

Vastaanottaja
Imatran Vesi
Asiakirjatyyppi
Esisuunnitelma
Päivämäärä
4.12.2017
Viite
1510036080

IMATRAN VESI

MELTOLAN

JÄTEVEDENPUHDISTAMO

ESISUUNNITELMA



Päivämäärä **4.12.2017**
Laatija **Ville Venejärvi**
Tarkastaja **Teemu Heikkinen**
Hyväksyjä **Jyri Rautiainen**
Kuvaus **Esisuunnitelma**

Viite
1510036080

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	NYKYTILANNE	2
2.1	Meltolan jätevedenpuhdistamo	2
2.2	Nykyiset mitoitusarvot	3
2.3	Nykyiset prosessiyksiköt	3
2.4	Tulokuormitus	5
2.5	Puhdistamon toiminta	10
3.	KUORMITUSENNUSTEET JA TAVOITTEET	16
3.1	Kuormitusennusteet	16
3.2	Mitointikuormitus	17
3.3	Puhdistustavoitteet	19
4.	PROSESSIVAIHTOEHDOT	20
4.1	Yleistä	20
4.2	Esikäsittely	20
4.3	Esiselkeytyksen vaihtoehdot	20
4.3.1	Perinteinen esiselkeytys	21
4.3.2	Viirasuodatus	21
4.4	Biologinen prosessi	22
4.4.1	Aktiivilieteprosessi	22
4.4.2	MBR-prosessi	23
4.4.3	MBBR-Prosessi	25
4.5	Tertiäärikäsittely	26
4.5.1	Hiekkasuodatus	26
4.5.2	Kiekkosuodatus (vesipesulla)	29
4.5.3	Kangassuodatus (imuripuhdistus)	30
4.5.4	Flotaatio	31
4.5.5	Laskeutusapuaineella tehostettu kompakti jälkisaostus ja selkeytys	32
4.6	Tulevaisuuden puhdistusvaatimukseen varautuminen	33
4.6.1	Haitta-aineet	33
4.6.2	Desinfiointi/Hygienisointi	34
4.6.3	Mikromuovit	38
4.6.4	Fosforin talteenotto	39
4.7	Suosittelavat prosessit jatkotarkasteluun	40
5.	TARKASTELTAVAT PROSESSIVAIHTOEHDOT	42
5.1	VE 1: Nykyisen puhdistamon saneeraus ja tehostaminen	42
5.1.1	VE 1A: Aktiivilieteprosessi ja jälkikäsittely	44
5.1.2	VE 1B: Kantoainemastusprosessi (MBBR)	49
5.1.3	VE 1C: Kalvobioreaktoriprosessi (MBR)	51
5.2	VE 2: Uusi jätevedenpuhdistamo	54
5.2.1	VE 2A: Aktiivilieteprosessi ja jälkikäsittely	54
5.2.2	VE 2B: Kantoainemastusprosessi	57
5.2.3	VE 2C: Kalvobioreaktoriprosessi ja ohitusvesien erilliskäsittely	59
6.	KUSTANNUSARVIOT	62
6.1	Kustannusten laskentaperusteet	62
6.2	Investointi- käyttö- ja vertailukustannukset	63
7.	VAIHTOEHTOJEN VAIKUTUSARVIOINTI	66
7.1	Toiminnallinen vertailu	66
7.2	Muut vaikutukset	67
7.3	Suositus jatkosuunniteluun valittavasta vaihtoehdosta	68
8.	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEISTÄ	70

LIITTEET

Liite 1: Prosessimitoituskavioit
Liite 2: Kustannusarvioit

LIITTEET

101: VE 1A: Layout
102: VE 1B: Layout
103: VE 1C: Layout
104: VE 2: Siirtolinjat

1. JOHDANTO

Imatran Meltolan jätevedenpuhdistamo on rakennettu vuonna 1981 ja siellä käsitellään Imatran kaupungin yhdyskuntajätevesien lisäksi Lappeenrannan kaupungin Korvenkylän, Tiuran ja Rauhan alueiden sekä Ruokolahden kunnan ja Rautjärven kunnan keskustaajaman jätevedet. Lisäksi puhdistamolle johdetaan jonkin verran alueen teollisuudessa muodostuvia jätevesiä (mm. leipomo, pesula konepaja yms.). Puhdistamolla ei ole tehty merkittäviä saneeraus- tai tehostamistoimenpiteitä, joten puhdistamon laajempi saneeraus alkaa olla ajankohtainen.

Imatran alueen jätevedenpuhdistuksen tulevaisuutta selvitettiin vuonna 2004 valmistuneessa "Lappeenrannan ja Imatran kaupunkien jätevesien käsittelyn ratkaisumallit"-raportissa, jolloin tarkasteltiin mm. yhteis- ja erilliskäsittelyvaihtoehtoja Imatran, Joutsenon ja Lappeenrannan kuntien kesken sekä erilaisia purkutunnelivaihtoehtoja. Tuolloin päädyttiin ratkaisuun, jossa Lappeenrantaan rakennetaan uusi jätevedenpuhdistamo ja Imatran jätevedet käsitellään jatkossakin saneerattavalla Meltolan puhdistamolla. Vuonna 2015 Meltolan puhdistamon saneeruksesta on laadittu esisuunnitelma (FCG, suunnittelu ja tekniikka), jossa esitettiin puhdistamolla tarvittavat tehostamis- ja saneeraustoimenpiteet.

Tässä esisuunnitelmassa vertaillaan aiempaa tarkemmin eri vaihtoehtoja puhdistamon saneeruksessa ja vertailuun otetaan mukaan myös täysin uuden puhdistamon rakentaminen Vuoksen vastarannalle. Tämän esisuunnitelman alussa esitetään yleisellä tasolla puhdistusvaatimuksiin soveltuvia prosessitekniisiä ratkaisuja ja niiden yhdistelmiä. Alustavien ratkaisumallien perusteella tarkempaan vertailuun valitaan kolme vaihtoehtoa, joista laaditaan alustavat prosessimitoitukset, kustannusarviot ja esisuunnitelmatason layoutpiirustukset. Valituista kolmesta vaihtoehdosta laaditaan myös prosessimitoitukset ja kustannusarviot täysin uuden puhdistamon vaihtoehdolle. Valituille vaihtoehdoille tehdään taloudellinen ja toiminnallinen vertailu, joiden pohjalta esitetään suositus laitosratkaisun toteutustavasta.

2. NYKYTILANNE

2.1 Meltolan jätevedenpuhdistamo

Jätevedenpuhdistusprosessi sisältää välppäyksen, hiekan- ja rasvanerotuksen, esiselkeytyksen, ilmastuksen sekä jälkiselkeytyksen. Puhdistamon biologinen osa on rinnakkaissaostuksella varustettu aktiivilieteprosessi, jossa aktiivilietteen ilmastus on toteutettu pintailmastuksella. Prosessi poistaa tehokkaasti orgaanista ainesta sekä fosforia, ja osa tuestä poistuu sitoutumalla biomassaan. Tyypillisesti lämpimän veden aikoihin aktiivilieteprosessin nitrifikaatio on käynnistynyt ja osa ammoniumtypeistä on hapettunut nitraatiksi.

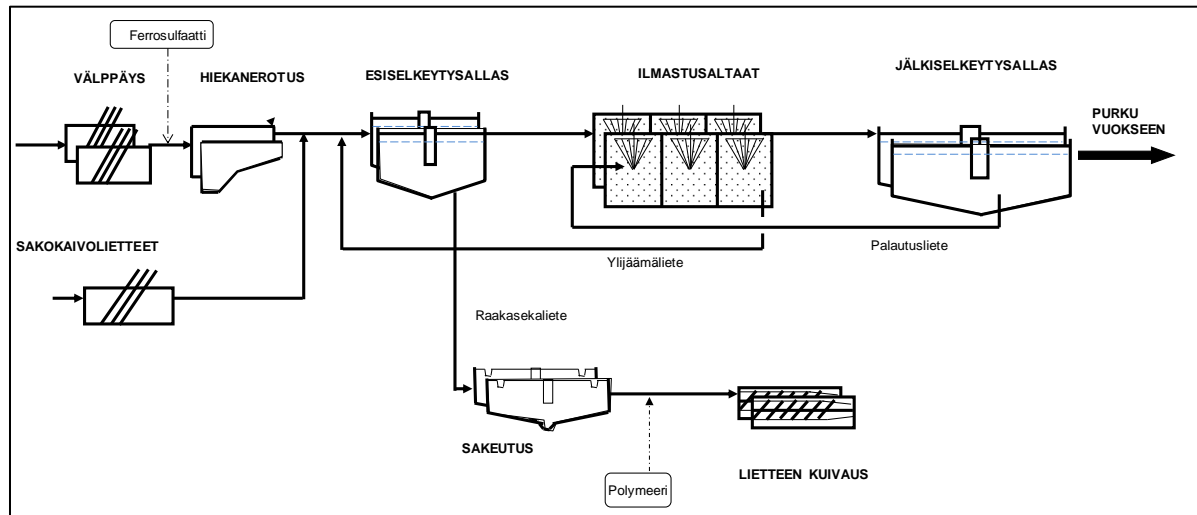
Välppäykseen laitoksella käytetään porrasvälppiä (3 kpl, säleväli 3 mm), joista yksi on vastikään uusittu. Välppäyksessä erotettu välpejäte pestään välpepesurilla ja puristetaan mäntäpuristimella, jonka jälkeen se siirretään välpelavalle. Välppäyksen jälkeen jätevesi johdetaan ilmastettuun hiekan- ja rasvanerotukseen. Hiekanerotusaltaan pohjalle laskeutunut hiekka pumpataan esikäsitteilytilassa olevalle hiekkapesurille ja edelleen ruuvikuljettimella välpejätteen kanssa samalle lavalle. Fosforin saostamiseen käytettävä ferrosulfaatti annostellaan hiekanerotukseen menevään jäteveeseen, jolloin sen sisältämä rauta hapettuu hiekanerotuksessa ferrimuotoon.

Esikäsitteilyä jätevesi johdetaan kaksilinjaiseen esiselkeytykseen, jossa tulevasta jätevedestä poistetaan kiintoainesta. Aktiivilieteprosessista poistettu biologinen ylijäämäliete johdetaan myös esiselkeytykseen, josta se poistetaan raakasekalietteen. Esiselkeytykseltään pohjalle laskeutunut raakasekaliete siirretään kaapimilla altaiden keskellä oleviin lietetaskuihin, joista se pumpataan sakeuttamoon. Esiselkeytetty poistetaan altaasta ylivuodon kautta keruukouruun, josta se johdetaan laitoksen biologiseen prosessiin.

Kaksilinjainen aktiivilieteprosessi koostuu ilmastuksesta sekä jälkiselkeytyksestä. Ilmastusaltaaton jaettu väliseinillä kolmeen lohkoon, joiden ilmastus on toteutettu kartiopintailmastimilla. Ilmastuksen säätö tapahtuu happimittauksiin perustuvalla ilmastusaltaiden pinnankorkeuden säädöllä. Ilmastusaltaista liete-vesisuspensio johdetaan linjakohtaisiin jälkiselkeytysaltauksiin. Jälkiselkeytyksessä pohjalle laskeutunut liete kaavitaan altaan keskellä olevaan lietetaskuun, josta se nostetaan ruuvilla palautuslietekouruun, jossa se johdetaan ilmastusaltaan alkupäähän. Ylijäämäliete pumpataan ilmastusaltaiden ensimmäisistä lohkoista esiselkeytykseen ja edelleen raakasekalietteenä sakeuttamoon. Jälkiselkeytyksestä puhdistettu jätevesi johdetaan purkuputkea pitkin Vuokseen.

Meltolan jätevedenpuhdistamon lietteenkäsittely koostuu kaksilinjaisesta gravitaatiosakeuttimesta sekä sakeutetun lietteen kuivaamisesta lingoilla (2 kpl). Esiselkeytyksestä poistettu raakasekaliete (kuiva-ainepitoisuus n. 1...2 %) pumpataan sakeuttamoihin, joista altaan pohjalle laskeutunut sakeutettu liete (kuiva-ainepitoisuus n. 4...8 %) pumpataan kuivauslingoille. Lietettä kuivataan viitenä päivänä viikossa. Kun kuivaus ei ole käytössä lietettä varastoidaan sakeuttamoaltauksiin. Kuivauksen yhteydessä lietteen sekaan syötetään polymeeria kuivaustuloksen parantamiseksi. Kuivattu liete pumpataan hydraulisella mäntäpumpulla liete-lavoille ja kuljetetaan edelleen jätteenkäsittelykeskukselle kompostoitavaksi. Sakeutuksen ja kuivauksen rejektivedet johdetaan laitoksen hiekanerotukseen.

Meltolan jätevedenpuhdistamon pelkistetty prosessikaavio on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Meltolan jätevedenpuhdistamon pelkistetty prosessikaavio

Vuonna 2016 Meltolan jätevedenpuhdistamolla käsitelty jätevesimäärä oli yhteensä n. 5 096 200 m³, mikä on noin 13 960 m³/d. Sakokaivolietteitä puhdistamolle tuotiin noin 5 740 m³. Fosforin saostamiseen käytettiin ferrosulfaattia vuonna 2016 yhteensä noin 508 000 kg. Saostuskemikaalia syötettiin hiekanerotukseen keskimäärin noin 1 400 kg/d, annostuksen ollessa noin 100 g/m³. Lietteen kuivauksen tehostamiseksi syötettävää polymeeriä käytettiin vuonna 2016 noin

2.2 Nykyiset mitoitusarvot

Meltolan jätevedenpuhdistamon nykyiset mitoitusarvot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Meltolan jätevedenpuhdistamon mitoitusarvot

	Yksikkö	Mitoitus
Q_{kesk}	m ³ /d	16 200
Q_{max}	m ³ /d	-
q_{mit}	m ³ /h	2 364
q_{max}	m ³ /h	-
BOD _{7-ATU}	kg/d	5 920
Kok.fosfori	kg/d	230
Kok.typpi	kg/d	-
Kiintoaine	kg/d	4 800
Asukasvastineluku		84 600

2.3 Nykyiset prosessiyksiköt

Puhdistamon nykyiset prosessiyksiköt ja niiden dimensiot ovat seuraavat:

Välppäys

Porrasvälppä, 2 kpl
 säleväli
 Välpepuristin
 Välpepesuri

á 1 500 m³/h
 3,0 mm

Ferrosulfaatin syöttö

x - 100 mg/l

Hiekanerotus

Tilavuus
 Viipymä

2 x 230 m³
 9,9 min

Esiselkeytytys

Pinta-ala		2 x 500 m ²
Halkaisija		2 x 26 m
Pintakuorma	$Sh_{kesk.}$	0,58 m/h
	Sh_{mit}	2,36 m/h
	Sh_{max}	2,78 m/h

Ilmastus

Tilavuus		2 x 2 500 m ³
Viipymä	Q_{mit}	2,1 h
	$Q_{kesk.}$	8,6 h
Tilakuorma		0,14 kg BOD ₇ /m ³ d
Lietekuorma		0,07 kg BOD ₇ /kg MLSS d
Lieteikä	Q_{mit}	12 d
MLSS		2,2 kg/m ³
Hapentarve, max		1500 kgO ₂ /d
Ilmastimet:		6 x kartiopintailmastin

Jälkiselkeytytys

Pinta-ala		2 x 1 250 m ²
Halkaisija		2 x 42 m
Pintakuorma	$Q_{kesk.}$	0,23 m/h
	Q_{mit}	0,95 m/h
Lietepintakuorma		
	$Q_{kesk.}$	0,46 kgSS/m ² h
	Q_{mit}	1,89 kgSS/m ² h

Lietteenkäsittely

Biologisen prosessiosan ylijäämäliete pumpataan esiselkeytykseen, josta se poistetaan, yhdessä esiselkeytyksessä erottuvan raakalietteen kanssa, raakasekalietteenä sakeuttamoon. Myös laitokselle tuotavat sako- ja umpikaivolietteet johdetaan esiselkeytykseen.

Sakeutus

Sakeuttamot 2 kpl		
Pinta-ala		2 x 113 m ²
Lietemäärä		2 580 kgTS/d
Lietepintakuorma		0,48 kgSS/m ² h
Sakeutetun lietteen ka.		5 % TS
Sakeutettua lietettä		51,6 m ³ /d
Polymeerin annostus		6 kg/t TS
		5 660 kg/a

Lietteen kuivaus

2 x Linkokuivain		
max. 800 kgTS/h		
Kuivatun lietteen ka.		22...28 % TS
Kuivattua lietettä		11,2 m ³ /d
Kuivatun lietteen mäntäpumppu		
Lietelavat, 2 kpl		

Kompostointi

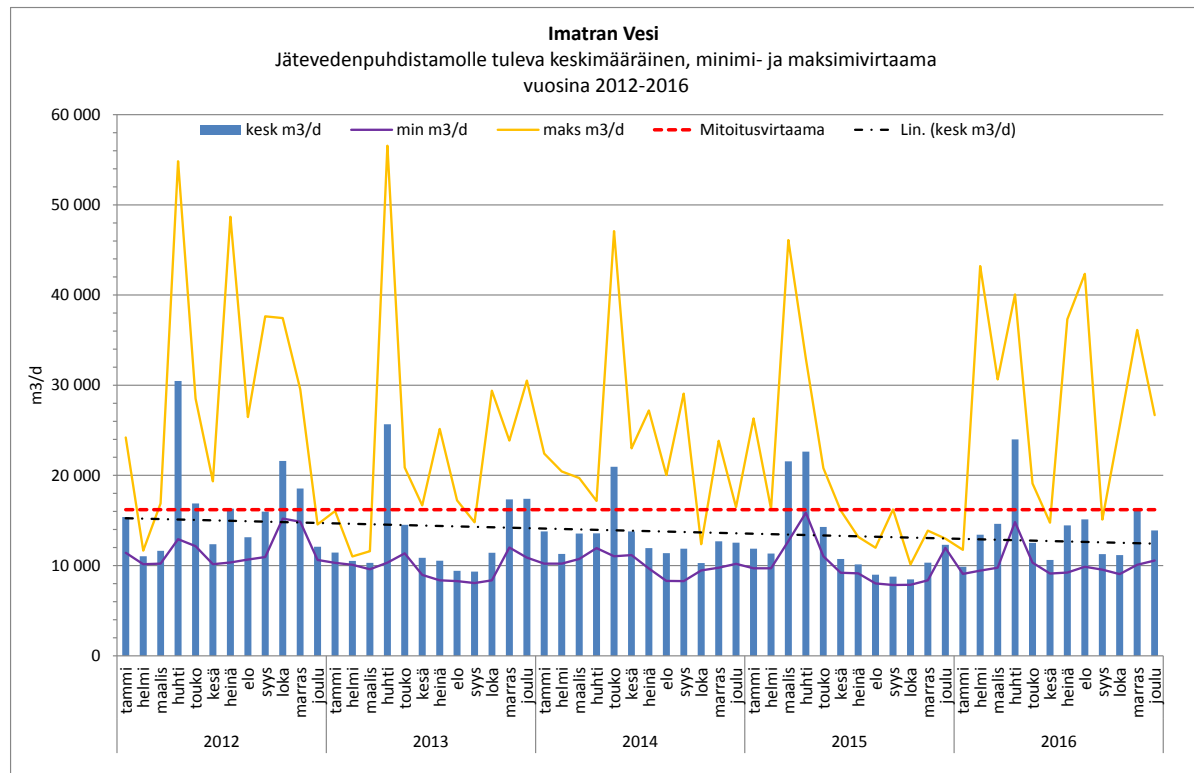
Kuivattu liete kuljetetaan kompostoitavaksi jätteenkäsittelykeskukselle

2.4 Tulokuormitus

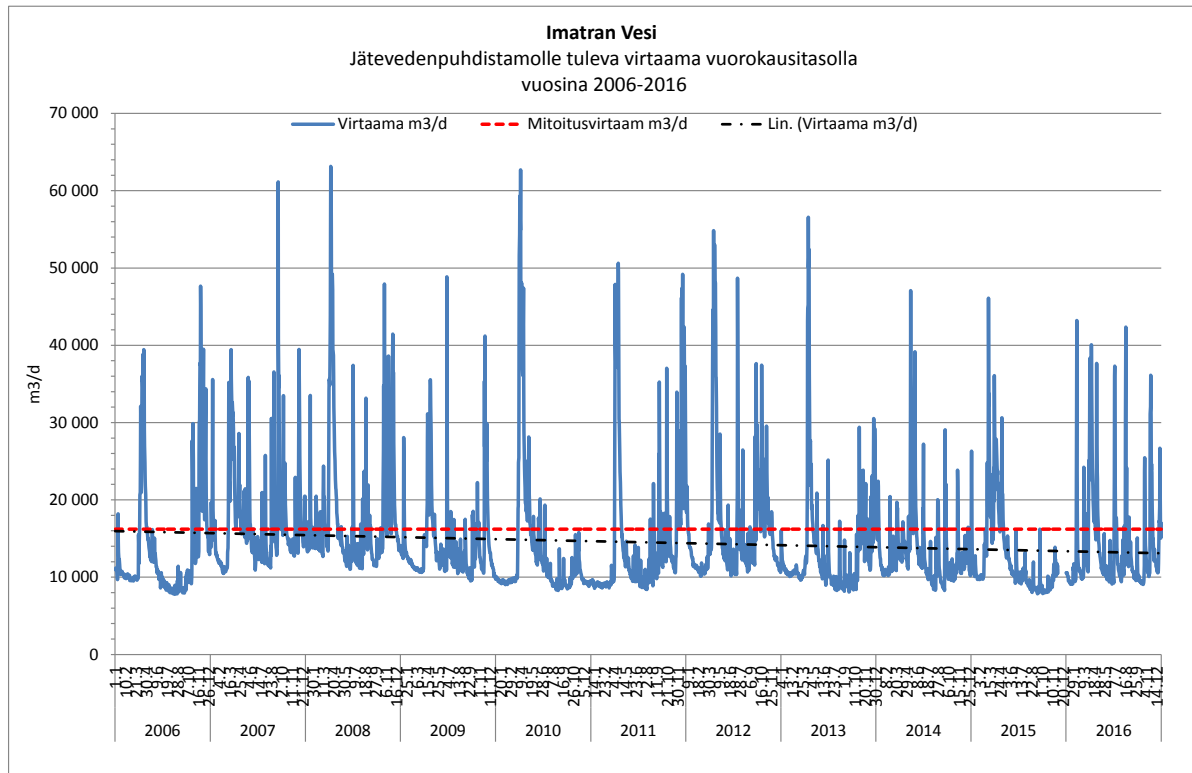
Imatran Meltolan jätevedenpuhdistamon kuormitusta tarkkailtiin vuonna 2016 tarkkailuohjelman mukaisesti 2 kertaa kuukaudessa eli yhteensä 24 kertaa vuodessa.

Kuvassa 2 on esitetty Meltolan jätevedenpuhdistamolle tulevat minimi-, maksimi- ja keskimääräiset jätevesivirtaamat vuosina 2012...2016. Keskimääräinen vuorokausivirtaama on tyypillisesti vaihdellut noin välillä 10 000...22 000 m³/d. Kuvasta nähdään, että tulevan jätevesivirtaaman trendi on ollut viime vuosina laskeva. Vuonna 2012 keskimääräinen jätevesivirtaama oli noin 16 290 m³/d, kun se vuonna 2016 on ollut 13 940 m³.

