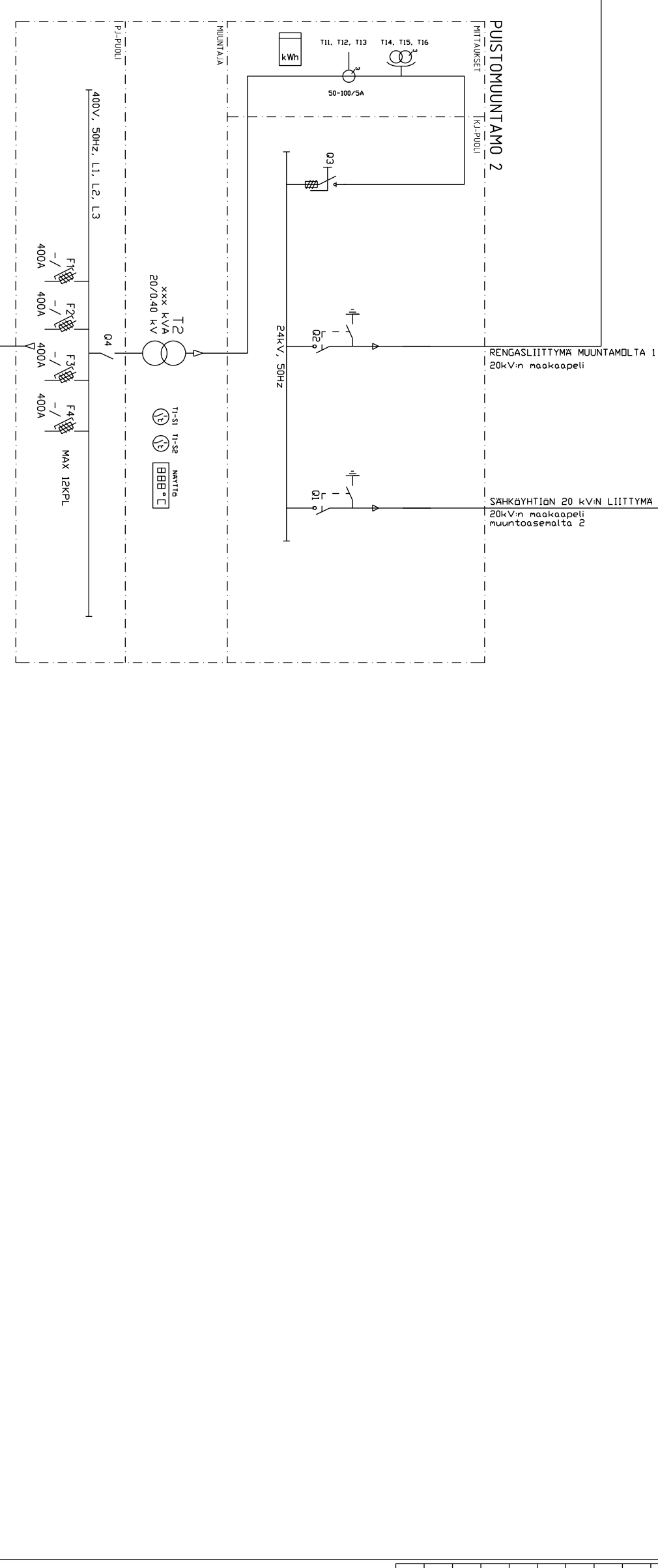
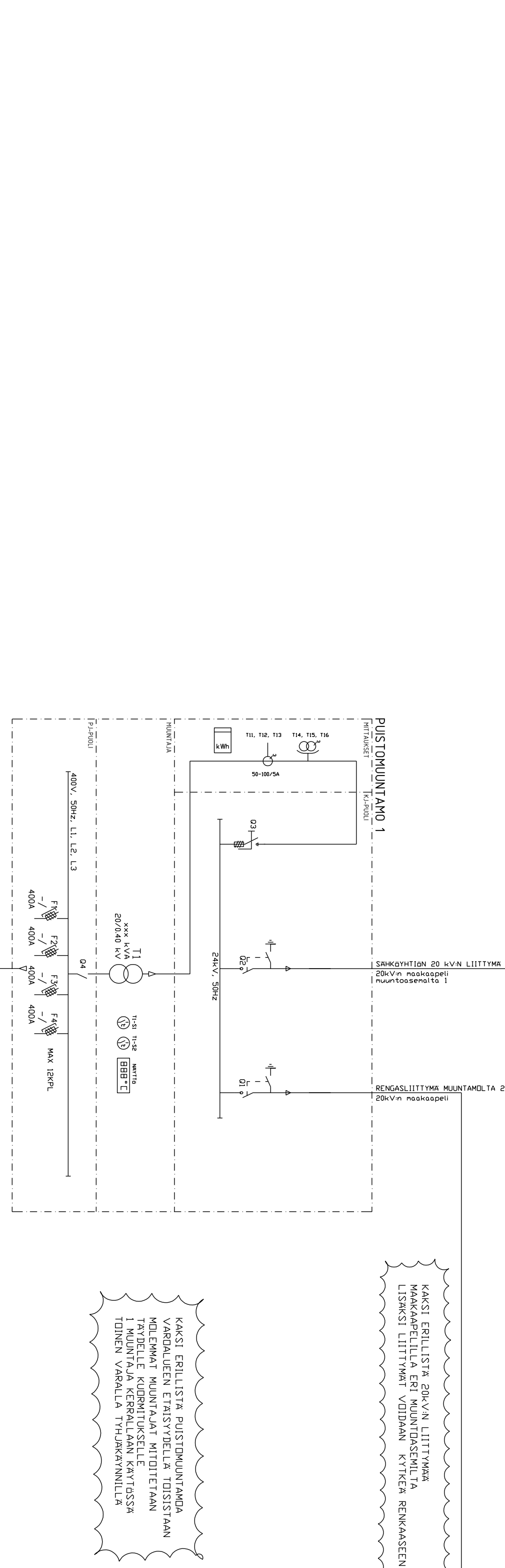


Merkki	Kpl	Pvm	Tekija	Muutos



Tark:	Pvm:	Hyv:	Pvm:
K.osa/Kylä	Korttel/Tila	Tonhti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintäjä varten
Rakennusvaihe UUDISRAKENNUS	Tilaaja ja suunnittelukohteen nimi ja osoite LAPPEENRANNAN LAMPOVOIMA OY HYVÄRISTÖNMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO LAPPEENRANTA	Piirustustyyppi LAYOUT	Juoks.nro Mittakaavat
		ALUELAYOUT ALUELAYOUT ALUELAYOUT	15000 11000 1500
Suunn. JHSA/KNS Pöyry Finland Oy PL 59 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA Puh. 010 3311, Fax 010 33 26643		Piiritt. TMY Pvm 20.6.2013	Työn ja piirustuksen nro 16UEC192-1001 Muutos
Hyv. KNS	Tark. KNS	Yhteyshenkilö MARIA VALTARI	





PUHDISTAMON  
SÄHKÖTILA 1

PUHDISTAMON  
SÄHKÖTILA 2



RYHMÄKESKUSTEN INDUKAAPELIT  
KÄHDENNETÄÄN, SYÖTTÖ MAHDOLLINEN  
KOLELMISTA PAKKESKUSTISTA  
LÄITISALUEELLA VALTETAN  
MAKAAPELIDINTA  
TÄI KAAPELIKANALALLE  
KAAPELI- JA VARAKAAPELLI  
TÄRKEIMMISTÄ KÖHTEISSÄ  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
LIIKENNE JA TÄRKEIMMÄT  
LIIITÄUKSET UPS-VARHINETÄÄN