Suurimmat virtaamat ovat esiintyneet keväisin sulamisvesien aikaan, jolloin virtaamat ovat olleet suurimmillaan yli 55 000 m³/d. Suurimmat virtaamapiikit ovat esiintyneet vuosina 2012 ja 2013, jonka jälkeen virtaamahuiput ovat olleet maksimissaan noin tasolla 48 000 m³/d. Tämä voi olla seurausta verkostosaneerauksista tai aiempaa vähälumisemmista talvista, jolloin myös hulevesimäärät ovat pysyneet maltillisempina. Kuukauden keskimääräinen vuorokausivirtaama on ylittänyt puhdistamon mitoitusvirtaaman keväisin joka vuosi. Kuvassa 3 on esitetty Meltolan jätevedenpuhdistamolle tuleva jätevesivirtaama vuorokausitasolla vuosina 2006...2016. Vuorokausivirtaaman trendi on selkeästi laskeva ja viime vuosina keskimääräinen vuorokausivirtaama on ollut selvästi alle laitoksen nykyisen keskimääräisen virtaaman mitoitusarvon.

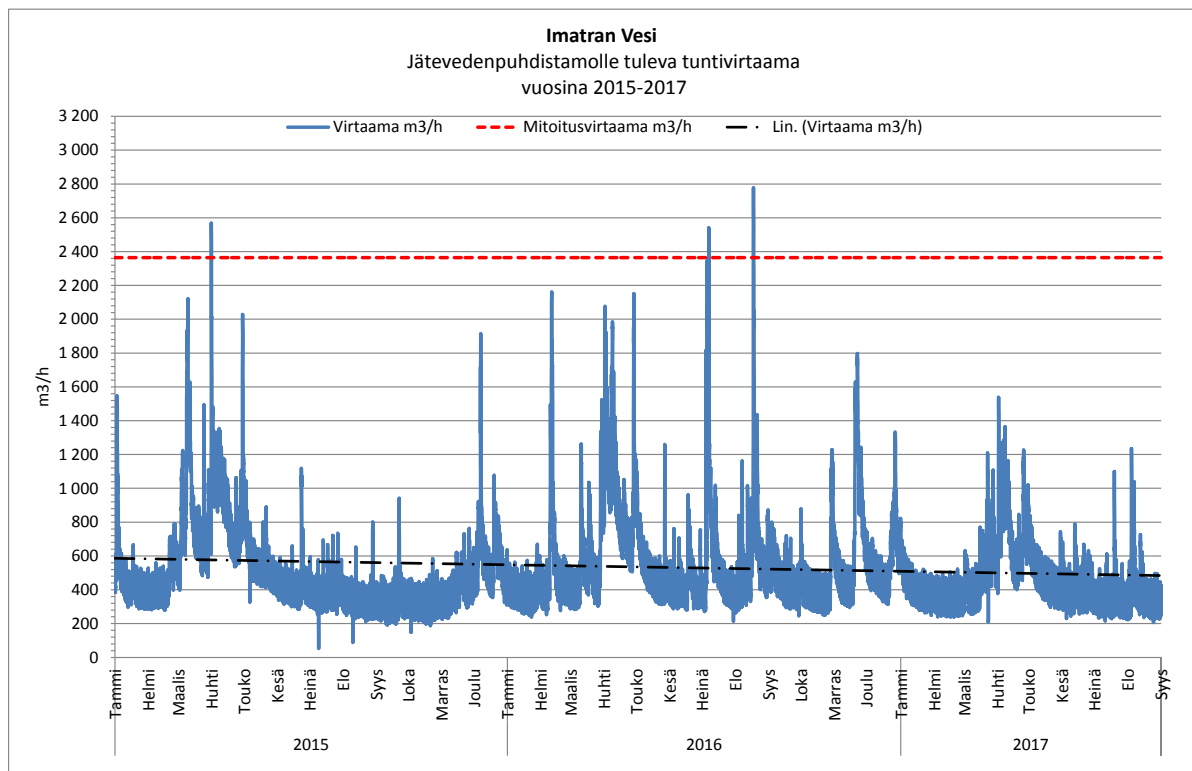


Kuva 2. Meltolan jätevedenpuhdistamolle tulevan jäteveden maksimi-, minimi- ja keskimääräiset arvot kuukausitasolla vuosina 2012-2016.



Kuva 3. Meltolan jätevedenpuhdistamon tulevan jäteveden vuorokausivirtaamat vuosina 2006-2016.

Kuvassa 4 on esitetty Meltolan jätevedenpuhdistamon tulevan jäteveden virtaama tuntitasolla vuosina 2015...2017. Kuvasta nähdään, että laitokselle tuleva jäteveden tuntivirtaama on ollut viime vuosina keskimäärin noin 400...600 m³/h, joka on selvästi alle laitoksen mitoitusvirtaama-arvon (2 364 m³/h). Ainoastaan kaikkein suurimmat, yksittäiset virtaamapiikit ovat ylittäneet mitoitusarvon. Maksimituntivirtaama-arvot ovat pääsääntöisesti olleet noin 2 100...2 200 m³/h tasolla.



Kuva 4. Meltolan jätevedenpuhdistamon tulevan jäteveden tuntivirtaamat vuosina 2015-2017.

Alla on kuvattu Meltolan jätevedenpuhdistamolle tuleva jäteveden ravinnekuormitus.

Puhdistamolle tuleva BOD-kuormitus

Puhdistamolle tuleva BOD-kuorma (kuva 5) on ollut keskimäärin noin tasolla 1 500 kg/d vuosina 2012 – 2016. Yksittäisinä maksimipäivinä kuormitus on ollut tasolla 3 500 kg/d. Tulevan jäteveden BOD-pitoisuudet ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana tyypillisesti välillä 60...220 mg/l ollen keskimäärin noin 120 mg/l. BOD-kuormitustrendi on pysynyt melko tasaisena koko tarkastelujakson ajan. BOD-kuormitus on maksimissaankin ollut selkeästi alle puhdistamon alkuperäisen BOD-kuormituksen mitoitussarvon (5 920 kg/d).

Puhdistamolle tuleva COD-kuormitus

Puhdistamolle tuleva COD-kuorma (kuva 6) on ollut keskimäärin 3 000...4 000 kg/d vuosina 2012 – 2016. Yksittäisinä maksimipäivinä kuormitus on ollut noin tasolla 7 000 kg/d. Tulevan jäteveden COD-pitoisuudet ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana tyypillisesti välillä 200...500 mg/l ollen keskimäärin noin 300 mg/l. COD-kuormituksessa on viimeisen kahden vuoden aikana havaittavissa selkeä pudotus aiempaan tasoon nähden. Vuosina 2012...2014 COD-kuormitus on ollut keskimäärin noin 4 140 kg/d, kun vuosina 2015...2016 COD-kuormitus on ollut keskimäärin noin 3 190 kg/d.

Puhdistamolle tuleva fosforikuormitus

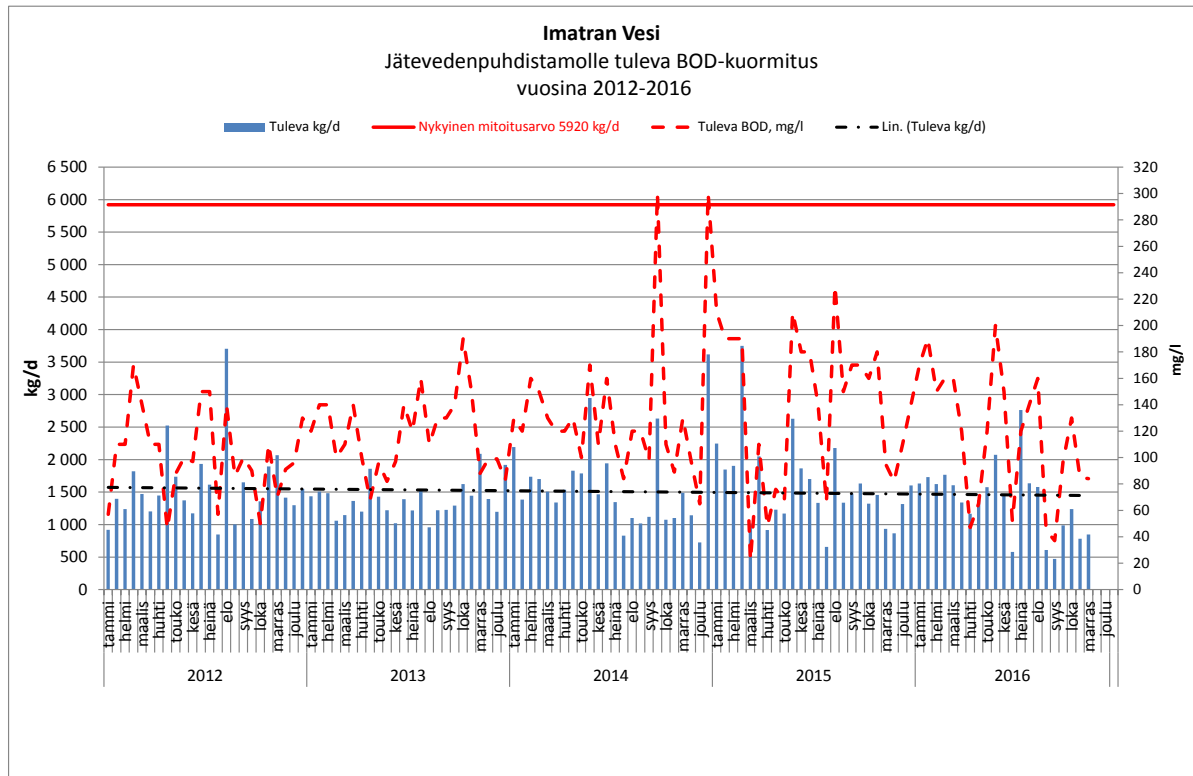
Puhdistamolle tuleva fosforikuorma (kuva 7) on ollut keskimäärin tasolla 62 kg/d vuosina 2012 – 2016. Maksimipäivinä kuormitus on ollut yleisesti noin tasolla 100 kg/d. Tulevan jäteveden fosforipitoisuudet ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana välillä 3...7 mg/l ollen keskimäärin noin 5 mg/l. Fosforikuormitus on ollut selkeästi alle puhdistamon alkuperäisen fosforikuormituksen mitoitussarvon (230 kg/d). Fosforikuormituksen trendi on ollut melko tasainen tarkastelujakson aikana.

Puhdistamolle tuleva typpikuormitus

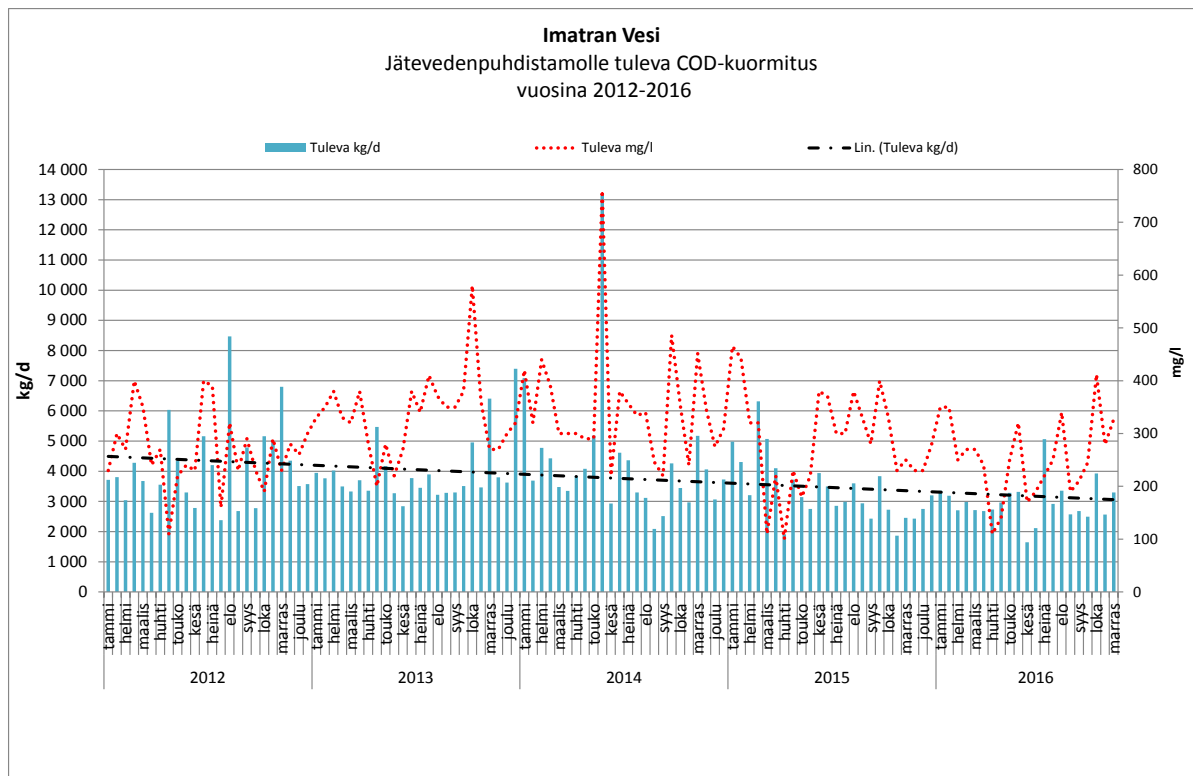
Puhdistamolle tuleva kokonaistyppikuorma (kuva 8) on ollut keskimäärin tasolla 390 kg/d vuosina 2012 – 2016. Maksimipäivinä kuormitus on ollut tyypillisesti noin 500 kg/d, joskin joinakin yksittäisinä päivinä kuormitus on ollut jopa 800 kg/d. Tulevan jäteveden typpipitoisuudet ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana noin välillä 20...60 mg/l ollen keskimäärin noin 32 mg/l. Myös typpikuormitus on pysynyt tarkastellun jakson aikana hyvin samalla tasolla.

Puhdistamolle tuleva kiintoainekuormitus

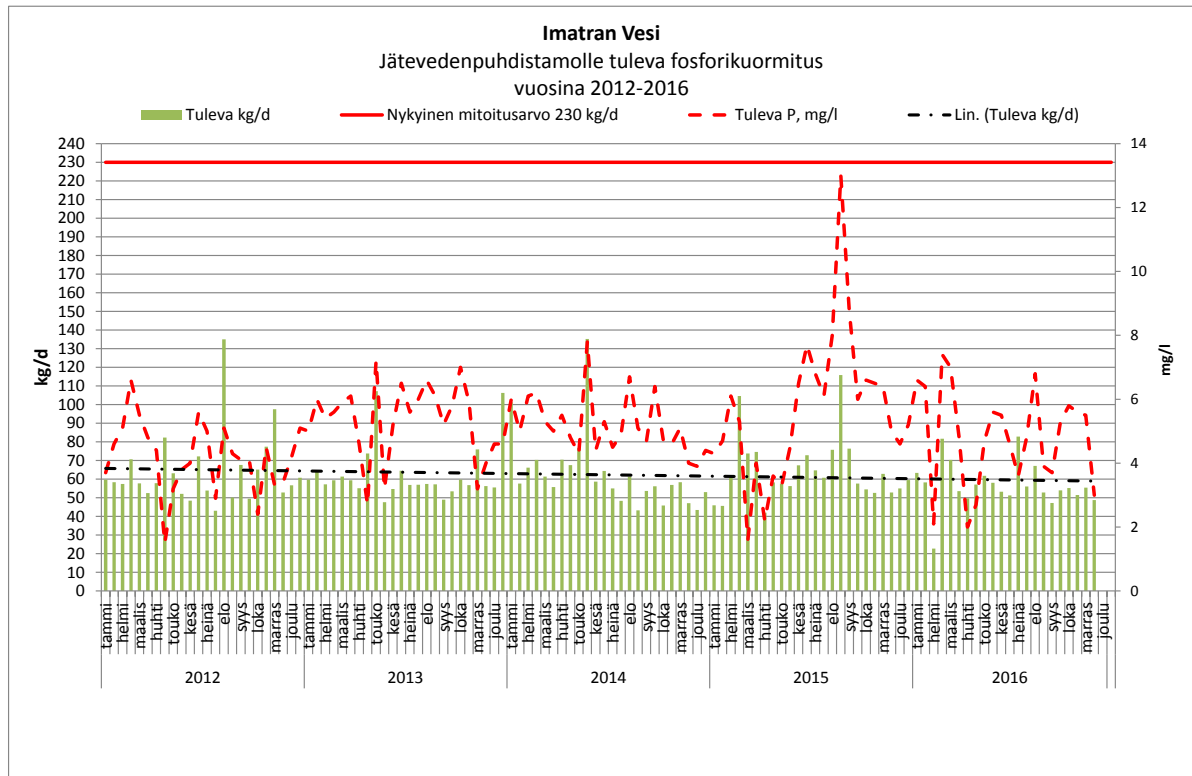
Puhdistamolle tuleva kiintoainekuorma (kuva 9) on ollut keskimääräisesti noin tasolla 2 570 kg/d. Yksittäisinä maksimipäivinä kuormitus on ollut tasolla 6 000...7 000 kg/d. Tulevan jäteveden kiintoainepitoisuudet ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana tyypillisesti välillä 120...350 mg/l ollen keskimäärin noin 200 mg/l. Myös kiintoainekuormitus on pysynyt tasaisena koko tarkastelujakson ajan.



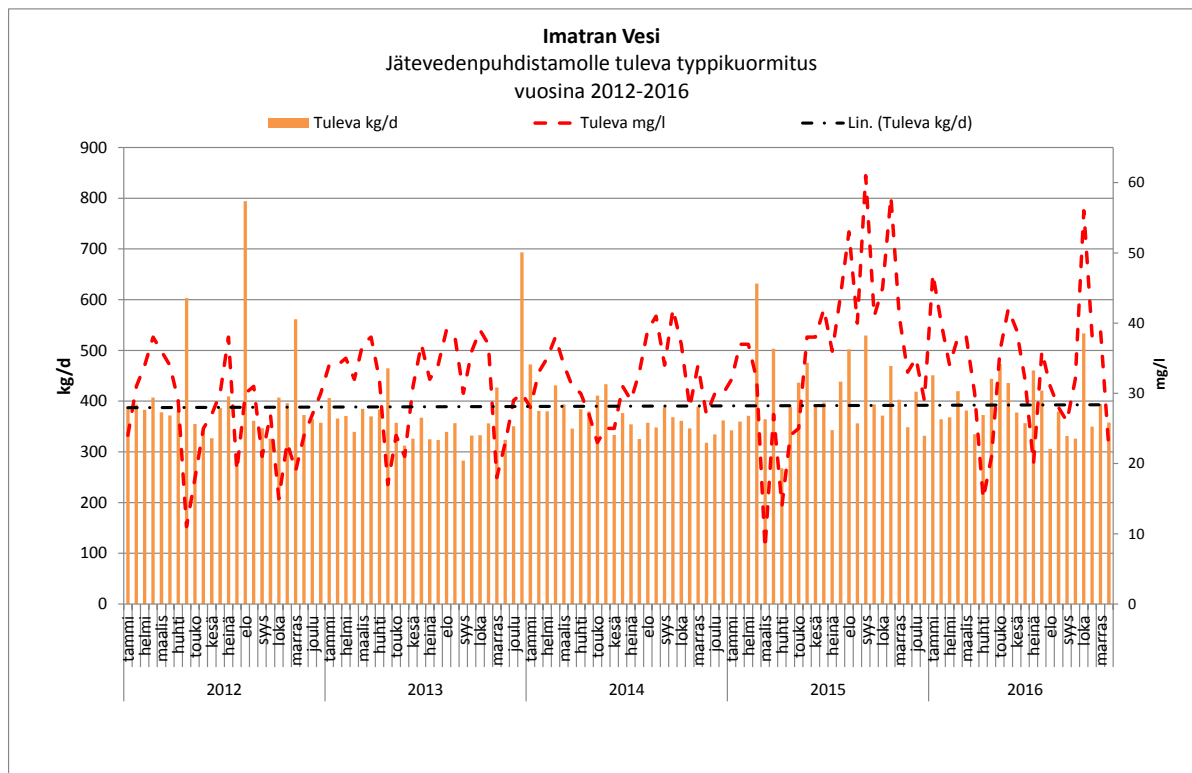
Kuva 5. Meltolan jätevedenpuhdistamolle tuleva BOD-kuormitus vuosien 2012-2016 tarkkailupäivinä.



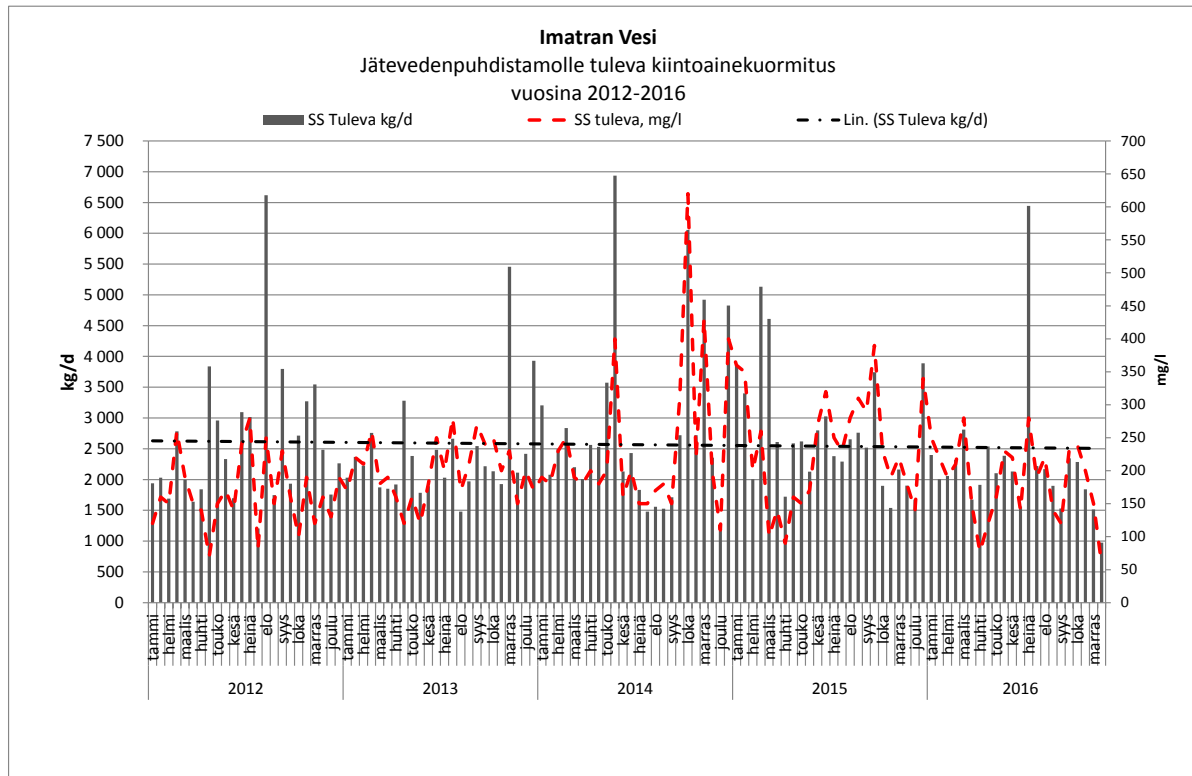
Kuva 6. Meltolan jätevedenpuhdistamolle tuleva COD-kuormitus vuosien 2012-2016 tarkkailupäivinä.



Kuva 7. Meltolan jätevedenpuhdistamolle tuleva fosforikuormitus vuosien 2012-2016 tarkkailupäivinä.



Kuva 8. Meltolan jätevedenpuhdistamolle tuleva typpikuormitus vuosien 2012-2016 tarkkailupäivinä.



Kuva 9. Meltolan jätevedenpuhdistamolle tuleva kiintoainekuormitus vuosien 2012-2016 tarkkailupäivinä.

2.5 Puhdistamon toiminta

Imatran Meltolan jätevedenpuhdistamolla on voimassa Itä-Suomen ympäristölupaviraston myöntämä ympäristölupapäätös vuodelta 2007 (Dnro ISY-2006-Y-238). Päätöksessä on annettu seuraavat puhdistusvaatimukset:

	<i>pitoisuus</i>	<i>käsittelyteho</i>
BOD _{7-ATU}	< 10 mgO ₂ /l	> 90 %
kok. P	< 0,5 mg/l	> 90 %

Lisäksi vesistöön johdettavan jäteveden on täytettävä BOD_{7ATU}- ja COD_{Cr}-arvojen sekä fosforin ja kiintoaineen osalta valtioneuvoston yhdyskuntajätevesistä antaman asetuksen 888/2006 vaatimukset asetuksen mukaisesti tarkkailtuna.

	<i>pitoisuus</i>	<i>käsittelyteho</i>
COD _{Cr}	< 125 mgO ₂ /l	> 75 %
Kiintoaine	< 35 mg/l	> 90 %

Tulokset tulee saavuttaa puolivuosiskeskiarvoina mahdolliset ohjauksutukset, häiriötilanteet ja viemäriverkon ylivuodot mukaan lukien.

Puhdistamoa on käytettävä siten, että lämpimänä kautena saavutetaan mahdollisimman hyvä ammoniumtyypen hapetusteho.

Puhdistamon puhdistustulokset BOD-kuorman osalta

Meltolan jätevedenpuhdistamo on pääosin pystynyt täyttämään sille asetetut puhdistusvaatimukset BOD:n osalta (kuva 10). Raja-arvon ylityksiä on kuitenkin tullut viimeisen kolmen vuoden aikana joka vuosi. Erityisen usein ja isoja ylityksiä esiintyi vuonna 2014, jolloin raja-arvo ylittyi peräti kuusi kertaa. Tämän jälkeen vuosina 2015 ja 2016 ylityksiä on ollut vähemmän ja ne ovat olleet maltillisempia. Vuosina 2012 ja 2013 sekä lähtevän jäteveden BOD-pitoisuus että puhdistusteho täyttivät ympäristöluvan vaatimukset kaikkina tarkkailupäivinä. Keskimääräinen lähtevän veden BOD-pitoisuus on tarkkailujakson aikana ollut noin 5,8 mg/l ja puhdistusteho noin 94,9 %.

Puhdistamon puhdistustulokset COD-kuorman osalta

Puhdistamo on pystynyt täyttämään asetetut COD-pitoisuusvaatimukset (kuva 11) sen jokaisena tarkkailupäivänä vuosina 2012-2016. Puhdistusteho on jäänyt näiden vuosien aikana kaksi kertaa alle vaatimustason (>75 %). Keskimääräinen vesistöön johdetun puhdistetun jäteveden COD-pitoisuus on ollut noin 29,8 mg/l ja puhdistusteho noin 89 %.

Puhdistamon puhdistustulokset fosforikuorman osalta

Meltolan jätevedenpuhdistamon lähtevän veden fosforipitoisuus (kuva 12) on ylittänyt tarkkailujakson aikana jokaisena vuonna useasti. Myös puhdistusteho on jäänyt usein alle ympäristöluvan vaatimuksen. Suuri osa ylityksistä ajoittuu kevään sulamisvesien ja/tai syksyn sateiden ajalle. Keskimääräinen vesistöön johdettavan jäteveden fosforipitoisuus on tarkkailujakson aikana ollut noin 0,44 mg/l ja puhdistusteho noin 90,4 %.

Puhdistamon puhdistustulokset kokonaistypen osalta

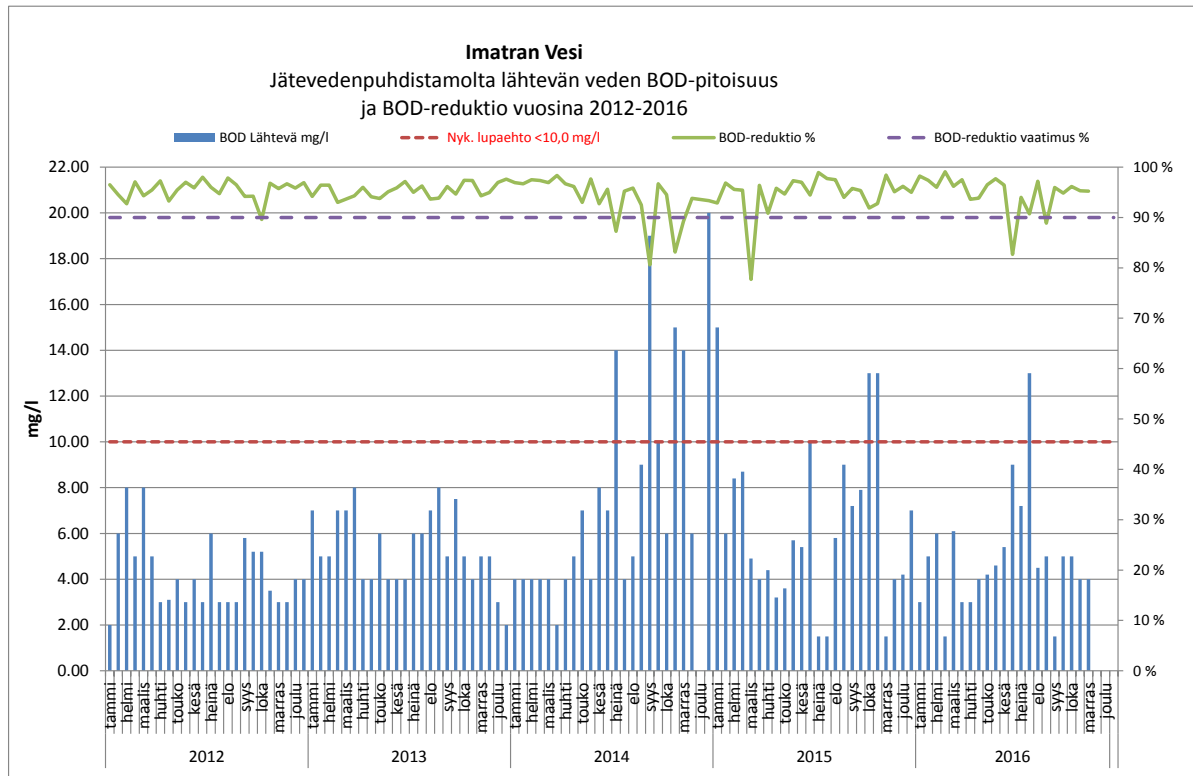
Keskimäärin vesistöön johdettu puhdistetun jäteveden kokonaistyyppipitoisuus (kuva 13) on ollut tarkkailujakson aikana 25 mg/l. Typpiireduktio on vaihdellut tarkkailujakson aikana negatiivisesta noin 50 %:iin. Negatiivinen reduktio voi johtua siitä, että sakokaivolietteiden mukana tuleva typpi ei näy puhdistamon tulokuormitusarvoissa.

Puhdistamon puhdistustulokset ammoniumtypen osalta

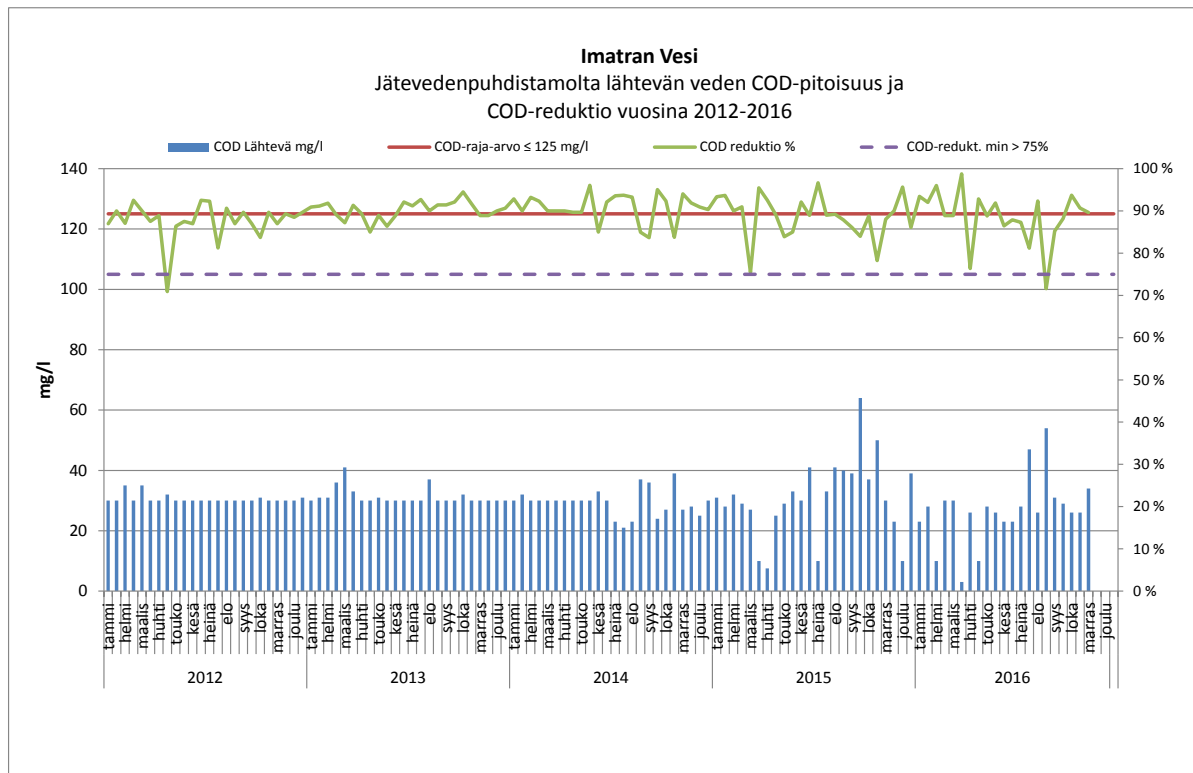
Keskimäärin vesistöön johdettu puhdistetun jäteveden ammoniumtyppipitoisuus on (kuva 14) ollut noin 13 mg/l. Nitrifikaatioaste on ollut keskimäärin noin 59 %. Nitrifikaatioasteessa on nähtävissä selkeä vuodenaikojen välinen vaihtelu. Kesällä nitrifikaatioaste on ollut tyypillisesti korkeimmillaan, biologisen toiminnan ollessa vilkasta, kun taas kylmän veden aikaan nitrifikaatioaste on jäänyt tyypillisesti noin tasolle 40...50 %. Kuvaajasta voidaan myös todeta, että nitrifikaatio jää lämpimänkin veden aikaan usein vajaaksi (n. 70...80 %). Tämä johtuu todennäköisesti alkaliteetin kulumisesta loppuun, jolloin nitrifikaatioprosessi käytännössä pysähtyy. Alkaliteetin loppuminen ja nitrifikaation keskeytyminen johtaa usein lietteen laadun ja laskeutuvuuden heikentymiseen, jolloin lietettä voi karata jälkiselkeytyksestä.

Puhdistamon puhdistustulokset kiintoainekuorman osalta

Keskimääräinen vesistöön johdettu puhdistetun jäteveden kiintoainepitoisuus (kuva 15) on ollut tarkkailujakson aikana noin 9 mg/l. Kiintoainepitoisuuden reduktio on vaihdellut noin välillä 80...99 %. Reduktio on muutamina päivinä jäänyt alle puhdistusvaatimuksen ja lähtevän veden pitoisuus on ylittänyt vaatimuksen kahtena tarkkailupäivänä.

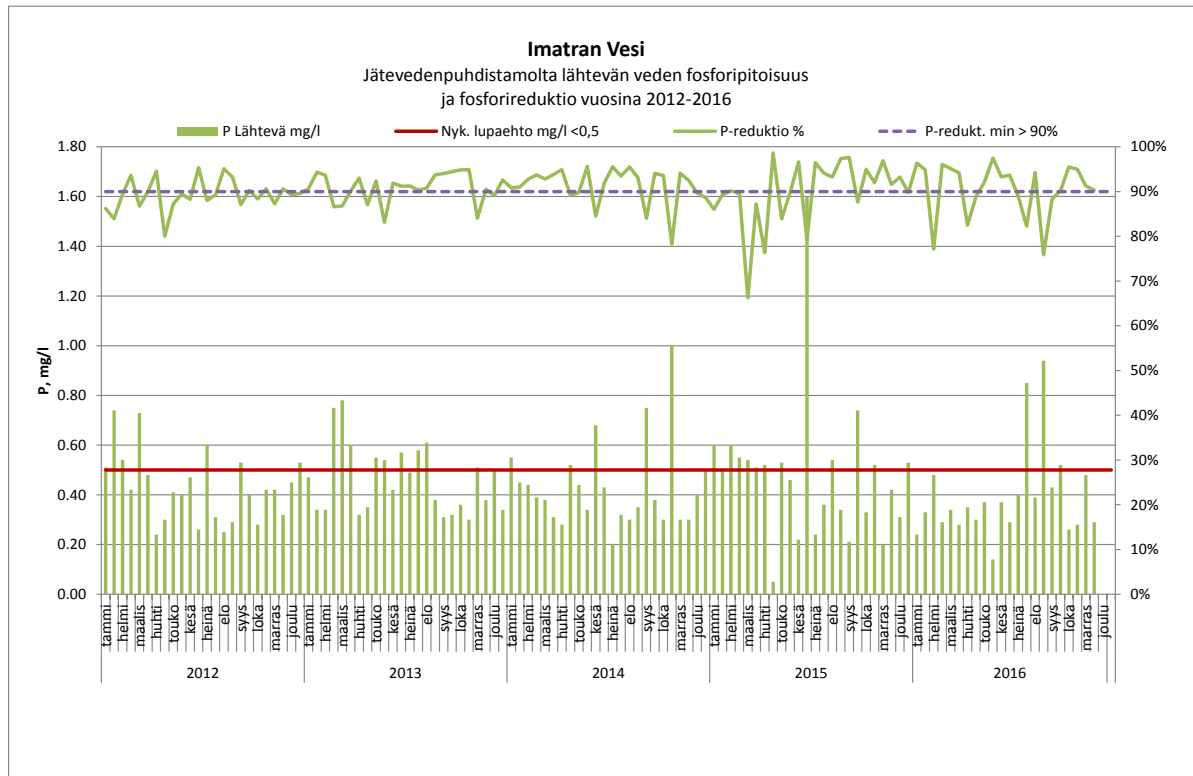


Kuva 10. Lähtevän jäteveden BOD-pitoisuus ja BOD-reduktio vuosien 2012 – 2016 tarkkailunäytepäivinä.

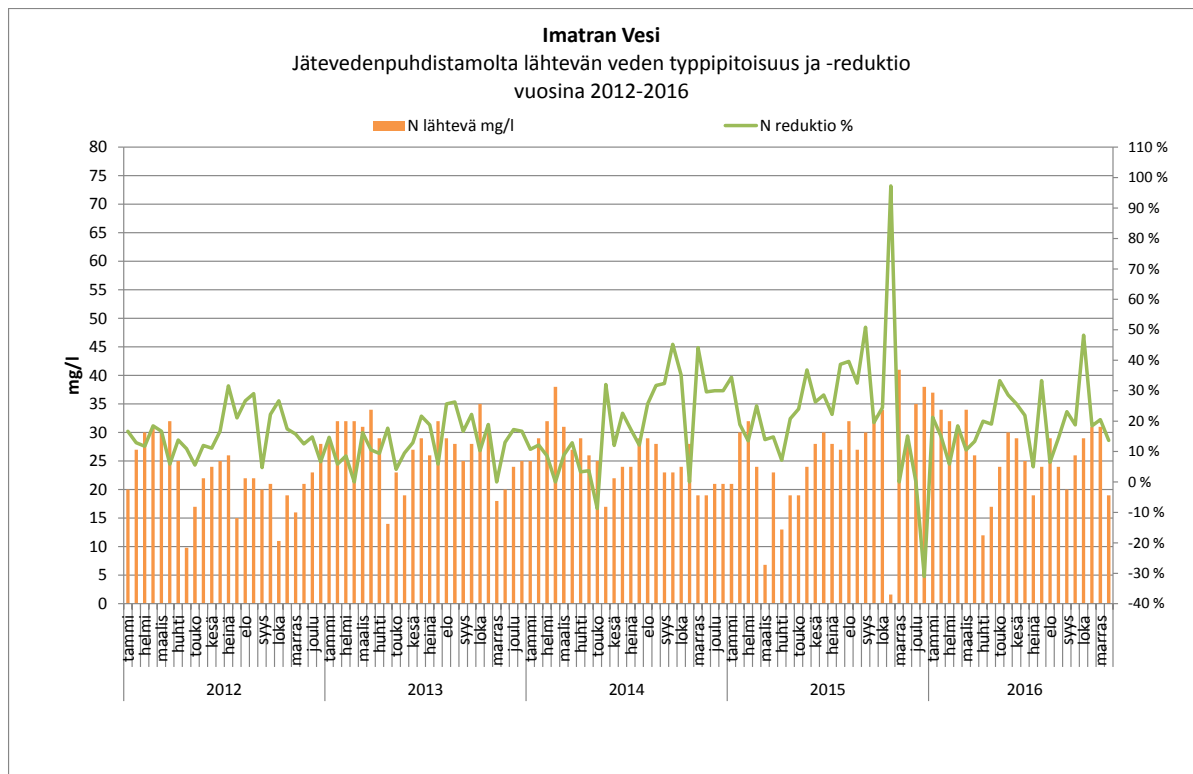


Kuva 11. Lähtevän jäteveden COD-pitoisuus ja COD-reduktio vuosien 2012 – 2016 tarkkailunäytepäivinä.

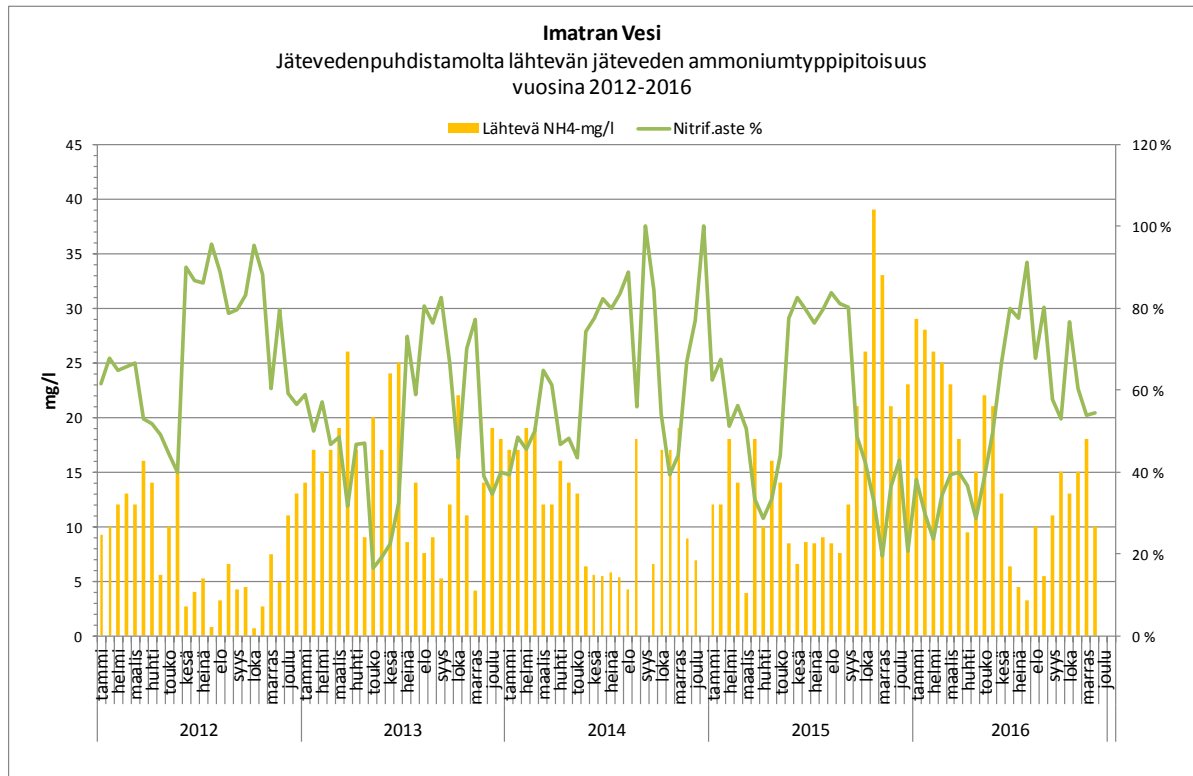
IMATRAN VESI
MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMON ESISUUNNITELMA



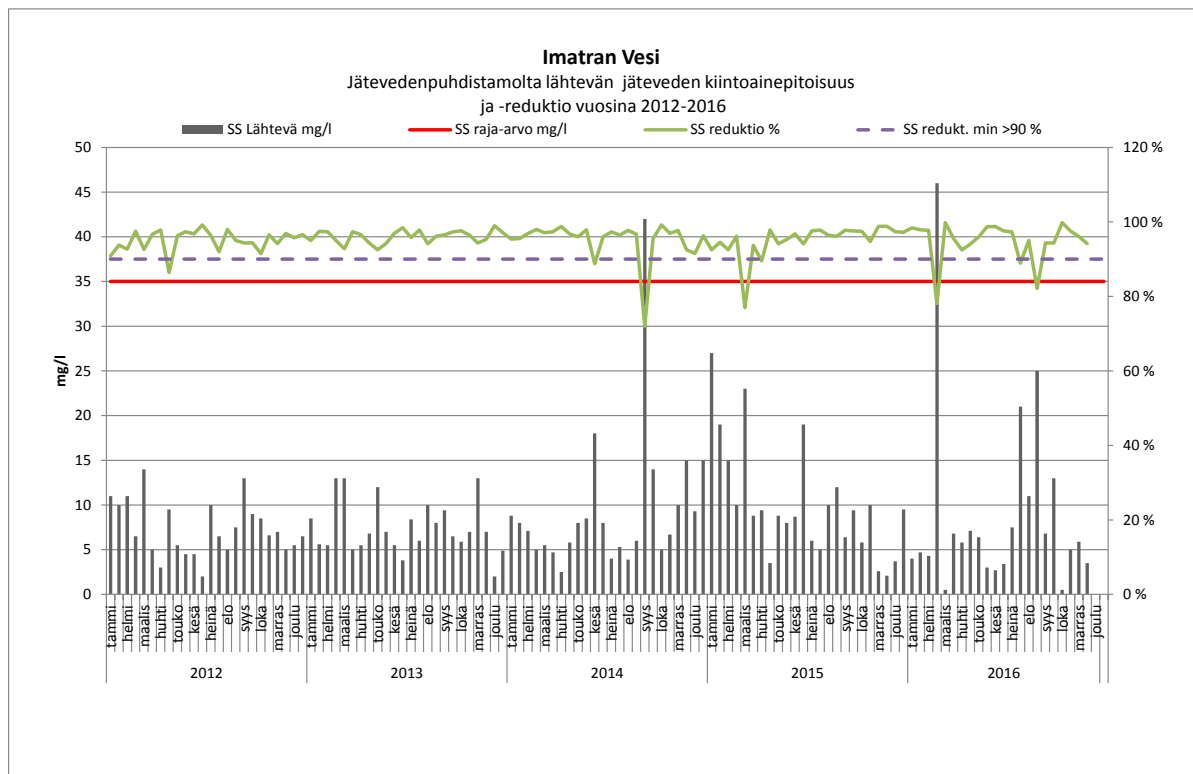
Kuva 12. Lähtevän jäteveden fosforipitoisuus ja fosforireduktio vuosien 2012 – 2016 tarkkailunäytepäivinä.