KAKSI ERILLISTÄ 20kV:N LIITTYMÄÄ  
LISÄKSI LIITTYMÄT VOIDAN  
KÄYTTÄÄ RENKASKEEN

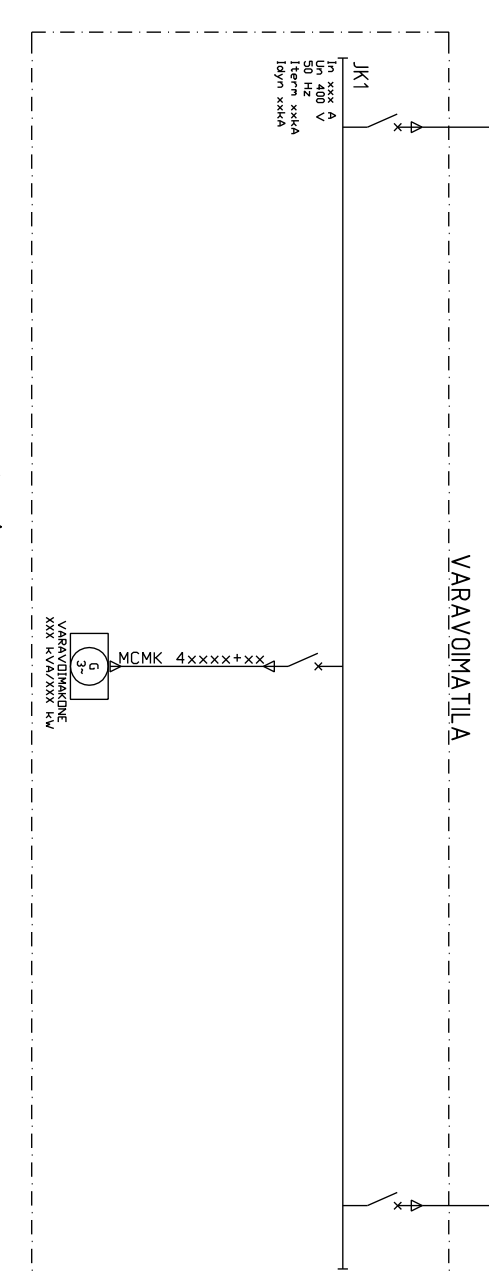
KAKSI ERILLISTÄ PUHDISTAMUN  
VAROALUEEN ETÄISYDELLÄ TOISISTAAN  
MÄLENNÄT MUUNAMAT MITOITETAN  
TÄRKEIMMISTÄ KÖHTEISSÄ  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
LIIKENNE JA TÄRKEIMMÄT  
LIIITÄUKSET UPS-VARHINETÄÄN

RYHMÄKESKUSTIEN INDUKAAPELIT  
KÄHDENNETÄÄN, SYÖTTÖ MAHDOLLINEN  
KOLELMISTA PAKKESKUSTISTA  
LÄITISALUEELLA VALTETAN  
MAKAAPELIDINTA  
TÄI KAAPELIKANALALLE  
KAAPELI- JA VARAKAAPELLI  
TÄRKEIMMISTÄ KÖHTEISSÄ  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
LIIKENNE JA TÄRKEIMMÄT  
LIIITÄUKSET UPS-VARHINETÄÄN

KAKSI ERILLISTÄ PAKKESKUSTASTA  
FYYSISSTI ERI TILOISSA MITOITETAN  
TÄRKEIMMISTÄ KÖHTEISSÄ  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
LIIKENNE JA TÄRKEIMMÄT  
LIIITÄUKSET VOIDAN  
KÄYTTÄÄ RENKASKEEN

KAKSI ERILLISTÄ PUHDISTAMUN  
VAROALUEEN ETÄISYDELLÄ TOISISTAAN  
MÄLENNÄT MUUNAMAT MITOITETAN  
TÄRKEIMMISTÄ KÖHTEISSÄ  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
PÄLÖKESKUSTAN KAAPELIDINTI  
LIIKENNE JA TÄRKEIMMÄT  
LIIITÄUKSET UPS-VARHINETÄÄN

VARAVALMÄTILÄ  
MCMC 4xxxxxxx



VARAVALMÄTILÄSSÄ RAKENNUKSESSA  
MITOITETAN JOKI TÄYDELLE KÖHTEIKSEKSEKSE  
MAHDOLLISUUS YHÄISTÄÄ  
KÄYTTÄÄ RENKASKEEN  
KÄYTTÄÄ RENKASKEEN  
KÄYTTÄÄ RENKASKEEN

Tark.	Pvm	Tontti/Rek.nro	Hyv.	Pvm
Kassa/Ky/3	Kortte/1/3		Viranomaisen arvioinnin/1/3 ja varren	
Rakennustomionpöytä UUDISRAKENNUS			Purustaja SÄHKÖ	Julk.nro
Tilaaja sekä suunnitteluohjeiden nimi ja osoite			Purustuksen sisältö	Määrärahat
Lappeenrantaan Energia			SÄHKÖNKAPELUN PERIAATEKAAVIO	TUOSTUS
Hyväksytty uuden jätevedenpuhdistamon EISUNNITTELMÄ				A0 12
			Työn ja purustuksen nro	Muutos
			16UEC0192-6001-E	
Hyv.			Yhteystieto	