Kuva 13. Lähtevän jäteveden typpipitoisuus ja reduktio vuosien 2012 – 2016 tarkkailunäytepäivinä.



Kuva 14. Lähtevän veden ammoniumtyppipitoisuus ja reduktio vuosien 2012 – 2016 tarkkailupäivinä.



Kuva 15. Lähtevän jäteveden kiintoainepitoisuus ja reduktio vuosien 2012 – 2016 tarkkailupäivinä.

Taulukossa 2 on esitetty Meltolan jätevedenpuhdistamon toimintaa velvoitetarkkailupäivinä vuosikeskiarvoina vuosien 2012–2016.

Taulukko 2. Jätevedenpuhdistamon toiminta vuosien 2012 - 2016 vuosikeskiarvoina

Parametri	Yksikkö	Puhdistamon toiminta vuosikeskiarvoina					
		2012	2013	2014	2015	2016	
Virtaama	Tuleva	m ³ /d	16 911	12 546	12 057	13 179	12 646
	Ohitus	m ³ /d	0	39	74	0	0
BOD	Tuleva	kg/d	1 572	1 383	1 607	1 601	1 311
	Lähtevä	kg/d	68	64	93	79	59
	Tuleva	mg/l	102	118	134	140	113
< 10 mg/l	Lähtevä	mg/l	4,3	5,4	7,8	6,5	4,7
> 90 %	Reduktio	%	95,5	95,3	93,8	94,7	94,9
Fosfori, P	Tuleva	kg/d	64,3	62,8	62,8	64,5	56,9
	Lähtevä	kg/d	6,8	5,7	5,3	6,3	5,0
	Tuleva	mg/l	4,2	5,3	5,2	5,7	4,9
<0,5 mg/l	Lähtevä	mg/l	0,43	0,46	0,43	0,48	0,39
>90 %	Reduktio	%	89,3	90,9	91,4	89,9	90,6
Typpi, N	Tuleva	kg/d	404	370	374	410	393
	Lähtevä	kg/d	338	320	305	305	312
	Tuleva	mg/l	26,7	31,5	31,8	36,2	33,6
	Lähtevä	mg/l	22,4	27,1	25,5	26,0	26,5
	Reduktio	%	15,9	13,4	18,8	23,9	19,8
COD(Cr)	Tuleva	kg/d	4 166	3 976	4 279	3 376	2 844
	Lähtevä	kg/d	518	390	356	376	315
	Tuleva	mg/l	268	334	349	287	245
<125 mg/l	Lähtevä	mg/l	31	31	29	31	26
>75 %	Reduktio	%	87,6	90,2	90,8	88,8	88,7
Kiintoaine, SS	Tuleva	kg/d	2 591	2 405	2 830	2 746	2 232
	Lähtevä	kg/d	127	95	114	150	111
	Tuleva	mg/l	166	200	235	234	185
<35 mg/l	Lähtevä	mg/l	7,4	7,5	9,4	10,1	8,8
>90 %	Reduktio	%	95,0	96,1	95,2	95,1	94,8
Ammonium	Tuleva	kg/d	-	-	-	-	-
	NH ₄ -N	kg/d	119	184	134	182	181
	Tuleva	mg/l	-	-	-	-	-
	Lähtevä	mg/l	7,8	15,2	11,1	15,4	15,5
	Nitrif. Aste	%	70,6	50,9	64,9	54,7	53,6

3. KUORMITUSENNUSTEET JA TAVOITTEET

3.1 Kuormitusennusteet

Taulukossa 3 on esitetty Imatran kaupungin asukasmäärän ja jäteveden muodostumisen ennusteet vuoteen 2040 saakka. Asukasmäärän kehityksen ennuste perustuu Tilastokeskuksen laatimiin Imatran kaupungin väestöennusteeseen. Väestöennusteen mukaan Imatran väestö vähenee hieman vuoteen 2040 mennessä, noin tasolle 25 300 as.

Kaupungin asukasmäärän laskun seurauksena myös viemäriverkoston liittyjämäärän ennustetaan hieman laskevan. Liittymisprosentti on jo nykyisin Imatralla korkea, mutta sen ennustetaan kuitenkin hieman nousevan vuoteen 2040 mennessä.

Liittyjämäärän laskun seurauksena tulee myös laskutettu jätevesimäärä Imatran alueella laskemaan. Laskutetun vesimäärän vähenemiseen vaikuttaa myös mm. väestön ikääntyminen, omakotitaloasumisen osuuden lasku sekä huoneistokohtaisten vesimittareiden yleistymisen. Puhdistamolle johdetaan jätevettä myös Lappeenrannan kaupungin puolelta sekä Ruokolahdelta. Näiden jätevesien osalta varaudutaan nykyisen jätevesivirtaamien säilymiseen.

Keskimääräisen jätevesimäärän ennustetaan olevan vuonna 2040 noin 12 600 m³/d. Maksimivuorokausivirtaamat voivat keväisin olla noin kaksinkertaisia keskimääräiseen nähden. Vuonna 2016 maksimivuorokausivirtaama oli n. 43 200 m³/d, mutta esimerkiksi vuonna 2013 suurin vuorokausivirtaama oli noin 56 600 m³/d, joka on jo yli nelinkertainen verrattuna vuoden 2013 keskimääräiseen vuorokausivirtaamaan. Maksimivirtaamamäärien kehitykseen vaikuttaa keskeisesti viemäroitivillä alueilla tehtävien verkostosaneerauksien määrästä ja oikeanlaisesta kohdistamisesta. Huvevesimäärien on taulukossa 2 ennustettu laskevan hieman.

Taulukko 3. Viemäriverkoston liittyjämääräennusteet, liittymisprosentit ja jätevesimääräennuste vuosille 2020, 2030 ja 2040.

Jätevedentuotto	Yks.	2016	2020	2030	2040
Asukasmäärä, Imatra	as.	27 722	27 254	26 242	25 275
Liittyjämäärä, Imatra	as.	27 000	26 900	26 000	24 900
Liittymisprosentti	%	97 %	99 %	99 %	99 %
Ominaisvedenkulutus	l/as/d	219	219	219	219
Yhdyskuntajätevesi, Imatra	m ³ /d	5 906	5 884	5 687	5 447
Yhdyskuntajätevesi, Lappeenranta	m ³ /d	440	440	440	440
Yhdyskuntajätevesi, Ruokolahti	m ³ /d	700	700	700	700
Yhdyskuntajätevesi, yhteensä	m ³ /d	7 046	7 024	6 827	6 587
Sako- ja umpikaivolietteet	m ³ /d	16	20	25	30
Hule- ja vuotovedet	m ³ /d	6 893	6700	6500	6000
Vuotovesiprocentti	%	49 %	49 %	49 %	48 %
Jätevesimäärä yhteensä	m³/d	13 939	13 724	13 327	12 587

Taulukossa 4 on esitetty Imatran jätevedenpuhdistamolle tulevien ravinnekuormitusten ennuste vuoteen 2040. Taulukossa on eritelty puhdistamolle tuleva kuormitus keskimäärin sekä maksimitilanteessa. Ennuste pohjautuu taulukossa 2 esitettyihin liittyjä- ja vesimääräennusteisiin. Vuoden 2015-2016 tiedot on koottu päästö- ja käyttötarkkailuraportista. Ravinnekuormitusten laskennallisina arvoina on käytetty alla olevia arvioita, jotka perustuvat puhdistamolle nykyisin tuleviin liianepitoisuuksiin. Puhdistamon todellinen kokonaisliittyjämäärä on nykyisin n. 33 000 henkilöä.

Vuosien 2015...2016 keskimääräiset ravinnekuormituspitoisuudet sekä ravinnekuormitukset liittyjää kohden ovat seuraavat:

BOD _{7-ATU}	kesk. 120 mg/l	45 g/as/d
Kokonaisfosfori (P)	kesk. 4,5 mg/l	1,8 g/as/d
Kokonaistyyppi (N)	kesk. 29 mg/l	12 g/as/d
Kiintoaine (SS)	kesk. 175 mg/l	76 g/as/d

Asukaskohtaisia ravinnekuormituksen arvoja voidaan pitää normaalia selkeästi alhaisempina, koska puhdistamon laskennallinen AVL-luku on vain 25 000 henkilöä (laskettuna keskimääräisellä BOD kuormituksella 75 g/as/d). Tämä on todennäköisesti seurausta siitä, että jäteveden puhdistumista tapahtuu jo viemäriverkostossa. Runsaasti viettoviemäriosoituksia (varsinkin halkaisijaltaan suurissa betoniviemäreissä) käsittävässä verkostossa orgaanista ainesta hajottavaa mikrobikantaa alkaa todennäköisesti kasvamaan putken sisäpinnalla, jolloin helposti hajoavaa orgaanista ainesta poistuu vedestä jo ennen kuin se päättyy jätevedenpuhdistamolle.

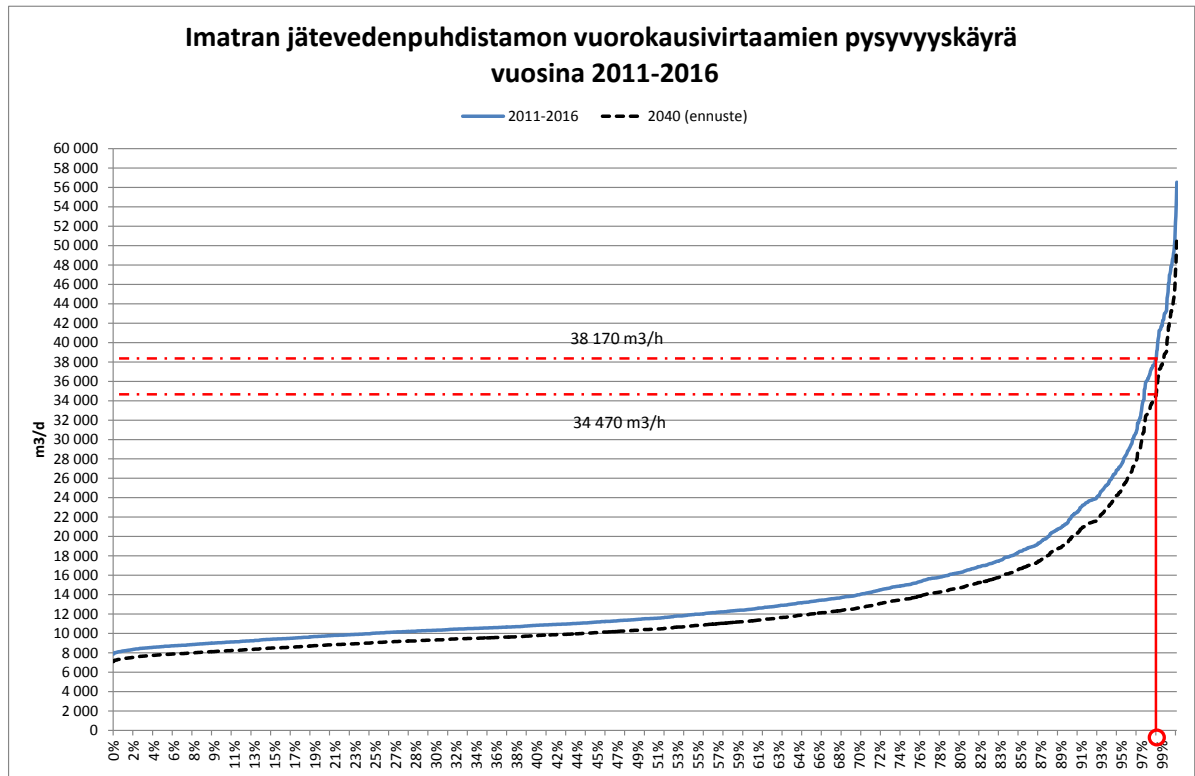
Taulukko 4. Imatran jätevedenpuhdistamon kuormitusennuste vuoteen 2040.

Ravinnekuormitus	Yks.	2015-2016	2020	2030	2040
BOD_{kesk}	kg/d	1 500	1496	1466	1385
BOD_{max}	kg/d	3 750	3740	3665	3461
Fosfori_{kesk}	kg/d	61	62	60	57
Fosfori_{max}	kg/d	116	117	114	108
Tyyppi_{kesk}	kg/d	402	412	400	378
Tyyppi_{max}	kg/d	632	647	629	594
Kiintoaine_{kesk}	kg/d	2 500	2608	2532	2391
Kiintoaine_{max}	kg/d	6 446	6723	6529	6166

3.2 Mitoituskuormitus

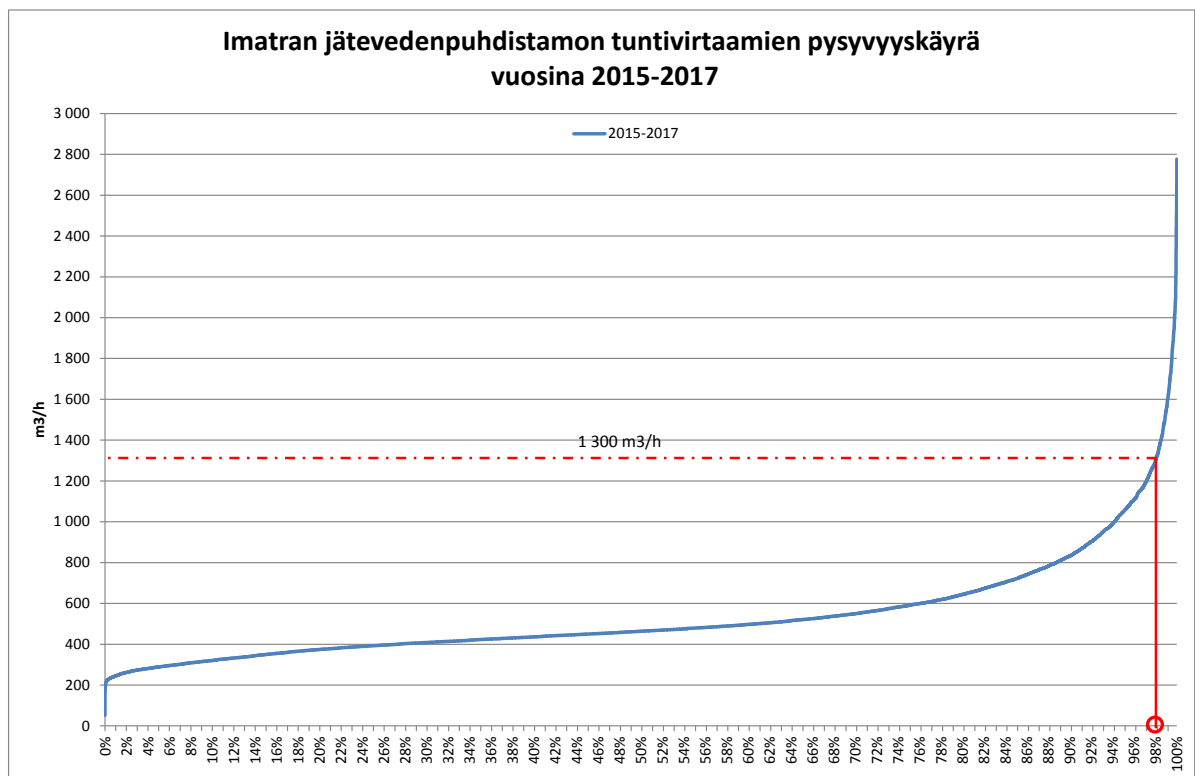
Kuvassa 16 on esitetty Imatran jätevedenpuhdistamon vuosien 2006-2016 vuorokausivirtaamista muodostettu pysyvyyskäyrä, sekä 98 %:n pysyvyyttä kuvaavat virtaama-arvot. Yhtenäinen sininen viiva kuvastaa puhdistamolle vuosina 2006-2016 tullutta virtaamaa ja katkoviiva vuoden 2040 virtaamaennustetta.

Kuvaajasta nähdään, että huippuvirtaamien aikaan puhdistamon tulovirtaama on ollut noin tasolla 50 000...60 000 m³/d. Mitoituksessa maksimivuorokausivirtaamana voidaan käyttää arvoa 60 000 m³/d.



Kuva 16. Imatran jätevedenpuhdistamon vuorokausivirtaamien pysyvyyskäyrä vuosina 2011-2016 sekä ennustetut jätevesivirtaamat vuonna 2040.

Kuvassa 17 on esitetty Imatran jätevedenpuhdistamon vuosien 2015-2017 tuntivirtaamietiedoista muodostettu pysyvyyskäyrä sekä 98 %:n pysyvyyttä kuvaava virtaama-arvo. Kuvajasta nähdään, että suurimmat virtaamapiikit ovat tuntitasolla olleet noin 2 800 m³/h.



Kuva 17. Imatran jätevedenpuhdistamon tuntivirtaamien pysyvyyskäyrä vuosina 2015-2017.

Taulukossa 5 on esitetty Imatran jätevedenpuhdistamon nykyiset, vuoden 2014 yleissuunnitelmassa määritetyt sekä uudet päivitetyt mitoitusarvot.

Mitoitusarvoina voidaan suurelta osin käyttää vuoden 2014 esisuunnitelmassa määritettyjä arvoja. Keskimääräisen virtaaman arvoa lasketaan kuitenkin hieman virtaamakehityksen laskusta johtuen. Maksimivirtaama-arvot säilytetään ennallaan. Biologisen prosessin mitoitusvirtaama määritetään myöhemmin tarkempaan tarkasteluun vallittujen pohjalta prosessikohtaisesti.

Taulukko 5. Imatran jätevedenpuhdistamon nykyiset mitoitusarvot, vuoden 2014 yleissuunnitelman mitoitusarvot ja uudet mitoitusarvot vuodelle 2040.

	Yksikkö	Nykyiset mitoitusarvot	Mitoitustilanne Vuoden 2014 ES, v. 2030	Uudet mitoitusarvot v. 2040
Virtaamat				
Q_{kesk}	m ³ /d	16 200	16 200	14 400
Q_{max}	m ³ /d	-	60 000	60 000
q_{kesk}	m ³ /h	675	680	600
q_{mit}	m ³ /h	2 364	1 000	1 000
q_{max}	m ³ /h	-	2 800	2 800
BOD₇	kg/d	5 920	1 750	1 750
	mg/l	-	110	120
Kok. fosfori	kg/d	230	67	67
	mg/l	-	4,2	4,5
Kok. typpi	kg/d	-	440	440
	mg/l	-	28	29
Kiintoaine	kg/d	4 800	3 000	2 500
	mg/l	-	190	175
AVL		84 600	25 000	25 000

3.3 Puhdistustavoitteet

Puhdistustavoitteet:

Voidaan olettaa, että nykyisen ympäristöluvan vaatimukset tulevat kiristymään hieman jatkossa ja etenkin ammoniumtyypen poistoon puhdistamolla on syytä varautua. Puhdistustavoitteeksi suunnittelussa asetetaan lupaehtoja tiukemmat arvot, sillä mahdolliset verkostossa tapahtuvat ohitukset tulee huomioida puhdistamon puhdistustehoa laskettaessa.

Puhdistustavoitteeksi suunnittelussa asetetaan:

	Pitoisuus	Reduktio
orgaaninen aines BOD _{7ATU}	< 8 mg/l	> 95 %
kokonaisfosfori P	< 0,3 mg/l	> 95 %
kiintoaine SS	< 10 mg/l	> 95 %
ammoniumtyppi NH ₄ -N	< 4 mg/l	> 85 %

Puhdistamon suunnittelussa on jo tässä vaiheessa tarpeen huomioida tulevaisuudessa mahdollisesti tulevat haitta-aineita sekä hygienisointia koskevat vaatimukset. Eri prosessivaihtoehdot suunnitellaan siten, että mahdollinen haitta-aineiden poistoon soveltuva prosessilaajennus on mahdollista myöhemmin toteuttaa.

Puhdistamon suunnittelussa lähtökohtana on, että puhdistamolla saavutetaan tehokas ympäri-voottinen ammoniumtyypen hapetusteho. Lisäksi kokonaistypenpoistoon varaudutaan lämpimänä kautena, jolloin saavutetaan käyttökustannussäästöjä.

4. PROSESSIVAIHTOEHDOT

4.1 Yleistä

Tässä kappaleessa käydään läpi erilaisia prosessivaihtoehtoja, jotka olisivat mahdollisia toteuttaa sekä nykyisen Meltolan jätevedenpuhdistamon saneerausvaihtoehdossa että uuden puhdistamon vaihtoehdossa. Prosessit käydään läpi prosessiosittain. Kappaleen lopussa esitetään yhteenveto eri prosesseista sekä suositus tarkempaan tarkasteluun valittavista prosessivaihtoehdoista.

4.2 Esikäsittely

Sekä Meltolan puhdistamon saneerausvaihtoehdossa että uuden puhdistamon vaihtoehdossa esikäsittely voidaan toteuttaa, kuten nykyisinkin. Esikäsittely koostuu molemmissa vaihtoehdoissa kaksilinjaisesta välppäyksestä sekä hiekanerotuksesta.

4.3 Esiselkeytyksen vaihtoehdot

Meltolan jätevedenpuhdistamolla on käytössä kaksilinjainen laskeutukseen perustuva esiselkeytys, joka on toteutettu pyöreän muotoisissa altaissa.

Esiselkeytyksessä poistetaan ensisijaisesti jäteveden kiintoainetta ja kiintoaineen mukana orgaanista aineista. Kiintoaineen erotusta ja samalla fosforin poistoa tehostetaan saostuskemikaalin avulla. Vaihtoehtona laskeutuselkeytykselle voidaan käyttää viirasuodatusta.

Näistä kahdesta esiselkeytys on Suomessa hyvin yleisesti käytössä oleva menetelmä biologiseen prosessiin johdettavan kuormituksen leikkaamiseen ja mahdollisesti huippuvirtaamien esikäsitteilyyn ennen jälkikäsitteilyä/erillistä ohitusvesien käsittelyä tai ennen tietyn jätevesiosuuden johtamista vesistöön. Vaihtoehtona tarkasteltava viirasuodatus on tekniikkaa, jota on ulkomaisilla (mm. Norjassa) puhdistamoilla käytetty korvaamaan esiselkeytys ja myös Suomessa ensimmäiset laitteistot on jo käyteenotettu.

Viirasuodatus on tilantarpeeltaan pienempi kuin perinteinen esiselkeytys, mikä säästää louhintaja rakennuskustannuksia sekä lyhentää toteutusaikaa. Riittävän pienireikäisen viiran avulla kiintoaineen erotusteho saadaan yleensä laskeutusta paremmaksi.

Toisaalta laskeutus tehostettuna saostuskemikaalien lisäyksellä on erittäin tehokas tapa leikata kuormitusta, ja tätä menetelmää on käytetty useilla jätevedenpuhdistamoilla leikkaamaan biologiseen käsittelyyn johdettavaa kuormitusta. Etenkin orgaanisen kuormituksen leikkaamiseen perinteinen laskeutukseen perustuva selkeytys on toimintavarmempi kuin viirasuodatus. Nykyisillä viirasuodatuslaitteistoilla päästään n. 20...30 % tai maksimissaan 40 %:n BOD-reduktioihin, mutta tätä suurempaan orgaanisen kuormituksen leikkaamiseen joudutaan käyttämään pienemmän huokoskoon suodatusmattoa, joka tarkoittaa yksittäisen suodatusyksikön kapasiteetin laskua ja johtaa näin ollen suurempaan tarvittavien viirasuodatinyksiköiden määrää.

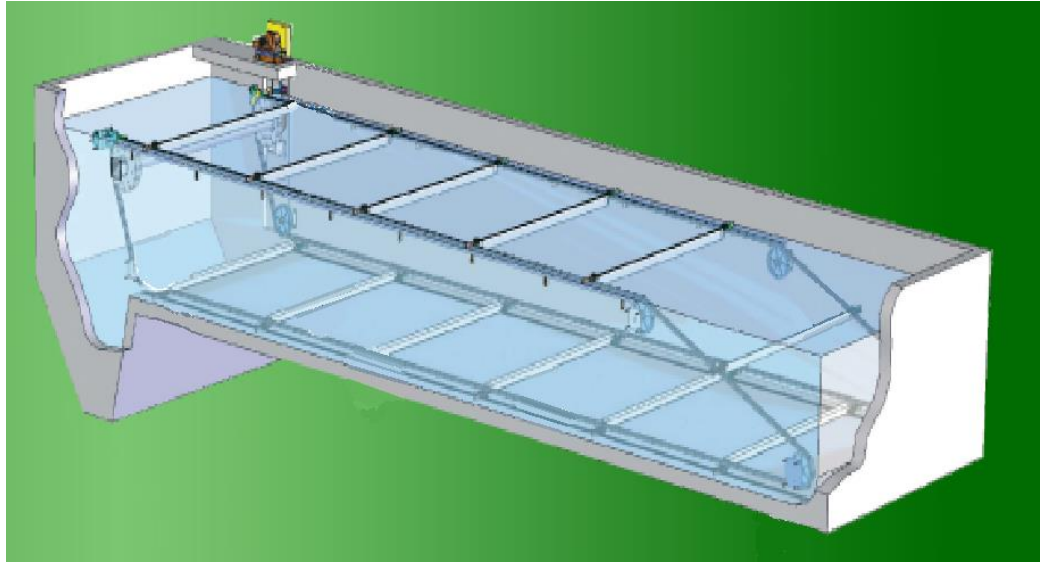
Perinteisellä esiselkeytyksellä on esimerkiksi HSY:n Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla on päästy alumiinipohjaisen kemikaalin lisäyksellä jopa yli 90 % vähenemisiin kiintoaineen ja fosforin osalta. Laskeutuksen tekniikka on yksinkertaista ja luotettavaa, minkä vuoksi lasketus vaatii vähän hoito- ja huoltotoimenpiteitä viirasuodatukseen verrattuna.

Molemmat vaihtoehdot mahdollistavat myös tarvittaessa esikäsitteilyn osittaisen ohituksen. Ohitettavan jäteveden määrää voidaan vaihdella 30 - 50 % välillä vuodenajasta riippuen. Osittaisella ohituksella pyritään ohjaamaan biologiseen vaiheeseen enemmän orgaanista ainetta typenpoiston hiilenlähteeksi.

Nykyisen puhdistamon saneerausvaihtoehdossa esiselkeytysaltaina voidaan käyttää nykyisiä pyöreitä altaita, mutta uuden puhdistamon vaihtoehdossa mahdolliset esiselkeytysaltaat voivat olla myös suorakaiteen muotoisia. Molemmissa vaihtoehdoissa viirojen ja esiselkeytyksen käyttö rinnakkain on myös mahdollista.

4.3.1 Perinteinen esiselkeytys

Perinteisessä esiselkeytyksessä vesi johdetaan suorakaiteen muotoisissa altaissa altaiden päädyistä yleensä jonkin verran vesipinnan alapuolelta tai pyöreän muotoisissa altaissa altaan keskellä olevaan keskilieriöön. Jätevedessä oleva kiintoaines laskeutuu painovoimaisesti altaan pohjalle, kun virtausta hidastetaan riittävästi. Tätä laskeutumista voidaan tehostaa saostuskemikaalien syötöllä. Altaiden pohjalle kertyvää lietettä kerätään pohja- ja pintalaahainten kaavinpalkeilla altaiden alussa (suorakaideallas) tai keskellä (pyöreä allas) oleviin lietesyvennyksiin, joista liete pumpataan lietteen tiivistykseen. Pintalaahain kerää altaan pinnalle muodostuvaa heikosti laskeutuvaa lietettä kohti ryyppyruuhea, joiden kautta pintaliete poistetaan altaasta. Selkeytynyt vesi kerätään altaiden loppupäästä (suorakaideallas) tai altaiden reunoilta (pyöreä allas) v-reunaisilla ylivuotokouruilla ja johdetaan eteenpäin biologiseen käsittelyvaiheeseen. (Kuva 18)



Kuva 18. Perinteisen laskeutusaltaan laahainkoneisto (Kuvan lähde: Finnchain)

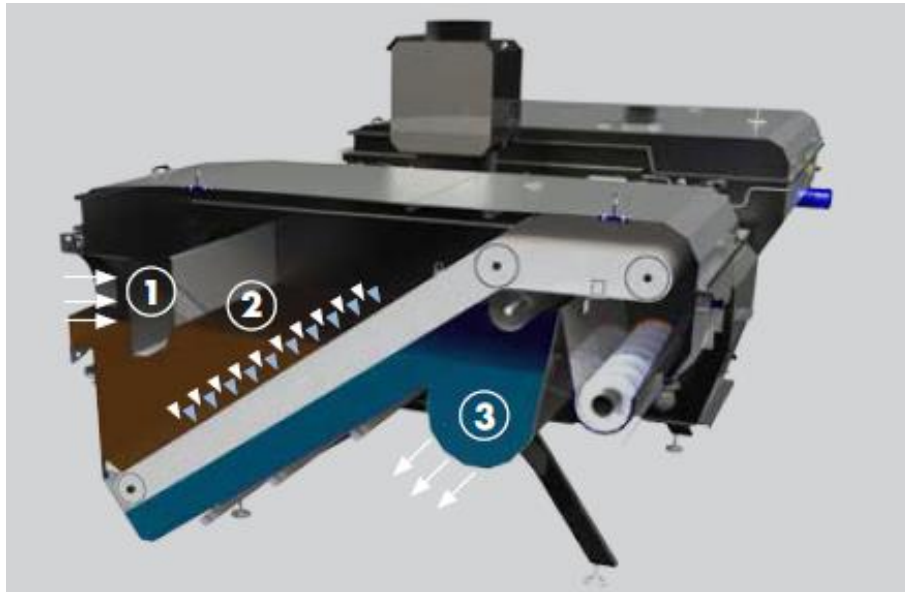
Laskeutusta voidaan tehostaa kemiallisen koagulaation / saostuksen avulla. Myös fosforin poistoa voidaan tehostaa kemiallisen saostuksen avulla. Saostukseen käytetään ferrosulfaattia, joka syötetään veteen ennen ilmastettua hiekanerotusta.

4.3.2 Viirasuodatus

Viirasuodatuksessa jätevesi johdetaan hitaasti pyörivän viirasuodatuskankaan läpi (Kuva 19). Suodattimen läpi kulkenut jätevesi johdetaan edelleen seuraavaan käsittelyvaiheeseen. Jäteveden kiintoaines kerääntyy suodatinkankaan pinnalle, josta se poistetaan paineilmalla tai mekaanisella kaapimella. Kertynyt aines putoaa kiintoaineen kuljetukseen käytettävälle ruuville, jolla se johdetaan erilliseen lietetaskuun pumpattavaksi edelleen lietteen tiivistykseen. Viirasuodatinyksiköihin on mahdollista valita myös kuivainyksikkö, jonka avulla erotetun lietteen kiintoainepitoisuus voidaan kasvattaa tasolle 20...30 % TS.

Jotta viira ei tukkeudu, pestään se säännöllisesti kuumalla vedellä (tarvittaessa myös pesukemikaalia). Kiintoaineen poistoteho riippuu mm. jäteveden hiukkaskoosta ja viiran reikäkoosta. Mitä enemmän kiintoainesta pystytään kerryttämään viiraan, sitä hienompijakoista kiintoainesta pystytään poistamaan jätevedestä. Myös viirasuodatuksen poistotehoa voidaan saostuskemikaalin lisäksi kasvattaa polymeerin syötöllä.

Viirasuodatuksen mitoituksen tekee laitetoimittaja. Mitoitus perustuu viiralle kohdistuvaan pinta-kuormaan ja kiintoaineen sekä orgaanisen aineen poistotehovaatimukseen.



Kuva 19. Salsnesin viirusuodattimen toiminta (kuvan lähde: Salsnes Filter AS)

4.4 Biologinen prosessi

Biologisen prosessin osalta vuoden 2014 esisuunnitelmassa esitetyn aktiivilieteprosessivaihtoehdon lisäksi Imatran jätevedenpuhdistamolle soveltuvia prosessiratkaisuja ovat kalvosuodatuksen perustuva kalvobioreaktoriprosessi (MBR-prosessi) sekä kantoaineilmastus (MBBR-prosessi).

Kalvobioreaktoriprosessissa jälkiselkeytysaltaat ja tertiäärikäsittely korvataan bioreaktorialtaisiin (ilmastusaltaisiin) tai olemassa oleviin jälkiselkeytysaltaisiin sijoitettavilla kalvosuodatusyksiköillä. MBR -prosessin tilantarve on huomattavasti aktiivilieteprosessia pienempi, mikä säästää louhintaja rakennuskustannuksia ja lyhentää toteutusaikaa.

Kantoaine-prosessin keskeisin ero aktiivilieteprosessiin verrattuna on se, että kantoaine-prosessissa biomassaa on kiinnittyneenä altaassa olevien kantoainekappaleiden pinnalle. Tästä johtuen selkeytysvaiheeseen menevässä vedessä kiintoainepitoisuus on kantoaine-prosesseissa vain noin 300..800 mg/l, kun se aktiivilieteprosessissa on tyypillisesti 3 000...8 000 mg/l. Tämän vuoksi jälkiselkeytys voidaan tehdä pienemmällä laskeutusaltalla kuin aktiivilieteprosessissa tai selkeytykseen voidaan käyttää flotaatioselkeytintä, joka onkin hyvin yleistä kantoaineilmastuslaitoksilla. Prosessista poistuvan pienemmän kiintoainekuorman ansiosta kantoaine-prosessit eivät ole niin herkkiä häiriöille kuin aktiivilieteprosessit, joissa ilmastusaltaissa oleva aktiiviliete voi helposti karata jälkiselkeytysaltaasta esimerkiksi virtaaman kasvaessa liian suureksi tai lietteen laadun heikentyessä vaikeammin laskeutettavaksi.

4.4.1 Aktiivilieteprosessi

Vuoden 2014 esisuunnitelman mukaisesti aktiivilieteprosessivaihtoehdossa esikäsitelty ja esiselkeytetty jätevesi johdetaan kaksilinjaiseen aktiivilieteprosessiin, joka on osastoitu typenpoiston tehostamiseksi anoksiin denitrifikaatio- ja aerobisiin nitrifikaatio -osastoihin. Kaikki ilmastuslaitosten lohkot varustetaan pohjailmastimilla täysin ilmastetun ajotavan mahdollistamiseksi. Denitrifikaatiolohkoihin asennetaan myös mekaaniset sekoittimet, joilla aktiivilietteen sekoittaminen järjestetään, kun lohkot ovat ilmastamattomina. Biologinen prosessi mitoitetaan virtaamalle 2 500 m³/h ja sen ylittävät virtaamat johdetaan esikäsitelyn ja esiselkeytyksen jälkeen ohitusvesien käsittelyyn (tertiäärikäsittelyyn).

Ilmastetuissa lohkoissa mikrobit hajottavat jäteveden sisältämää hiiltä ja hapettavat ammoniumtyyppiä nitraateiksi. Ammoniumtyypen hapetus ei kuitenkaan ole varsinaisesti typen poistoa vaan typpi saadaan ainoastaan eri muotoon. Ammoniumtyypen hapettuminen nitraatiksi (nitrifikaatio) kuluttaa jäteveden alkaliteettia, jota on lisättävä alkalointikemikaalin (kalkki, lipeä tai sooda) syöttöllä nitrifikaation ylläpitämiseksi. Anoksisessa denitrifikaatiossa mikrobit käyttävät jäteveden sisältämää orgaanista hiiltä ravintonaan ja nitraatin happea soluhengityksessään. Nitraatin pelkistyessä, tyyppiä poistuu jätevedestä kaasuna ilmakehään, jolloin lähtevän jäteveden kokonaistyyppiä

saadaan vähennettyä. Denitrifikaatiomikrobit tarvitsevat toimiakseen orgaanista hiiltä. Denitrifikaatio nostaa jäteveden alkaliteettia, mikä vähentää alkalointikemikaalin syöttötarvetta nitrifikaatiossa. Denitrifikaatiossa voidaan hyödyntää tulevan jäteveden sisältämää orgaanista hiiltä, kun se sijoitetaan ennen nitrifikaatiovaihetta (esidenitrifikaatio). Denitrifikaatioon saadaan nitraattipitoista lietettä kierrättämällä aktiivilietettä ilmastuslinjan lopusta takaisin denitrifikaatiolohkoon.

Aktiivilieteprosessista poistunut vesi johdetaan tertiäärikäsittelyyn ja hygienisointiin ennen johtamista purkuun.

4.4.2 MBR-prosessi

MBR -prosesseja on ollut käytössä Euroopassa, Japanissa ja Pohjois-Amerikassa n. 15 vuoden ajan, mutta Pohjoismaissa ensimmäisten laitosten rakentaminen on vasta alkamassa. Suomessa MBR -prosessiin perustuvia puhdistamoja on tulossa ainakin Parikkalaan sekä Mikkeliin, joissa puhdistamoiden rakennustyöt ovat jo käynnissä. Ruotsissa Tukholman alueella puhdistamoista Himmerfjärdenin ja Hendriksdalin puhdistamot on myös päätetty tehostaa MBR -prosessiin perustuvilla ratkaisuilla.

Kalvobioreaktori vaihtoehdossa ei tarvita jälkiselkeytsaltaita, tertiäärikäsittelyä, eikä erillistä desinfiointivaihetta, sillä kalvosuodatus poistaa myös haitallisia mikro-organismeja. Prosessin esikäsittely koostuu tavanomaisen aktiivilieteprosessin tapaan välppäyksestä, ilmastetusta hiekaneroksesta sekä esiselkeytyksestä. Kalvosuodatuksen toiminnan varmistamiseksi esiselkeytykseen johdettavan veden käsittelyyn käytetään erillistä hienovälppäystä, jossa jätevedestä poistetaan suodatuskalvoille haitallisia kuituja. Hienovälppäyksessä erotettu kuituvälpe voidaan palauttaa takaisin lietteeseen johtamalla se sakeuttamoon.

Kalvotekniikan kehittymisen myötä on tullut mahdolliseksi korvata jälkiselkeytyksen painovoimainen kiintoaineen laskeutus kalvosuodatuksella, jolloin kiintoaine saadaan erotettua lähtevästä jätevedestä kokonaan, eikä hieno kiintoaine huuhtoudu lähtevän jäteveden mukana purkuvesistöön. Kalvosuodatusprosesseissa käytetyt kalvot ovat puoliläpäiseviä kalvoja, joiden avulla vedestä voidaan erottaa kolloidisia, molekyylikokoisia ja tarvittaessa myös ionikokoisia epäpuhtauksia. Kalvosuodatuksessa käytetyt kalvotyyppit voidaan jakaa rakenteensa perusteella viiteen eri luokkaan: onttokuitu-, tasomaisiin, putkimaisiin, spiraali- sekä pyöriviin tasomaisiin kalvoihin. Näistä yleisimmin käytetyt kalvotyyppit suodustekniikkaa hyödyntävissä jätevedenpuhdistamoissa ovat onttokuitukalvot ja tasomaiset kalvot, joiden huokoskoko on luokka 0,04-0,4 mikrometriä.

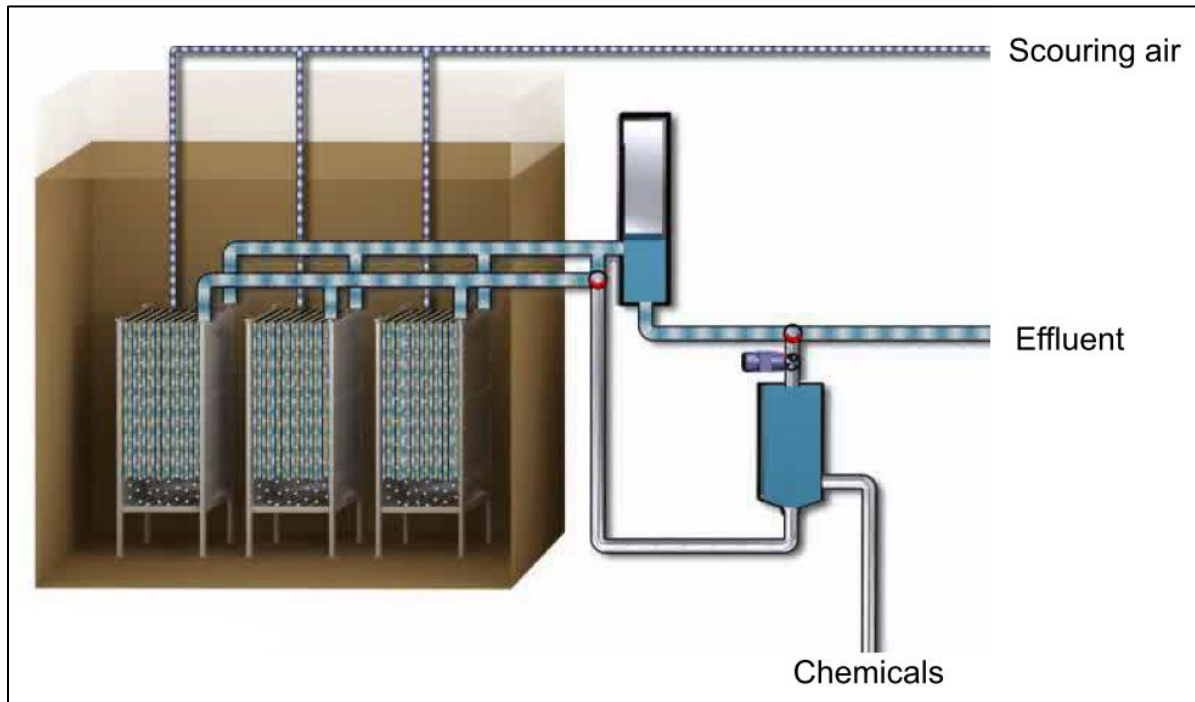
Kalvobioreaktorissa (MBR, engl. Membrane bioreactor) jälkiselkeytsaltaat on korvattu kalvosuodatusyksiköillä, jotka voivat olla upotettuna aktiivilietealtaassa tai heti ilmastusaltaan jälkeen erillisessä tilassa. Jos kalvot ovat suoraan ilmastusaltaaseen upotettuina, erillistä lietteen kierrätystä ei tarvita. Mikäli kalvot ovat erilliseen altaaseen upotettuina, kierrätetään kalvosuodatusyksiköltä lietettä takaisin aktiivilietealtaisiin keskimäärin yli 200 - 300 %, mutta usein jopa 400 - 500 % tulevan jäteveden määrään nähden.

Koska lietettä ei tarvitse laskeuttaa, voidaan prosessissa käyttää suurempia lietepitoisuuksia kuin perinteisessä aktiivilieteprosessissa, joka pienentää allastilavuuden tarvetta tai edesauttaa matalan lietekuorman myötä ammoniumtypen- ja kokonaistypenpoistoa. Kalvojen tukkeutuminen ja ilmastustehokkuus kuitenkin rajoittavat käytettävää lietepitoisuutta. Tyypillisesti lietepitoisuus on 8 - 15 g/l. Korkeamman lietepitoisuuden ja pidemmän lieteiän myötä myös osa haitta-aineista voi hajota prosessissa tavanomaista aktiivilietekäsittelyä paremmin.

Kalvosuodatettu jätevesi on puhtaudeltaan vähintään hiekkasuodatuksella tertiäärikäsittelyn jäteveden tasoista ja hygieenisyydeltään se vastaa UV-desinfiointua jätevettä bakteerien suodattuessa kokonaan ja viruksistakin suurin osa suodattuu pois. MBR -käsittelyllä voidaan siis korvata jälkiselkeytsaltaat, tertiäärikäsittely sekä desinfiointi ja saavuttaa näin merkittäviä investointikustannussäästöjä.

Kalvosuodatus toimii kalvotyypistä ja käyttökohteesta riippuen joko painovoimaisesti tai pumpuilla kehitetyn paine-eron avulla. MBR -laitoksissa käytettyjen mikro- tai ultrasuodatuskalvojen kalvopaine-erot (TMP) ovat tyypillisesti 20-200 mbar. Kalvon läpäisevää virtaamaa tietyssä ajassa suhteessa pinta-alaan sanotaan kalvovuoksi (FLUX), johon vaikuttaa kalvopaine-ero. Kalvovuo ilmoitetaan usein yksiköissä LMH (l/m²*h) tai m³/m²*d. Kun kalvovuossa huomioidaan kalvopaine-ero, saadaan kalvon permeabiliteetti (LMH/bar), jonka avulla eri kalvot ovat helpommin vertailtavissa keskenään.

MBR -käsittelyn hyödyntämistä hankaloittaa kalvojen tukkeutuminen, jota pyritään ehkäisemään biologisen prosessin optimoinnin lisäksi mm. ilmakuplapuhdistuksella, kalvorelaksaatioilla, vastavirtapesuilla sekä erilaisilla kemikaalipesuilla. Kalvojen likaantumisen estämiseksi kalvojen alle johdetaan paineilmaa karkeakuplailmastuksena ilmadiffuusioreiden kautta, jolloin kuplat huuhtelevat kalvon pintaan kertyvää kiintoainetta mukanaan pintaa kohti. Ilmakuplapuhdistuksen lisäksi suodatusta jaksotetaan usein kymmenen minuutin välein kaksi minuuttia kestävien relaksaatioiden avulla, jolloin kalvopaine-ero on nolla ja osmoottinen paine aiheuttaa hetkellisen takaisinvirtauksen irrottaen paremmin kiintoainetta kalvon pinnasta ja huokosista ilmakuplien mukaan. (Kuva 20)



Kuva 20. Periaatekuva MBR-reaktorista © Alfa Laval 2006.

Kalvon tukkeutumiseen vaikuttaa ilmakuplapesutehokkuuden lisäksi mm. tulevan jäteveden sisältämät aineet, lietteen koostumus sekä saostus- ja alkalointikemikaalit. Vähintään puolivuositain tai tarpeen mukaan kalvoille tehdään kemiallinen pesu, jossa kalvojen permeaattitilaan johdetaan natriumhypokloriittia tai sitruunahappoa riippuen siitä, onko kalvo likaantunut orgaanisesta vai epäorgaanisesta aineksestä. Eri kalvotyyppien pesumäärissä sekä kemikaalitarpeissa voi olla merkittäviä eroja.