**POYRY**  
Pöyry Finland Oy  
P.O. Box 31  
FI-50101 Lahti  
Puh. 010 3311 Fax 010 332663

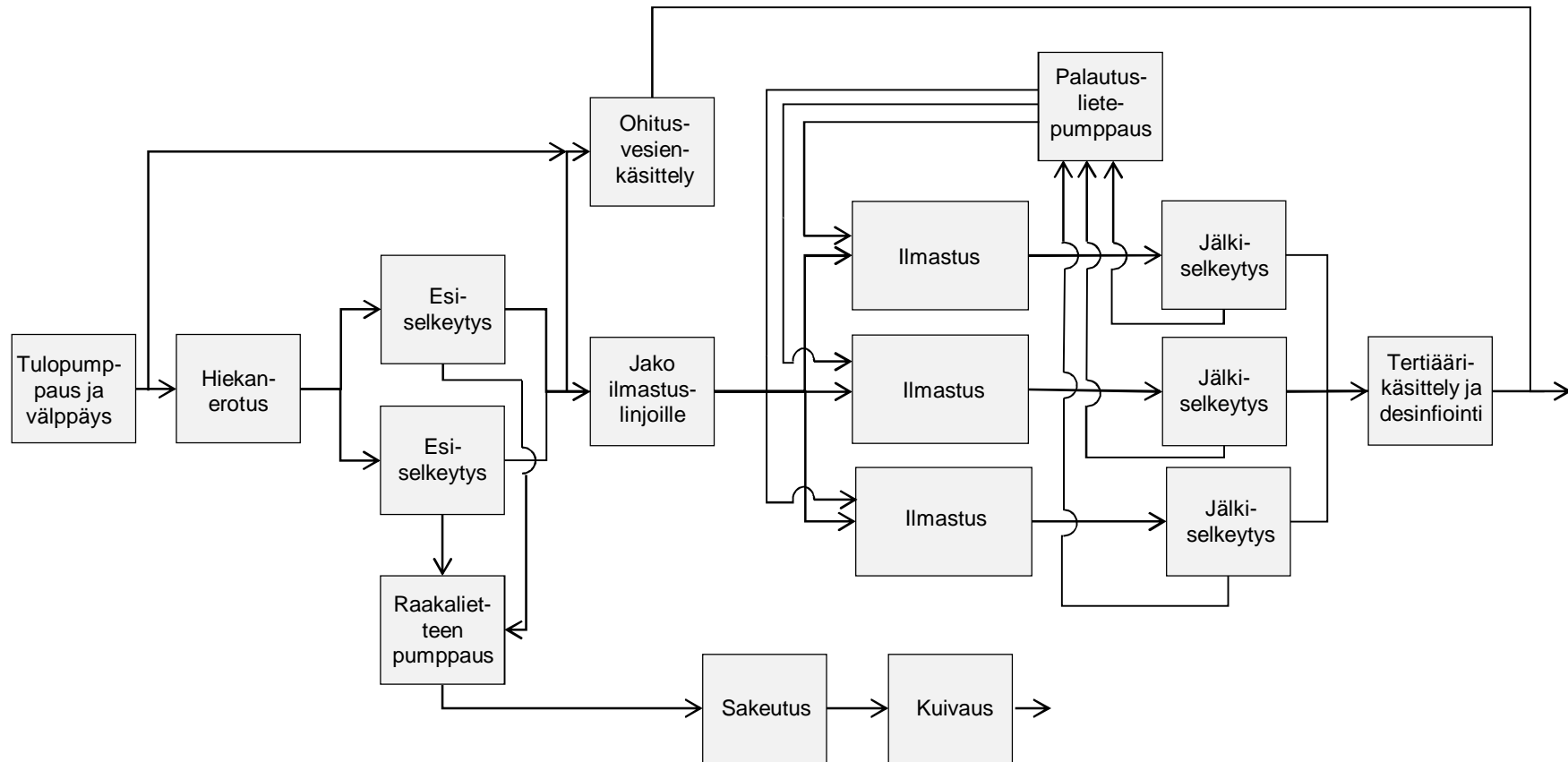
Suunn. Km T  
Pvm. Km T  
Pvm. 28.6.2013