Kalvon läpäisykykyyn eli permeabiliteettiin vaikuttaa kalvotyyppin ja huokoskoon sekä tukkeutumisasteen lisäksi jäteveden laatu ja viskositeetti (mm. lämpötila ja kiintoainepitoisuus). Kylmässä jäteveden viskositeetti kasvaa ja sen suodattaminen vaikeutuu. Lämpötilan vaikutuksen on todettu olevan teoreettista vaikutusta suurempi johtuen mm. orgaanisen aineen hajoamisen hidastumisesta ja vapautuvista solun ulkopuolisista polymeereistä. Kalvojen ja ilmapuhdistuksen toiminnan varmistamiseksi esikäsittely on suositeltavaa tehostaa hienovälppäyksellä (reikäkoon ollessa 1-2 mm), jonka merkitys korostuu etenkin putkimallisilla kalvoilla.

MBR -käsittely on aiemmin kuluttanut kalvojen puhdistuksen vuoksi tavanomaista aktiivilietekäsittelyä enemmän energiaa, minkä vuoksi sen käyttökustannukset ovat olleet korkeammat. Viime vuosien aikana tehdyt optimoinnit ovat kuitenkin pienentäneet MBR -prosessien energiantarvetta merkittävästi ja kehitystä tehdään edelleen. Jälkiselkeytyksen, tertiäärikäsittelyn ja UV-desinfiointin sekä niiden tarvitsemien tilojen puuttuessa käyttökustannukset ovat CAS -prosessin kanssa suurin piirtein samaa tasoa. Hoitotyön määrä on Keski-Euroopan MBR -laitoksilla samaa luokkaa kuin aktiivilieteprosessillakin, mutta hoitotyö on toimenkuvaltaan erilaista ja keskittyy enemmän mm. instrumenttien ja muiden laitteiden huoltoihin.

MBR:n käyttökustannukset ovat kirjallisuuslähteiden mukaan korkeammat kuin aktiivilietelaitoksella, mutta arviot ovat vaihdelleet välillä 30 – 80 % enemmän. Käyttökustannukset ovat laskeneet viime vuosina huomattavasti johtuen ilmastuksen tehokkaasta käytöstä, kemikaalipesujen optimoinnista sekä kalvomateriaalien kehittymisestä. Lisäksi jotkut prosessiratkaisut mahdollistavat

suodatuksen gravitaation avulla, jolloin pumppausenergiaa ei tarvita. Optimointien jälkeen käyttö-kustannukset voivat olla aktiivilieteprosessin kanssa samaa tasoa. Viime aikoina on rakennettu myös joitakin hybridilaitoksia, joissa on yhdistetty toisella linjalla MBR ja toisella linjalla aktiivilietelaitos, mutta ne ovat monimutkaisempia hoidettavia. Kalvojen eliniän on aiemmin arvioitu olevan noin 10 vuotta, mutta 10 vuotta toiminnassa olleilla laitoksilla lähes kaikki kalvot ovat edelleen toiminnassa ja niiden eliniän voidaan olettaa olevan noin 15 vuotta. Kalvojen tarkistamiseksi ja vaihtamiseksi kalvomoduulit on voitava nostaa altaasta nosturin avulla. Monilla tasomaisilla kalvoja hyödyntävillä laitoksilla kalvoja ei ole nostettu koskaan pois altaasta.

Tavanomainen aktiivilieteprosessi on yleisimmin käytetty jätevedenpuhdistustapa ympäri maailman. Myös kaikki kallioiloihin sijoitetut jätevedenpuhdistamot on rakennettu tavanomaisella aktiivilieteprosessilla. MBR -prosesseja on maailmalla käytössä tuhansittain, joskin asukasvastineluvultaan yli 100 000 yksikön laitoksia on vain joitain kymmeniä. Suurimmat MBR -puhdistamot ovat nykyään asukasvastineluvultaan noin 600 000, mutta myös yli miljoonan asukkaan puhdistamot on rakenteilla. Tukholman Henriksdalin kalliopuhdistamo on suunniteltu laajennettavan MBR -tekniikalla ja saneerauksen jälkeen puhdistamo pystyisi käsittelemään koko Tukholman alueen 1,6 miljoonan asukkaan jätevedet. Tunnettuja MBR -puhdistamot lähialueilla ovat mm. Nordkanalin, Hünxen ja Seelscheidin puhdistamot Saksassa ja Nozayn puhdistamo Ranskassa.

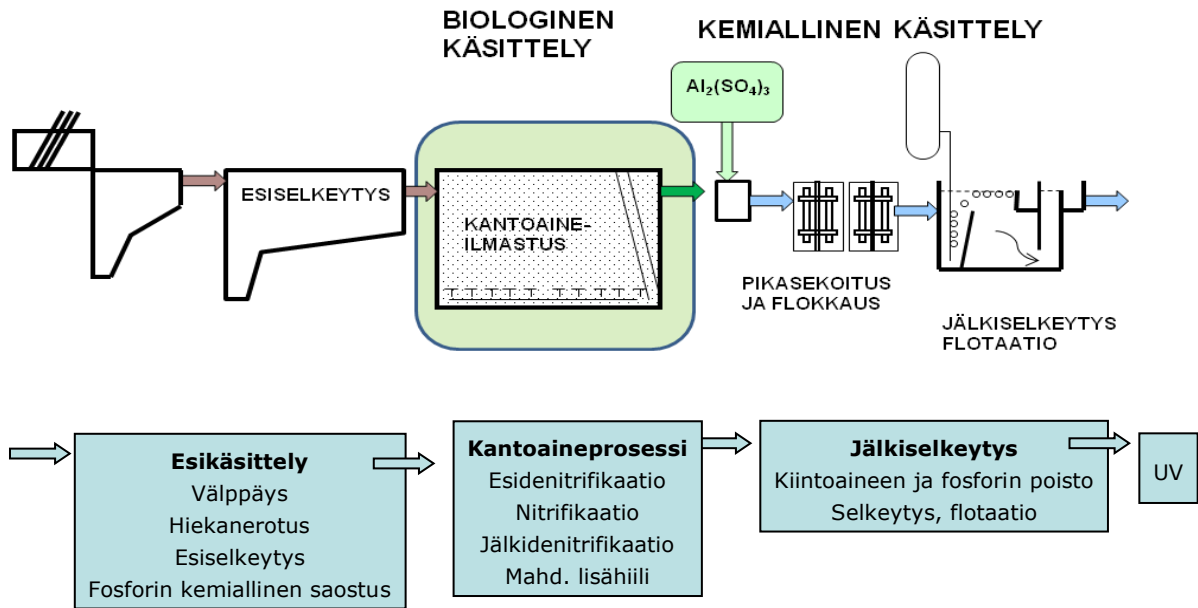
4.4.3 MBBR-Prosessi

Kantoaineilmastus eli MBBR-prosessi (moving bed biofilm reactor) on laajasti käytössä esim. Suomen ilmastoa vastaavissa olosuhteissa Norjassa, mm. Oslo 450 000 PE. Suomessa ensimmäinen uusi yhdyskuntajäteveden puhdistamototeutus on Rukan jätevedenpuhdistamo, joka on ollut toiminnassa syksystä 2016 lähtien. Teollisuusjätevesien käsittelyssä kantoaineilmastus on käytössä mm. Haapavedellä, Riihimäellä, Suonenjoella ja Anjalankoskella.

Kantoaineilmastuksella voidaan prosessitilavuutta pienentää merkittävästi. Kantoaineilmastus perustuu biofilmiin, jonka annetaan kasvaa kantoainekappaleiden pinnalle biologisessa reaktorissa. Kantoainekappaleet on suunniteltu erityisesti niin, että niiden suojattu pinta-ala on mahdollisimman suuri. Kantoaine pidetään jatkuvasti liikkeellä pohjailmastuksen tai sekoittimien avulla. Siivilärakenteet altaiden yläosassa estävät kantoainekappaleiden karkaamisen prosessista. Prosessista on käyttökokemuksia jo lähes 20 vuoden ajalta. Kantoaineprosessissa on mahdollista saavuttaa yli 80 %:n kokonaistyyppireduktio, jos lisähiiltä on saatavilla jälkidenitrifikaatioon.

Kantoaineilmastusta on usein käytetty vanhojen puhdistamojen saneerauksen yhteydessä ilmastuskapasiteetin lisäämiseksi ilman lisäallastilavuutta. Useimmat havaitut käyttöongelmatkin vaikuttavat liittyvän vanhojen rakenteiden, ilmastimien jne. hyödyntämisestä johtuviin ongelmiin. Kantoainekappaleita on markkinoilla myös runsaasti. Niiden ominaisuudet ovat myös merkittävässä osassa menetelmän teknisessä hallinnassa.

Kantoaineilmastus muistuttaa ulkoisesti aktiivilieteprosessia, mutta on toiminnallisesti samanlainen kuin bioroottoriprosessi. Keskeinen ero aktiivilieteprosessiin on se, että jälkiselkeytysvaiheeseen menevässä vedessä kiintoainepitoisuus on kantoaineprosesseissa noin 500..800 mg/l, kun se aktiivilieteprosessissa on yleensä 5000..8000 mg/l. Tämän vuoksi jälkiselkeytys voidaan tehdä huomattavasti pienemmillä laskeutusaltailla tai kuten kantoaineilmastusprosessissa on tyypillistä, pelkästään flotaatioselkeyttimillä, joiden pinta-ala on vain 10 % laskeutusaltaan pinta-alaan verrattuna. Tämän ansiosta kantoaineprosessit eivät ole niin herkkiä häiriöille kuin aktiivilieteprosessit, joissa ilmastusaltaissa oleva sakea aktiiviliete voi helposti lähteä karkuun jälkiselkeytysaltaasta, jos esimerkiksi virtaama kasvaa nopeasti tai puhdistamolle tulee jäteveden mukana haitallista ainetta.



Kuva 21. Kantoaineilmastusprosessiin perustuva puhdistamo.

4.5 Tertiäärikäsittely

Kiintoaineen ja fosforin poistotehoa voidaan jätevedenpuhdistamolla tehostaa erilaisilla jälkikäsitelymenetelmillä, jotka soveltuvat perinteiselle aktiivilieteprosessille, kuten myös kantoaineilmastukselle (MBBR-prosessi). Jälkikäsitelyyn poistotehoa kasvatetaan lisäämällä saostuskemikaalia jälkikäsitelyyn johdettavaan veteen. MBR-prosessissa erillistä jälkikäsitelyä ei tarvita.

Imatran jätevedenpuhdistamolle soveltuvia jälkikäsitelymenetelmiä ovat ainakin:

- Hiekkasuodatus
 - o Perinteinen hiekkasuodatus
 - o Jatkuvatoiminen hiekkasuodatus
- Kiekkosuodatus (vesipesulla)
- Kangassuodatin (imuripuhdistus)
- Flotaatio
- Laskeutusapuaineella tehostettu jälkisaostus ja -selkeytys (esim. Actiflo)

4.5.1 Hiekkasuodatus

Hiekkasuodatusprosessi on mahdollista toteuttaa perinteisellä tavalla, jossa suodatus tapahtuu hiekkasuodatusaltaissa ja pesuvaiheessa olevaa suodatusyksikköä vuorotellaan. Toinen vaihtoehto hiekkasuodatuksen toteuttamisesta on jatkuvatoimiset hiekkasuodatusyksiköt, jossa puhdistettava vesi virtaa alhaalta ylöspäin ja hiekka laskeutuu hiljalleen ylhäältä alaspäin. Pohjalle laskeutunutta hiekkaa pumpataan mammut-pumpulla suodatimen yläosassa sijaitsevan hiekkapesurin kautta takaisin suodatukseen.

Hiekkasuodatuksella jätevedestä voidaan erottaa hieno kiintoaine, sekä kuidut ja muut jälkiselkeytyksessä huonosti laskeutuvat ainekset. Hiekkasuodatus voidaan toteuttaa joko hapellisena tai hapettomana, jolloin suodatinhiekan pinnalle kasvava bakteerikasvusto voi parantaa joko ammoniumtypenpoistoa tai kokonaistypenpoistoa. Hiekkasuodatuksen jälkeen suodatettu jätevesi voidaan johtaa desinfiointiin, jossa jäteveden taudinaiheuttajia eliminoidaan, joko ultraviolettivalolla tai kemikaaleilla. Hiekkasuodatus vähentää kiintoaineeseen kiinnittyneiden mikrobipesäkkeiden määrää. Lisäksi alumiinipohjaiset saostuskemikaalit eliminovat joitakin taudinaiheuttajia rautapohjaisia saostuskemikaaleja paremmin. Mikrobeille haitallista alumiinia sisältävä hiekkasuodatuksen pesuvesi olisi hyvä johtaa puhdistamon alkupäähän, jotta se saostuisi pois esiselkeytyslietteeseen.

Jaksoittain pestävä hiekkasuodatus

Hiekan materiaalina käytetään luonnonhiekkaa, murskattua kvartsihiekkaa tai antrasiittia tai hiekan ja antrasiitin sekoitusta, jolloin kyseessä on monikerrossuodatus. Joissain yhteyksissä on todettu, että murskatulla kvartsihiekkalla saavutetaan alussa parempi suodatusvaikutus kuin luonnonhiekkalla. Etu menetetään kuitenkin 3 – 4 vuodessa, koska hiekka kuluu pesussa ja irronneet ainekset joko kerääntyvät kevyinä jakeina suodattimen pintaan tukkien sen tai huuhtoutuvat poistoviemäriin. Luonnonhiekan tulee olla joko maasälpää tai kvartssia, ei näiden yhdistelmää, koska maasälpä on kvartssia kevyempää. Seoshiekka lajittuu ja saattaa karata pesuissa.

Tertiäärissä jäteveden suodatuksessa käytetään selvästi karkeampaa suodatinmateriaalia kuin puhdasvesisovelluksissa (esim. 1 – 2 mm tai vielä karkeampaa). Jäteveden jälkikäsitelyssä hiekkapatjan korkeus on yleensä aina 1,0 m tai enemmän. Suodatusnopeuden kasvaessa tarvitaan paksumpi hiekkapatja. Kun käsiteltävän veden kiintoainepitoisuus on 10 – 30 mg/l, 10 m/h mitoitussnopeutta ei ole yleensä katsottu voitavan ylittää edes monikerrossuodattimilla. Toisaalta suodatusnopeudella 5 –25 m/h ei ole todettu olevan juurikaan vaikutusta suodatetun veden kiintoainepitoisuuteen. Yleisesti pintakuorma on riippuvainen suodatettavan nesteen partikkelin materiaalista ja tyypistä (mineraali, bioflokki, mekaaninen, kemiallinen flokki) sekä kiintoainepitoisuudesta. Suodatuksessa kiintoaineen erotusasteen määrittää hyvin pitkälle kiintoaineen luonne (lähinnä massajakauma erikokoisten partikkelien välillä). Tyypillisesti voidaan päästä 60 – 80 % erotusasteeseen mekaanisessa suodatuksessa ja kontaktisuodatuksessa huomattavasti korkeampaan erotusasteeseen.

Hiekkasuodattimen suodatinmateriaali tulee huuhdella sitä useammin, mitä enemmän käsiteltävässä vedessä on kiintoainetta ja huuhteluväli voi muodostua epätaloudelliseksi, jos käsiteltävän veden kiintoainepitoisuus on kymmeniä milligrammoja litrassa. Huuhtelun tavoitteena on myös hiekan homogenointi, joten huuhtelun aikana ei saa tapahtua hiekan lajittumista. Suodattimessa suositellaan ilmahuuhtelua hiekan lajittumisen tai paakkuuntumisen estämiseksi. Ilmahuuhtelulla voidaan myös pesuvesimäärää pienentää.

Suodatinkokoa rajoittavat lähinnä pesuvesijärjestelmän koko (pumput ja putkisto) ja vaatimukset suodatinpohjarakenteen suorudelle. Suodattimien pinnansäätö tehdään yleensä käyttäen jompaakumpaa seuraavista tavoista:

- Siten, että jokaisella suodattimella on oma muista suodattimista riippumaton pinnankorkeuden säätö. Tällöin suodatettava vesi jaetaan kullekin suodattimelle tasan tulopuolella.
- Suodattimet ovat tulopuoleltaan yhtyviä astioita, jolloin pinnankorkeuden säätöä varten on yhteinen mittaus tulopuolella ja virtausmittauksiin perustuva kuormittumisjako on suodattimen purkupuolella. Suodatinkohtaisella pintamittauksella valvotaan mm. pesun eri vaiheita. Tyypillisiä suodatukseseen liittyviä mittauksia suodattimen ohjaustavasta riippuen ovat: tulevan veden kiintoaine tai sameus, pinnankorkeus (säätötapa A tai B), suodatusvastus, suodatinkohtainen virtausmittaus, paineen nousu pesun aikana (vesi/ilma) ja sameus suodatuksen jälkeen.

Huoltotoimenpiteet tässä vaihtoehdossa ovat: hiekan kuorinta pinnalta käyttöönoton yhteydessä, venttiilien, pumppujen ja kompressorien tarvitsemat huoltotoimet, hiekanlisäys ensimmäisen 5 vuoden aikana, hiekan pesu tai vaihto 8 – 10 vuoden kuluttua käyttöönotosta.

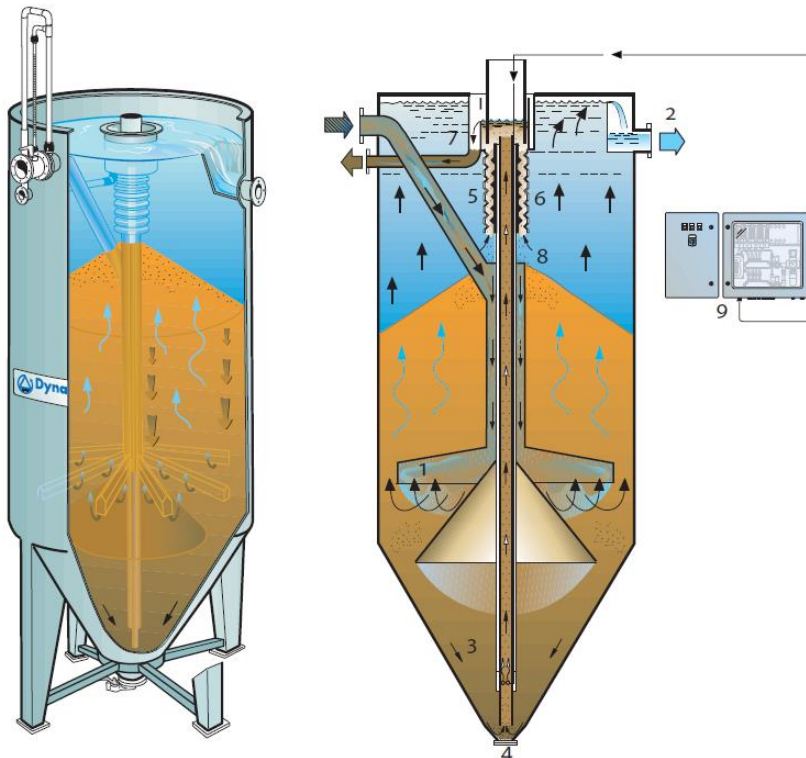
Kaksi- ja monikerrossuodattimien käyttö on yleistä erityisesti Pohjois-Amerikassa. Ruotsissa Henriksdalin ja Bromman puhdistamoilla on käytössä kaksikerrossuodattimet, joiden maksimisuodatusnopeudeksi on mitoitettu 10 m/h. Mitoituksen lähtökohtana siellä on sisään tulevan veden kiintoainepitoisuus, keskimäärin 60 mg/l.

Kaksikerrossuodattimen ominaisuuksia ovat lisäksi:

- Hiekan raekoko esimerkiksi 0,5 – 1,0 mm alakerroksessa ja antrasiitin raekoko esimerkiksi 1,4 – 2,5 mm päällä
- Kiintoaineen pidätyskapasiteetti noin 3 - 4 kgSS/m³
- Pesu on toteutettava siten, että loppuvaiheessa karkeampi antrasiitti nousee pintaan ts. massat lajittuvat. Tämä vaatii korkeahkon pesuvesimäärän pesun loppuvaiheessa. Pesun toteutuksessa on kiinnitettävä kevyemmän pintamateriaalin karkaamisen estämiseen
- Suositeltava pintakuorma hieman korkeampi kuin perinteisessä hiekkasuodatuksessa
- Kiintoainekuormitettavuus korkeampi kuin perinteisessä hiekkasuodatuksessa
- Huoltotoimenpiteet kuten perinteisessä hiekkasuodatuksessa, lisänä tiheämpi antrasiitin lisäämistarve

Jatkuvatoiminen hiekkasuodatus

Jatkuvatoiminen hiekkasuodatus toimii vastavirtaperiaatteella, jossa puhdistettava vesi virtaa alhaalta ylöspäin ja hiekka siirtyy hiljalleen ylhäältä alaspäin. Puhdistettava vesi johdetaan suodattimen alaosaan sijaitsevaan syöttöjakajaan (1) ja se puhdistuu virratessaan ylös hiekkapatjan läpi. Puhdistettu vesi poistuu suodattimen yläpäässä olevasta suodosyhteestä (2). Epäpuhtaudet tarttuvat hiekkapatjaan ja likaantunut hiekka (3) siirretään suodattimen pohjalta mammut-pumpun (4) avulla suodattimen yläosassa sijaitsevaan hiekanpesuriin (5). Suodatushiekan puhdistuminen alkaa jo mammut-pumpussa, jossa ilmakuplien aiheuttama voimakas turbulenttivirtaus irtottaa lietehiukkaset hiekkarakeista. Hiekka pääsee vapaasti valumaan mammut-pumpun yläpään aukosta pesulabyrinttiin (5), jossa hiekan pesu varsinaisesti tapahtuu. Suodostilasta (8) virtaa pesun aikana vettä pesulabyrintissä ylöspäin ja huuhtelee hiekkaa kevyemmän kiintoaineen mukaansa, poistuen suodattimesta pesuvesipoistoaukon (7) kautta. Pesty hiekka laskeutuu hiekkapatjalle, joka on jatkuvassa liikkeessä alaspäin kohti suodattimen pohjaa ja mammut-pumppua. Suodatinta ei tarvitse pysäyttää pesua varten, jonka vuoksi toiminta on täysin keskeytymätön. Ohjauskaapin (9) avulla ohjataan mm. mammut-pumpun käyntiä. Suodattimen rakennetta on esitetty kuvassa 22. Hiekkasuodatuksessa tapahtuvan painehäviön kompensoimiseksi on suodatettavalle jätevedelle järjestettävä välipumppaus.



Kuva 22. Periaatekuva Dynasand-hiekkasuodattimen rakenteesta (© VodaPro Oy)

Tertiäärikäsittelysovelluksena toimivassa suodatusprosessissa käytetään luonnonhiekkaa, jonka raekoko on 1,2 - 2 mm. Hiekka on jatkuvasti liikkeessä, joten suodatusmassa pysyy homogeenisenä eikä se pääse lajittumaan. Hiekan pesu on jatkuvatoiminen tapahtuma, jolloin likaisen huuhdeluvuden muodostuminen on tasaista.

Suodatusnopeuden kasvaessa tarvitaan paksumpi hiekkapatja. Mikäli suodatinta käytetään flokkaussuodattimena, tarvitaan paksumpi hiekkapatja (noin 2 m paksu).

Suodattimet voivat olla terässäiliöitä, lasikuitusäiliöitä tai suuremmissa kohteissa toteutettu siten, että koneisto asennetaan betonialtaaseen, jolloin rakenne hieman muistuttaa perinteistä hiekkasuodatinta. Suodattimien koot voivat olla 0,3-5 m²/suodatin.

Tyypillisiä suodatukseen liittyviä mittauksia ovat: tulevan veden kiintoaine /sameus, pH (jos alkalointi tai kemiallinen käsittely), sameus suodatuksen jälkeen, mammut-pumppujen tarvitseman ilmanpaineen mittausta, virtaama suodatuksen jälkeen (yhteinen useille yksiköille) ja pesuvesivirtaaman mittausta (yhteinen useille yksiköille). Pinnansäätö tapahtuu ylivuotojärjestelyin, jolloin pinnansäätöautomaatiikkaa ei tarvita.

Laitetoimittaja mitoittaa suodattimen. Laitetoimittajan mitoitusohjeiden mukaan tertiäärisessä suodatuksessa normaali pintakuorma, jolla saavutetaan parhaat tulokset, on 7 - 8 m/h (ehdoton maksimi 12 m/h) ja hiekkapedin korkeus on 2 m (kontaktisuodatusmahdollisuus).

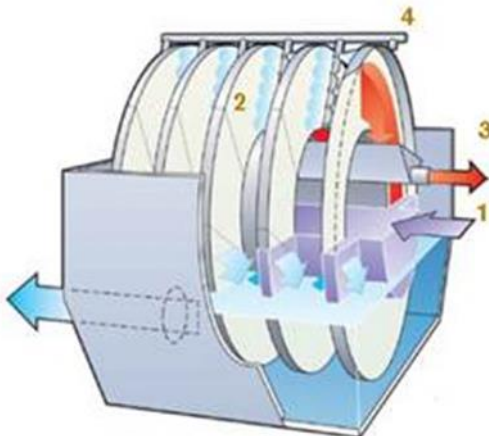
4.5.2 Kiekkosuodatus (vesipesulla)

Kiekkosuodatus on ollut vuosikymmeniä käytössä jätevedenpuhdistuksessa, mutta viime vuosina sitä on tutkittu ja otettu käyttöön tertiäärikäsittelyssä ja yhdistettynä kantoaineprosesseihin. Kiekkosuodatuksen suodatuskankaan reikäkoko vaihtelee suodatustarpeen mukaan ja tertiäärikäsittelyssä se vaihtelee välillä 0,01...0,02 mm. Suodatus perustuu gravitaatioon. Kiekkosuodatus voidaan mitoittaa hydraulisella kuormalla 7 m/h. Suodatus on jatkuvatoimista, ja pesu käynnistyy automaattisesti, kun vesipinta levyn sisällä nousee kankaan tukkeutumisen seurauksena. Pesuvesimäärä on yleensä normaalitoiminnassa 5 % käsitellystä jätevesimäärästä.

Kiekkosuodatin koostuu pyörivästä rummusta, johon suodatuskankaalla päällystetyt levyt on kiinnitetty. Tuleva vesi johdetaan keskusrumpuun, josta se virtaa levyihin. Koska vesipinta on alempana suodatuskankaan ulkopuolella, vesi suotautuu kankaan läpi. Kiintoaine jää suodatuskankaaseen ja poistuu pesuvien mukana viemäriin, kun suodatinkangas ohittaa pesusuuttimet. Suodattimen tukkeutuessa vesipinta nousee suodattimen etupuolella, ja ohitus tapahtuu automaattisesti. (Kuva 23)

Suodatinta pestään jätevedenpuhdistamon lähtevällä, suodatetulla vedellä. Laitetoimituksen mukana tulee pesua varten korkeapainepesupumput. Tukkeutumisen estämiseksi suodattimille tehdään kemikaalipesu suolahapolla, natriumhypokloriitilla tai sitruunahapolla noin kerran viikossa.

Saostuskemikaali (PAC) annostellaan, sekoitetaan ja hämmennetään niille varatuissa pikasekoitus- ja hämmennysaltaissa ennen kiekkosuodattimia.



Kuva 23. Periaatekuva kiekkosuodattimen toiminnasta. (Kuvan lähde: Hydrotech)

4.5.3 Kangassuodatus (imuripuhdistus)

Kangassuodatus (Esim. Iso-Disc, kuva 24) on hienon kiintoaineen poistosuodatin (polising/tertiäärisuodatin) joka soveltuu kunnalliselle tai teolliselle jätevedelle. Suodattimen toiminta perustuu jatkuvatoimiseen suodatukseen käyttäen paksua kolmiulotteista nukkakangasta, joka on erittäin tehokas poistamaan kiintoainepartikkeleita.

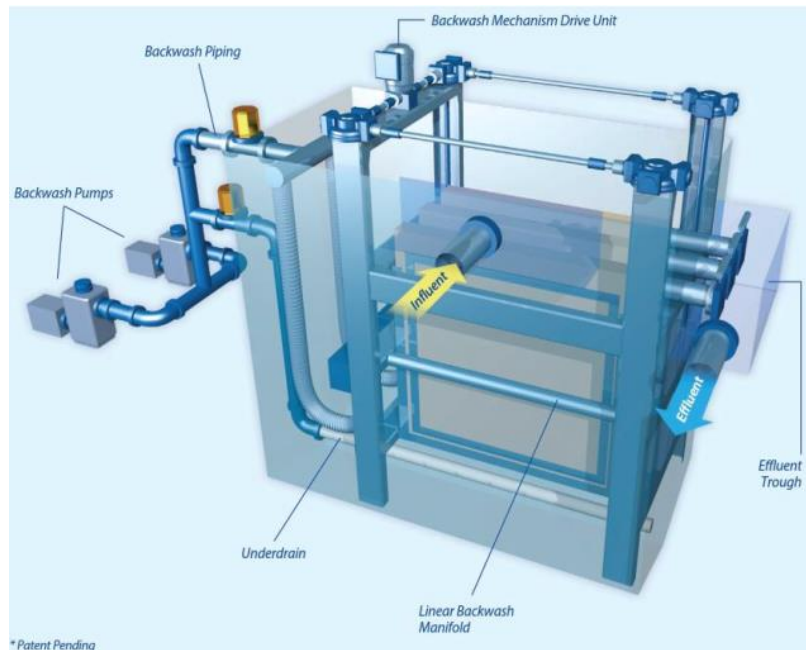
Suodattimien suodatussuunta on ulkoa sisälle päin ja nukkakangas on asennettu onton suodatuselementin ulkopinnalle, jolloin suodatettu jätevesi virtaa elementin sisälle ja yläosasta kokoojakanavaan. Suodattimen teräsrungossa on useita suodatinelementtejä aina mitoitettujen virtaama- ja kiintoaineskuormitusten mukaan.

Kun suodatettava jätevesi kulkeutuu nukkakankaan läpi, kiintoainepartikkelit kiinnittyvät kankaan ulkopintaan ja ajan myötä kasautuvat siihen muodostaen virtaamaa vastustavan kerroksen, jolloin suodatusaltaan vedenpinta pyrkii nousemaan. Altaassa oleva vedenpinnanmittaus (painelähetin) seuraa vedenpinnan vaihteluita ja kun tietty asetusarvo saavutetaan, käynnistyy vastavirtapesu automaattisesti. Vastavirtapesussa suodatuskankaan läpi imetään suodatettua vettä pumpuilla jatkuvatoimisesti muun suodattimen ollessa toiminnassa. Vastavirtapesu poistaa kankaan pintaan kiinnittyneet kiintoainepartikkelit ja ne päätyvät pesuveden mukana prosessin alkuun.

Vastavirtapesu voidaan toteuttaa ylös-alas liikkuvalla imusuulakkeella, joka imuroi kankaan pintaa puhtaaksi. Imupaine tuotetaan keskipakopumpun avulla ja jokaisen suodatuselementin pesua hallitaan lisäksi imuputken toimilaitteventtiilin avulla. Suodattimesta voidaan siis pestä toimilaitteventtiilien avulla vain tiettyjä suodatinelementtejä, jos niiden toiminnassa havaitaan poikkeamia. Venttiilit avautuvat ja sulkeutuvat ohjelmoidussa järjestyksessä. Pesun jälkeen altaan pinta laskee takaisin alas ja pumppu, toimilaitteventtiilit sekä pesusuulakkeen moottori sulkeutuvat. Pesusuulake liikkuu ylös ja alas yhden sähkömoottorin ja neljän suodatinrunгон nurkissa olevan vaihdelaatikon sekä ruuvien avulla.

Suodattimien alle asennetaan lietteen imuputket mahdollisen pohjaan laskeutuvan kiintoaineen poistamiseksi. Toimilaitteventtiilillä varustettu kiintoaineen poistoputki on liitetty pesuvesipumppuun ja lietteen poistoa ohjataan automaatiosta aikaohjauksella. Operointi on itseohjautuvaa siten, että kun virtaamat ja kuormitukset vaihtelevat, kompensoi vastavirtapesujen tiheyden vaihtelu luonnollisesti prosessin tasaisiin arvoihin. Suuremmilla virtaamilla ja kuormituksilla pesuja on useammin ja pienemmällä kuormituksella harvemmin. Suodatustoiminta on kuitenkin toiminnassa myös pesujen aikana. Sähkökatkon, mekaanisen rikkoutumisen tai jälkiselkeytyksen lietepatjan karkaamisen aikana suodatusaltaan vedenpinta nousee, jolloin osa vedestä poistuu ylivuodon kautta. Suodattimien sisälle ei siis jää kiintoainetta tukkeuttamaan suodattimia, vaikka suodattimet olisivatkin poissa käytöstä.

Ennen suodatusallasta jälkikäsitteilyprosessissa on flokkausallas.



Kuva 24. Iso-Disc tertiäärisuodatuksen toimintaperiaate. (Kuva: Ashbrook Simon-Hartley)

4.5.4 Flotaatio

Flotaation toiminta perustuu kiintoaineen erotukseen mikroskooppisten ilmakuplien avulla. Flotaation toiminta on näin ollen voimakkaasti riippuvainen ns. ilma-kiintoainesuhteesta. Mitä enemmän käsiteltävässä vedessä on kiintoainetta, sitä enemmän tarvitaan ilmakuplia. Ilma tuotetaan flotaatioprosessissa liuottamalla ilmaa veteen (dispersiovesi) 5 – 6 bar paineessa. Dispersiovetenä käytetään puhdistettua jätevettä, jota kierrätetään prosessissa erillisillä pumpuilla, joilla vesi pumpataan ilman liuotussäiliöön em. 5 – 6 bar paineeseen. Ilman määrää säädelään muuttamalla prosessiin johdettavan dispersioveden määrää. Normaalesti flotaatio tarvitsee toimiakseen noin 5 – 15 % käsiteltävästä vesivirtaamasta dispersiovesimääräksi riippumatta käsiteltävän veden kiintoainepitoisuudesta, koska toimintaedellytyksenä tarvitaan tietty minimimäärä ilmakuplia yhtenäisen kuplapedin muodostamiseksi flotaation nousukartiossa (ns. kontaktivyöhyke). Käytännössä on todettu, että dispersioveden tarve kasvaa 10 – 12 %:sta vasta kun käsiteltävän veden kiintoainepitoisuus nousee yli 400 mg/l.

Toinen flotaation toimintaan vaikuttava merkittävä tekijä tässä yhteydessä on kemikalointi. Kemikaloinnilla poistetaan käsiteltävässä vedessä olevien partikkelien välillä vallitsevat poistovoimat (ns. zeta-potentiaali), jolloin hiukkasten yhteenliittyminen on mahdollista ja ne muodostavat flokkeja. Kemikalointi on edellytys flotaatioselkeytyksen toimimiselle.

Flotaatioprosessin toiminnallisia tunnuslukuja ja muita teknisiä tietoja:

- flotaatioselkeytyksen pintakuorma on perinteisesti alle 10 m/h, uusimmissa ratkaisuissa 20 – 40 m/h (pyörrevirtaflotaatio, Rictor Oy)
- hukkavesiä muodostuu tyypillisesti < 2 % käsitellyn veden virtaamasta
- kiintoaineen erotusaste flotaatiossa on > 90 %, jolloin kiintoainepitoisuus flotaation jälkeessä tertiäärikäsittelysovelluksissa on tyypillisesti 5 -10 mg/l
- kemikaalijäämät flotaation jälkeen ovat < 0,5 mg/l (alumiini) tai 0,8 – 1,5 mg/l (rauta)
- tarvittava saostuskemikaaliannos tertiäärikäsittelyssä 2- 3 g Al+/m³ (30 – 40 g/m³ PAX-XL60) tai 5 - 6 g Fe/m³ (100 g/m³ PIX-105A), jolloin kokonaisfosfori lähtevässä vedessä on tasolla 0,2 – 0,3 mg/l
- menetelmän on todettu poistavan koliformisia bakteereja 95 - 98 %
- prosessi poistaa kooltaan > 10 Pm kokoiset partikkelit
- toiminta-alue kiintoainepitoisuuden osalta 10 – 4000...5000 mg/l (yläraja teknistaloudellisin perustein = tarvittava dispersioveden määrä) flotaation tyypillisiä huoltokohteita ovat dispersiosuuttimien ajoittainen puhdistus, flotaatioaltaan pohjalle kertyvän lietteen poisto (mikäli raakavedessä on raskaampia laskeutuvia aineksia) ja kemikaalilaitteisiin, pumppeihin ja kompressoreihin liittyvät rutiinihuoltotoimenpiteet

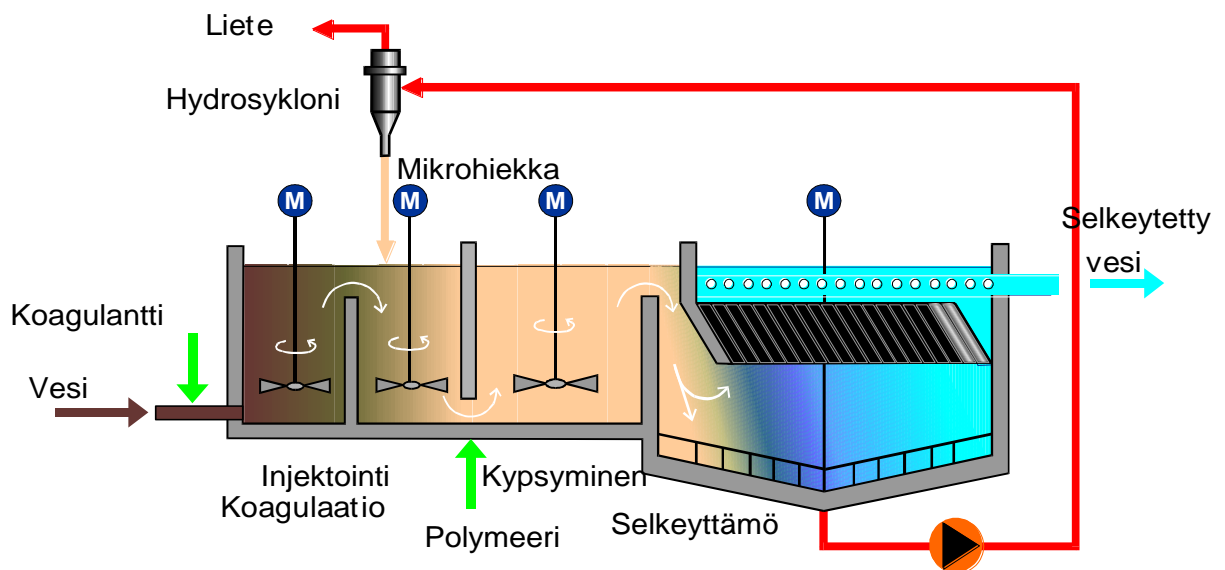
4.5.5 Laskeutusapuaineella tehostettu kompakti jälkisaostus ja -selkeytys

Laskeutusapuaineella tehostettu jälkisaostus ja -selkeytys (kuva 25) on kompakti, konventionaalinen selkeytysprosessi, jossa käytetään mikrohiekkaa flokin muodostuksen apuaineena. Mikrohiekkatarjoaa flokin muodostusta nopeuttavan kontaktipinnan, joka tehostaa flokkausta ja lisää flokin ominaispainoa. Tällöin saadaan hyvin laskeutuvaa flokkia, mikä puolestaan sallii korkean pinta-kuorman selkeyttämässä, sekä lyhyen hydraulisen viipymän. Jälkisaostus ja -selkeytyslaitoksen koko voi siten olla jopa 5-50 kertaa pienempi kuin kapasiteetiltaan vastaavan perinteisen selkeytysjärjestelmän.

Kemiallinen koagulantti (alumiini- tai rautasuola) lisätään tulevaan jäteveeseen, jolloin liukoiset ainekset saostuvat ja kiintoaineet sekä kolloidiset partikkelit destabiloituvat. Koaguloitu vesi johdetaan injektioaltaaseen, johon lisätään mikrohiekkaa flokin muodostumista varten. Mikrohiekkatoimii apuaineena flokin muodostuksessa.

Käsittelyprosessi jatkuu, kun vesi virtaa injektioaltaasta alivirtauskanavan kautta kypsymissäiliöön, jonne lisätään flokkauksen apupolymeeri. Kypsymissäiliössä kohtuullisen hidas sekoitus luo ihanteelliset olosuhteet polymeerisiltojen muodostukselle mikrohiekan ja destabiloitujen kiintoaineiden välille.

Prosessia tehostaa mikrohiekan laaja kontaktipinta, joka edistää polymeerisiltojen muodostumista sekä mikrohiekan ja flokin sitoutumista jo suspensiovaiheessa.



Kuva 25. Laskeutusapuaineella tehostettu kompakti jälkisaostus ja -selkeytysprosessi. (Actiflo)

Hiekkapainotetut flokit johdetaan kypsymissäiliöstä selkeyttämöön, jossa mikrohiekkalieteflokki laskeutetaan lamelliselkeyttimen avulla nopeasti ja tehokkaasti. Selkeytetty vesi poistuu prosessista ylivuotoreunan ja keräyskourun kautta ulos-virtauskanavaan.

Hiekkalieteseos kerätään selkeytysäiliön pohjalle ja poistetaan käyttämällä kumivuorattua, keskipakolietepumppua. Hiekkalieteseos pumpataan hydrosykloniin erotusta varten. Pumppausenergia muunnetaan keskipakovoimaksi hydrosyklonin rungon sisällä, jolloin kevyt liete erottuu korkeampitiheyksisestä mikrohiekkasta. Puhdistettu mikrohiekkajohdetaan hydrosyklonista prosessiin uudelleen-käytettäväksi. Matalampitiheyksinen liete poistetaan hydrosyklonin pinnalta ja johdetaan sakeutukseen tai puhdistamon jälkiselkeyttimelle.

Toiminta-alueena kiintoainepitoisuuden osalta voidaan pitää samaa kuin flotaatiossa tai perinteisessä laskeutuksessa (10 000 mg/l asti), mutta lamellien tukkeutuminen korkeilla kiintoainepitoisuuksilla aiheuttaa mitä ilmeisimmin ongelmia.

Prosessissa tarvittava mikrohiekkä vähenee käytön aikana, joten sitä joudutaan lisäämään jatkuvasti. Kun kyseessä on suuri laitos, mikrohiekan kulutus on niin suurta, että hiekkää varten tarvitaan oma siilo.

4.6 Tulevaisuuden puhdistusvaatimukseen varautuminen

Imatran jäteveden puhdistamon saneerauksen tai uuden jätevedenpuhdistamon rakentamisen tavoitevuosi ulottuu useamman vuosikymmenen yli, jonka vuoksi tiettyihin tulevaisuudessa mahdollisesti tuleviin puhdistusvaatimuksiin on syytä varautua. Suunnitelmissa tulee varautua vähintäänkin haitta-aineiden poistoon sekä hygienisointiin. Näiden tulevaisuuden vaatimusten mukaiset puhdistusmenetelmät tulee huomioida suunnittelussa riittävin tilavarauksin. Muita jätevedenpuhdistamoita koskevia tulevaisuuden huomionkohteita ovat mikromuovit sekä fosforin talteenotto. Etenkin fosforin talteenotto jätevedestä tai lietteestä on vielä kehityskaarensa alussa ja sen osalta tässä esitetään yleiskatsaus tämän hetkiseen tilanteeseen.

4.6.1 Haitta-aineet

Haitallisten ja vaarallisten aineiden, kuten raskasmetallien ja orgaanisten haitta-aineiden poistoon on viime aikoina alettu kiinnittää huomiota lisääntyvässä määrin. Perinteinen jätevedenpuhdistusprosessi ei ole suunniteltu näiden aineiden tehokkaaseen poistamiseen, joten niiden ympäristöön kulkeutumisen estämiseksi tulee etsiä uusia tekniikoita. Suomessa haitta-aineita, niiden pitoisuuksia sekä poistamiseen soveltuvia tekniikoita onkin tutkittu viime vuosina runsaasti ja tulevaisuudessa niitä koskevien puhdistusvaatimusten lisääminen ympäristölupavaatimukseen, varsinkin suurilla ja keskisuurilla jätevedenpuhdistamoilla on todennäköistä. Imatran jätevedenpuhdistamo koskevat haitta-ainevaatimukset ovat näin ollen tulevaisuudessa myös mahdollisia ja niihin tulee varautua. EU-maista Sveitsissä on jo määritetty haitta-aineita koskevia puhdistusvaatimuksia.

Haitta-aineet jaetaan orgaanisiin ja epäorgaanisiin haitta-aineisiin. Epäorgaaniset haitta-aineet ovat pääosin raskasmetalleja, kun taas orgaaniset haitta-aineet taas sisältävät suuren joukon erilaisia orgaanisia yhdisteitä (koostuvat pääosin hiilestä ja vedystä). Aineista käytetään yleisnimitystä prioriteettiaineet tai mikropollutantit, mutta ryhmä sisältää suuren määrän erilaisia yhdisteitä esim. lääkeaineita, hajusteita, torjunta-aineita jne. Aineiden pitoisuudet voivat olla pieniä (mikro- tai nanogrammoja litrassa), mutta niille on tyypillistä, että ne vaikuttavat jo pieninä pitoisuuksina.

Haitta-aineiden poistuminen nykyisin jätevedenpuhdistuksessa käytettävällä tekniikalla vaihtelee aineityypeittäin varsin paljon. Aineet vaihtelevat hyvin biohajoavista (esim. ibuprofeeni) ei lainkaan biohajoaviin (esim. karbamatsepiini). Poistotehot vaihtelevat negatiivisesta yli 90 %:n poistotehoihin. Jos laajaa kirjoa haitta-aineita halutaan poistaa tai poistetaan vaikeasti hajoavia aineita, kuten diklofenaakki, joudutaan nykyisiä prosesseja täydentämään haitta-aineiden poistoon soveltuvilla tekniikoilla.

Haitta-aineiden poistuminen perustuu neljään eri mekanismiin: biologiseen hajoamiseen, sorptioon, hapettumiseen voimakkaalla hapettimella tai fotohajoamiseen. Näiden menetelmien teho kunkin aineen kohdalla riippuu aineen kemiallisesta rakenteesta ja siitä seuraavista ominaisuuksista. Poistumismekanismista ja niitä hyödyntäviä tekniikoita on kuvattu kuvassa 26.



Kuva 26. Haitta-aineiden poistaminen jätevedestä.

Haitta-aineiden poistoon mahdollisesti käytettävä menetelmä riippuu suuresti tavoiteltavasta haitta-aine poistumasta.