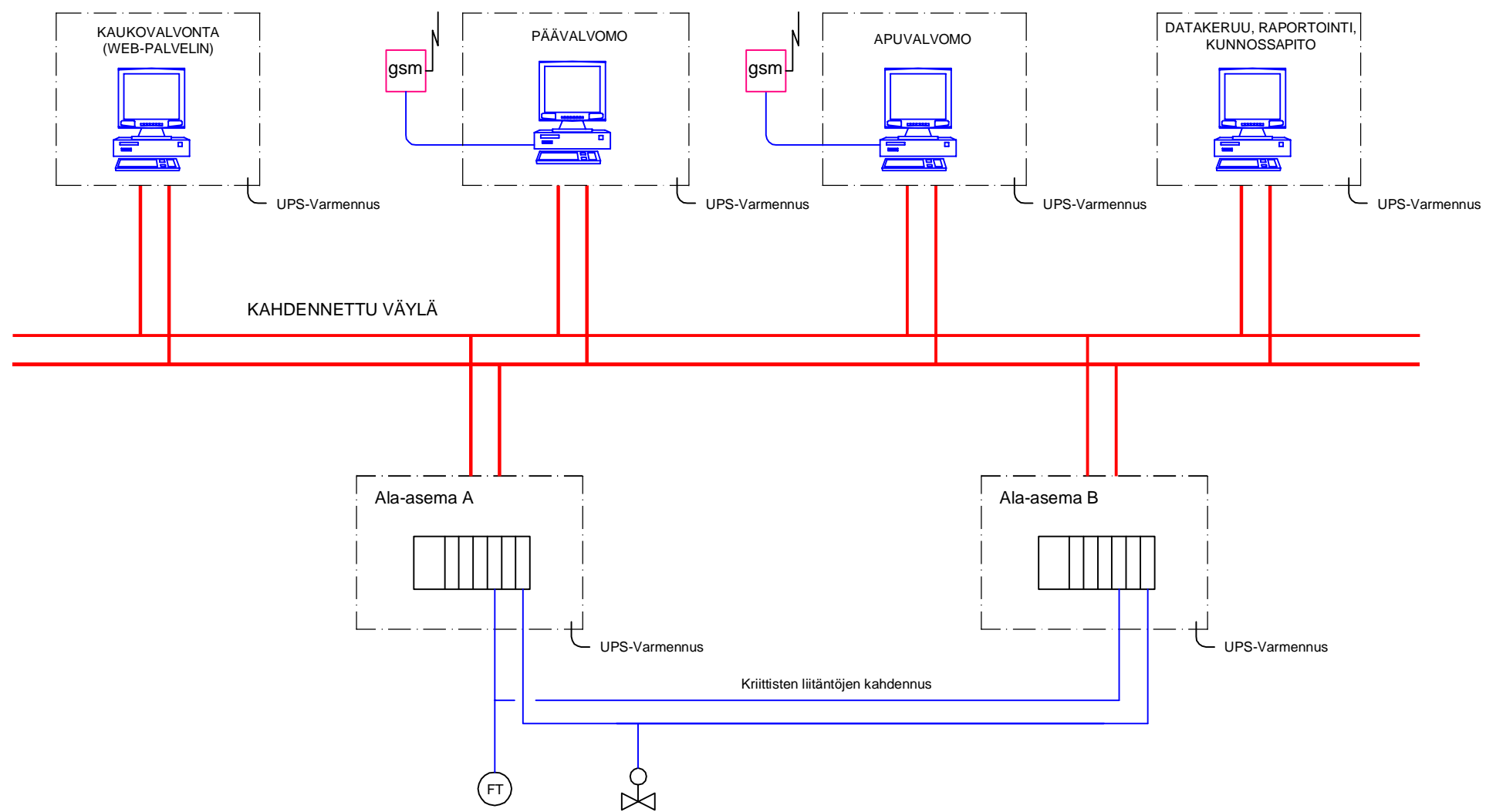
16UEC0192-6001-E

Muutos

16UEC0192-7001

## HYVÄRISTÖNMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO VIRTAUSKAAVIO





28.6.2013

Tark.	Pvm.	Hyv.	Pvm.
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDSRAKENNUS	Piiustuslaji		Juoks.nro
Tilaaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite LAPPEENRANNAN ENERGIA Hyväristönmäen uuden jätevedenpuhdistamon ESISUUNNITELMA	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
<b>PÖYRY</b> Pöyry Finland Oy PL 56 (Jaakonkatu 3), 01621 VANTAA Puh. 010 3311, Fax 010 33 26603		Suunn. JNEP Piirot. JNEP Pvm.	Työn ja piirustuksen nro Muutos 16UEC0192-9001-E
Hyv.	Tark.	Yhteyshenkilö	