Haitta-aineiden poistoon soveltuvia menetelmiä eri puhdistustehoin:

- Puhdistusteho yli 50 %
 - o Pitkän lieteiän aktiivilieteprosessi
 - MBR-prosessi
 - Perinteinen aktiivilieteprosessi + tertiäärisuodatus
 - o Voimakas UV-säteilytys
 - o Jälkilammikointi
 - o Perinteisen aktiivilieteprosessin lähtevän veden nanosuodatus
- Puhdistusteho yli 80 %
 - o Tehokas adsorptio esim. aktiivihilleen
 - o Erilaiset hapetusmenetelmät (otsonointi ja ferraatti)
 - o Maasuodatus
- Puhdistusteho yli 90 %
 - o Em. Tekniikoiden yhdistelmillä
 - o Hyvin tehokkaalla hapetusmenetelmällä (esim. AOP (advanced oxidation process))
 - o Käänteisosmoosisuodatus

4.6.2 Desinfiointi/Hygienisointi

EU:n vesipuitedirektiivi (2000/60/EY) edellyttää, ettei luonnonvesien virkistyskäyttö saa vaarantua. Hygienisoinnin tarpeeseen vaikuttaa purkuvesistön hyödyntäminen mm. raakavesilähteenä, kasteluvetenä tai virkistyskäyttöön. Vaatimukset jäteveden hygieeniselle tasolle vaihtelevat sen mukaan, mihin tarkoitukseen purkuvesistön vettä käytetään. Desinfiointin tehokkuutta mitataan yleensä fekaalisten indikaattoribakteerien määrän perusteella.

Viime aikoina joidenkin puhdistamoiden ympäristöluvuissa on alettu edellyttää jäteveden hygienisointia. Muun muassa Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamoille on määrätty jäteveden hygienisointivelvoite 1.4.–30.11. välisenä aikana. Määräyksen mukaan fekaalisten koliformien ja enterokokkien osalta on saavutettava vähintään keskimäärin 90 %:n poistuma verrattuna puhdistamoille tulevan jäteveden mikrobipitoisuuteen.

Jäteveden hygienisointiin voidaan käyttää mm. UV-säteilyä, peretikka- tai permuurahaishappoa ja otsonointia. Hyvän hygienisointitehon saavuttamiseksi käsiteltävän veden kiintoaine ja orgaanisen aineen pitoisuuksien on oltava alhaisia. Jätevedenpuhdistamoilla on yleisesti käytössä erilaisia tertiäärikäsittelytekniikoita pääosin fosforinpoiston tehostamiseksi. Tehokas tertiäärikäsittely, mm. hiekkasuodatus, poistaa jäteveden mikrobeja nykyisen vaatimustason osalta riittävästi. Tavanomainen jätevedenpuhdistusprosessi poistaa jäteveden mikrobeista noin 90 %, kun lietettä ei pääse karkaamaan ja lähtevän jäteveden kiintoainepitoisuus pysyy alhaisena. Tertiäärikäsittelyn tarve perustuu siihen, että saadaan tehokkaammin erotettua hienojakoista kiintoainesta jätevedestä, ja varmistetaan kiintoainereduktio silloinkin, kun jälkiselkeytyksen toiminta on häiriintynyt. Myös mikrobit poistuvat jätevedestä tehokkaasti kiintoaineksen mukana.

Lähtevän jäteveden desinfiointiin voidaan käyttää:

- UV-desinfiointi
- Peretikkahappodesinfiointi
- Permuurahaishappodesinfiointi
- MBR-prosessi

UV-desinfiointi

Yleisesti UV-valo ei tuhoa eliöitä kokonaan, vaan tekee ne lisääntymiskyvyttömiksi, jolloin niistä ei ole enää infektioriskiä.

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. E. Coli, Salmonellat, Shigella, Norovirus, Rotavirus, Kryptosporidiumin 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, mikä tarkoittaa noin log₃ vähenemää. Kun otetaan lisäksi huomioon myös mm. kiintoaineen vaikutus, virtauksen epätasaisuus yms., niin todellinen teho on tätä jonkin verran pienempi.

Mikrobien ja pieneliöiden tuhoutumista mitataan yleensä ns. "UV-annoksella", joka määritellään seuraavasti:

$$D = I * t$$

missä D on "annos" (J/m²)
 I on säteilyn intensiteetti (W/m²)
 t on vaikutusaika (s)

Tarkkaan ottaen kyseessä on integroitu säteilyvuontiheys, mutta lyhyden vuoksi käytännössä puhutaan annoksesta.

Intensiteetti reaktiotilan eri kohdissa vaihtelee monesta syystä. Kun lampusta lähtevä säteily etenee, niin se jakaantuu yhä suuremmalle pinta-alalle. Mitä kauempana lampusta ollaan, sitä pienempi intensiteetti on. Usean lampun järjestelmissä intensiteetin jakautuminen voidaan laskea mallinnusohjelmilla.

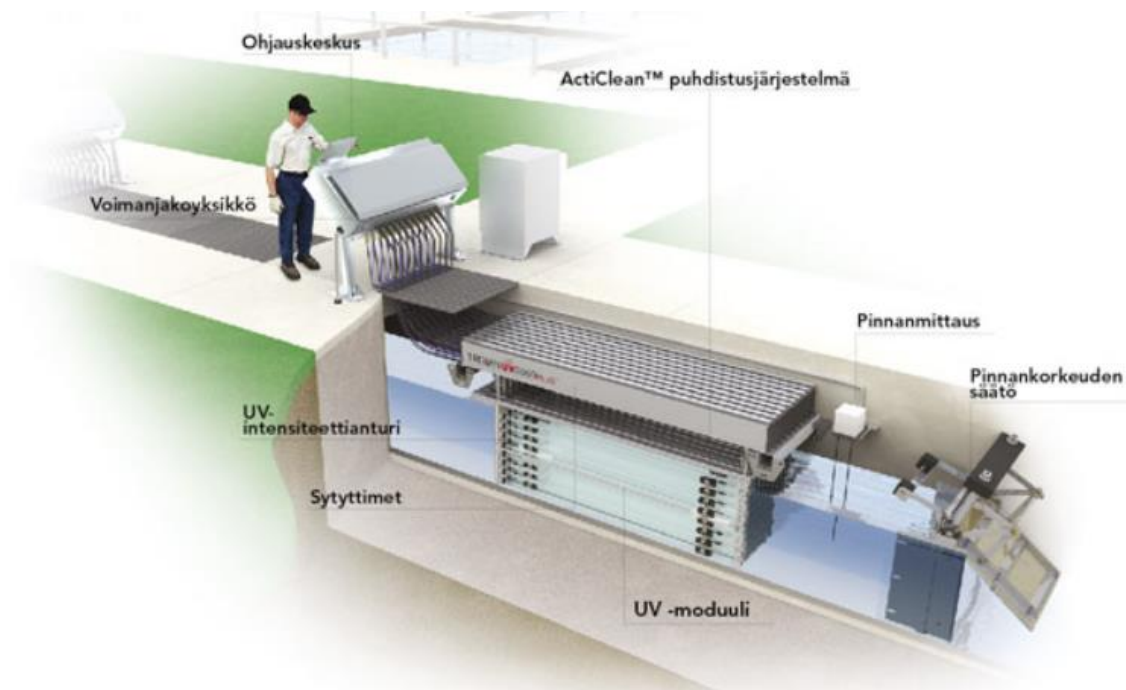
Myös veden laatu vaikuttaa intensiteettiin. Vesi ja erityisesti siinä olevat ionit ja orgaaninen aines absorboivat UV-säteilyä. Myös tämän vuoksi intensiteetti pienenee sitä enemmän, mitä kauempana lampuista ollaan. Absorbointia aiheuttavat merkittävästi mm. useat orgaaniset aineet ja rautayhdisteet sekä lähtevän jäteveden nitraatti. Lisäksi kiintoaineella voi olla merkittävä vaikutus desinfiointitulokseen, koska UV-valo ei tunkeudu kiintoaineen sisälle, jolloin siellä olevat bakteerit eivät tuhoudu.

Myös hydraulikalla on vaikutusta yksittäisten eliöiden saamaan annokseen, sillä olosuhteista riippuen kaikki hiukkaset eivät viivy samaa aikaa reaktiotilassa (reaktiotilassa on ns. oikovirtauksia).

Usein annosta lasketaan ns. keskimääräisen annoksen perusteella. Se saadaan laskemalla reaktio-tilassa oleva keskimääräinen intensiteetti ja kertomalla se reaktiotilan keskimääräisellä viipymällä. Laskentamenettelyllä saadaan todellista annosta suurempi arvo, mutta erityisesti jätevesisovelluksissa myös muita voimakkaasti vaihtelevia tekijöitä on useita ja desinfioinnin vaatimustason määrittely on myös vielä vakiintumaton. Tätä keskimääräistä annosta voidaan siten pitää kohtuullisen hyvänä arvona mitoituksen lähtökohtana.

UV-desinfiointilaitteiden toiminta perustuu aina siihen, että virtaavaan veteen upotetaan UV-valoa tuottavia lampuja, 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 desinfioinnissa lamput sijoitetaan yleensä teräksisen desinfiointikammion sisään. Jätevesien yhteydessä varsinkin suurten laitosten asennuksissa lamput asennetaan usein betonikanaan, jossa käsiteltävä vesi virtaa. Lampuista muodostetaan yhtenäisiä paketteja, jotka esimerkiksi lamppujen vaihdon tai huollon yhteydessä nostetaan kanavasta pois.



Kuva 27. Kanava-asenteinen UV-laitteisto (Kuvan lähde: Trojan)

Peretikkahappodesinfiointi

Peretikkahappo (PAA, peracetic acid, CH_3COOOH) on orgaaninen peroksidi ja voimakas hapetin. Se on pistävän hajuihin, väritön neste. Kaupallinen peretikkahappo on peretikkahapon, vetyperoksidin, etikkahapon ja veden seos. Suomessa peretikkahappoa myy mm. Kemira. Peretikkahappoa käytetään mm. selluloosan valkaisuun sekä desinfiointiin ja sterilointiin elintarvike- ym. teollisuudessa, maataloudessa ja terveydenhuollossa. Sitä on käytetty myös hapetuskemikaalina teollisissa synteeseissä ja jätevedenkäsittelyssä.

Peretikkahappo poistaa jätevedestä tehokkaasti bakteereja hapettamalla ja tuhoamalla niiden soluseiniä, solukalvoja ja entsyymejä. Peretikkahapon desinfiointivaikutus on välitön ja mikrobien väheneminen tyypillisesti nopeaa.

Desinfioitavan jäteveden laatu vaikuttaa peretikkahapon, kuten muidenkin desinfiointimenetelmien, desinfiointitehokkuuteen. Jäteveden kiintoainne ja orgaanisen aineen vaikuttavat desinfiointitehoon kuluttamalla desinfiointikemikaalia ja suojaamalla mikrobeja. Peretikkahappoa käytettäessä desinfiointitehokkuuden riippuvuus vedenlaadusta on kuitenkin tyypillisesti pienempi kuin esim. klooria tai ultraviolettisäteilytystä käytettäessä.

Peretikkahapon annostelulla ei ole desinfioidun vaikutuksen lisäksi merkittävää vaikutusta lähtevän jäteveden laatuun. Veden orgaanisen aineksen pitoisuus (BOD) kuitenkin kohoaa hieman PAA-annostelun seurauksena. BOD-lisäyksen suuruuteen vaikuttaa tuotteen PAA- ja etikkahappopitoisuudet.

PAA-desinfiointissa ei muodostu kestäviä, karsinogeenisiä, mutageenisia tai toksisia sivutuotteita tai kemikaalijäämiä. Peretikkahapon ensisijaiset hajoamistuotteet ovat vetyperoksidi ja etikkahappo. Näistä vetyperoksidi hajoaa edelleen hapeksi ja vedeksi ja etikkahappo on biologisesti nopeasti hajoavaa.

Jäteveden desinfiointissa käytettävän kontaktiajan aikana peretikkahappo ei aina kuitenkaan ehdi hajota riittävästi, jolloin osa peretikkahaposta voi joutua hajoamattomana vesistöön. Haitallisten vaikutusten estämiseksi jätevesien sisältämä peretikkahappo- ja mahdollinen vetyperoksidijäännös voi olla tarpeen hajottaa desinfiointireaktion jälkeen esim. pelkistävällä kemikaalilla ennen vesistöön purkua, sillä peretikkahappo on myrkyllistä vesieläimille.

Peretikkahappo toimii yleensä hyvin sekundäärisesti tai tertiäärisesti käsitellyn jäteveden desinfiointissa. Peretikkahappoa on käytetty jäteveden desinfiointissa yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilla ainakin Italiassa. Lisäksi peretikkahapon soveltuvuutta erilaisten yhdyskuntajätevesien desinfiointissa on testattu lukuisissa pilot-kokeissa ja koeajoissa jätevedenpuhdistamoilla, myös Suomessa.

Käyttökokemuksiin sekä tutkimustuloksiin perustuen sekundäärisesti tai tertiäärisesti käsiteltyjen jätevesien desinfiointissa PAA-annoksella 1-5 g/m³ ja noin 30 minuutin kontaktiajoilla saadaan suolistobakteerien vähenemäksi tyypillisesti >90-99,9 % eli log 3:n vähenemä. Jyväskylän jätevedenpuhdistamolla tehdyissä koeajoissa saavutettiin yli 90 % mikrobivähennyksiä sekundäärisesti käsitellyssä jätevedessä annoksella 3-5 mg/l (100 % PAA) ja kontaktiajalla 15 min.

Peretikkahappodesinfiointissa tarvittavia laitteistoja ovat peretikkahapon kestävä kemikaalisäiliö sekä kalvopumppu ja putkistot. Kemikaalisäiliö sijoitetaan betoniseen varoaltaan ja varustetaan huuhotusventtiilillä sekä lämpötila- ja pinnankorkeusmittauksella. Säiliössä sijoitetaan viileään, hyvin tuuletettuun ja mielellään erilliseen tilaan ja pidetään erossa yhteensopimattomista materiaaleista, kuten hapoista, emäksistä, orgaanisesta materiaalista, syttyvästä materiaalista ja raskasmetalleista.

Desinfiointiprosessin kontaktiallas rakennetaan täyssekoitteisena reaktorina tai tulppavirtausreaktorina. PAA-kemikaali annostellaan jatkuvatoimisesti kalvopumpulla kontaktialtaan tulevaan veteen. Annostelupisteen jälkeen on pikasekoitin tai kemikaali annostellaan jäteveteen turbulenteen virtauskohtaan, millä varmistetaan kemikaalin sekoittuminen välittömästi kerralla koko vesimassaan.

Desinfiointin kontaktialtaasta käsitellyt vedet johdetaan purkupuutkeen. Lähtevään veteen varaudutaan annostelemaan pelkistävää kemikaalia, mikäli PAA:n jäännöspitoisuutta on tarpeen pienentää ennen vesistöön johtamista.

Permuurahaishappo

Permuurahaishappo (PFA, performic acid, CH₂O₃) on peretikkahapon tapaan orgaaninen peroksidi ja voimakas hapetin. Permuurahaishapon ja peretikkahappojen desinfiointimekanismit ovat samankaltaisia, mutta permuurahaishapon reaktiot ovat huomattavasti nopeampia sen yksinkertaisen rakenteen vuoksi. Permuurahaishapon hajoamisnopeus on noin kymmenkertainen peretikkahappoon verrattuna. Permuurahaishappo on korvaamassa peretikkahapon jäteveden hapotusdesinfiointissa paremman desinfiointitehonsa ja nopeamman hajoamisensa vuoksi.

Permuurahaishappoa syntyy muurahaishapon eli metaanihapon (CH₂O₂) ja vetyperoksidin (H₂O₂) reaktiotuotteena. Permuurahaishappo on erittäin epästabili yhdiste. Sitä ei voida varastoida tai kuljettaa, vaan se on valmistettava käyttökohteessa ja annosteltava välittömästi.

Permuurahaishappo on pistävän hajuinen, väritön neste, joka aiheuttaa sekä nesteenä että höyrynä iholle tai limakalvoille joutuessaan voimakkaita ärsytysoireita. Myös valmistuksen lähtöaineina käytettävät muurahaishappo ja vetyperoksidi ovat voimakkaita hapettimia. Permuurahaishappoliuos on räjähdysherkkä korkeina pitoisuuksina ja kuumennettaessa. Muurahaishapon ja vetyperoksidin reaktio on eksoterminen, joten permuurahaishapon valmistusprosessia on jäädytettävä. Permuurahaishappodesinfiointinnissa on yleisesti kiinnitettävä erityistä huomiota käyttöturvallisuuteen.

Permuurahaishappoa on käytetty perinteisesti desinfiointiaineena mm. lääke- ja elintarviketeollisuudessa, mutta jäteveden desinfiointinnissa menetelmä on uusi. permuurahaishapon käyttö ei edellytä jäteveden tertiäärikäsittelyä, mutta käsiteltävän veden laatu vaikuttaa tarvittavaan kemikaaliannostukseen sekä kontaktiaikaan. Tarvittava kemikaaliannostus on kuitenkin pienempi ja kontaktiaika on lyhyempi kuin peretikkahappoa käytettäessä. Sekundäärisesti käsitellyn jäteveden desinfiointiin tarvittava PFA-annostus on tasoa 1-2 mg/l ja kontaktiaika noin 10 minuuttia.

Permuurahaishappo hajoaa nopeasti vedeksi ja hiilidioksidiksi, joten kemikaalin käytöllä ei ole vaikutuksia käsiteltävän veden tai vastaanottavan vesistön kemialliseen laatuun. Permuurahaishapon käytettäessä ei synny ympäristölle haitallisia sivutuotteita. Tehokas desinfiointivaikutus voidaan siis saavuttaa myös annostelemalla permuurahaishappo suoraan esim. jäteveden purkuputkeen, ja jos virtaama on annostelukohdassa riittävän turbulентtinen, erillistä sekoitinta ei tarvita.

Permuurahaishappoa myydään kaupallisena sovelluksena Suomessa mm. Kemiran toimesta tuotenimellä DEX-135. Kemikaalin epävakauden sekä käyttöturvallisuuden vuoksi Kemira toimittaa permuurahaishapon ainoastaan valmistus- ja annostelulaitteistot sisältävänä DesinFix-kokonaisuutena. Desinfix-järjestelmään kuuluu muurahaishappo- ja vetyperoksidisäiliöiden lisäksi mm. annostelupumput sisältävä automatisoitu sekoitusyksikkö.

DesinFix-järjestelmä on uusi ja referenssejä on vähän. Järjestelmä on käytössä mm. Wervershoofin jätevedenpuhdistamolla Hollannissa, jossa tehdyissä koekäytöissä saavutettiin yli 90 %:n bakteerivähenemä annostuksella 6 ppm eli 0,8 g/m³ jätevettä (DEX-135:nä). Laitteiston toimittajan mukaan järjestelmää koekäytetään kunnallisella jätevedenpuhdistamolla Suomessa ensimmäisen kerran syksyllä 2011.

Permuurahaishappodesinfiointin toteuttamiseen tarvittava investointi on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi UV-säteilytyksessä ja järjestelmän käyttöönotto on periaatteessa yksinkertaista ja nopeaa. Käyttökustannukset ovat arviolta 0,01-0,03 €/m³.

4.6.3 Mikromuovit

Tämän hetkisen tiedon mukaan yhdyskuntajätevesi sisältää mikromuoveja huomattavasti. Tehokkaassa jätevedenkäsittelyssä, joka on puhdistamoilla vaihteittain otettu käyttöön pääasiassa veden ravinteiden ja orgaanisen sekä veden hygieenisen laadun parantamiseksi, mikromuovit poistuvat kuitenkin tehokkaasti. Varta vasten mikromuovien poistoon tarkoitettuja käsittelymenetelmiä ei ole eikä niitä näillä näkymin olla kehittämässäkään, vaan nykyiset alhaiset fosforipitoisuusvaatimukset johtavat joka tapauksessa tehokkaaseen kiintoaineen poistoon ja samalla mikromuovikin poistuvat tehokkaasti. Harvinaisempien puhdistusmenetelmien osalta tietoja vaikutuksesta mikromuovien poistumiseen ei vielä ole.

Eri tertiäärikäsittelymenetelmien vaikutusta mikromuoviin jätevedessä on tutkittu vasta hyvin vähän. Hiekka- ja kiekkosuodatuksen vaikutus mikrososkan poistossa on Ruotsin kokemusten perusteella kohtalaisen pieni. Kolmella puhdistamolla tehdyssä tutkimuksessa erilaisten ja erikokoisten (20 – 300 µm) mikromuovijakeiden määrässä ei ollut merkittävää eroa ennen ja jälkeen hiekkatai kiekkosuodatuksen. Suomesta on vastaavia alustavia tuloksia.

MBR-prosessi poistaa tehokkaasti mikromuovia ruotsalaisten pilot-kokeiden perusteella. Ruotsalaisessa tutkimuksessa MBR-prosessista lähtevän veden sisältämä mikromuovimäärä oli noin sadassa hiekka- ja kiekkosuodatettuun veteen verrattuna. Käytetyn kalvon huokoskoko oli 0,2 µm. Hollantilaisessa tutkimuksessa myös MBR-prosessin lähtevässä vedessä havaittiin kohonneita mikromuovimääriä, mutta nämä ilmeisesti liittyivät varsinaisen MBR-prosessin ohitustilanteisiin.

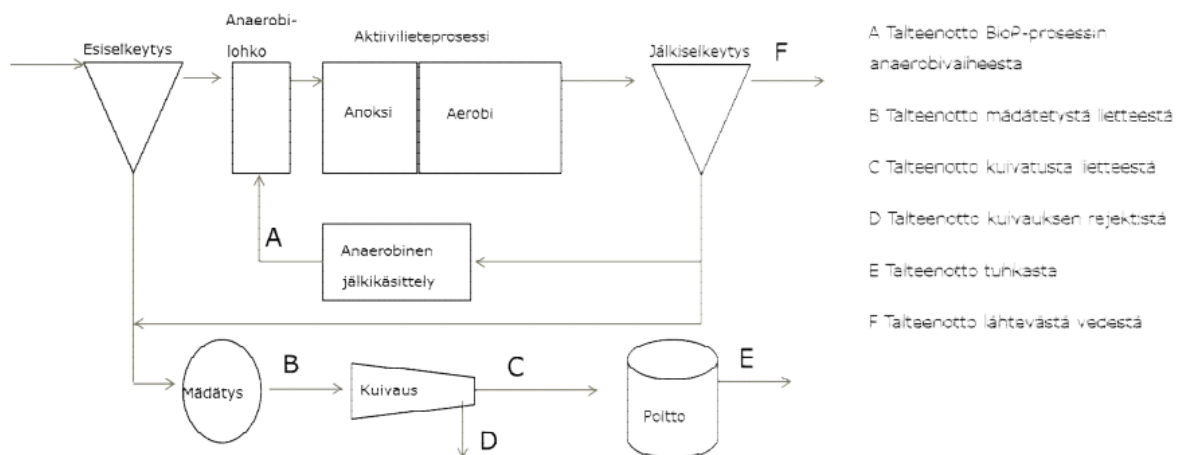
4.6.4 Fosforin talteenotto

Tässä osassa esitetään erilaisia tapoja ottaa jäteveden sisältämä fosfori talteen. Nykyisillä jätevedenpuhdistamoilla 10 – 80 % fosforista poistuu esiselkeytyksessä raakalietteeseen riippuen käytetystä saostuskemikaalin määrästä. 20 – 30 % sitoutuu biomassaan biologisen käsittelyprosessin aikana, vaikka biologista fosforinpoistoa ei käytettäisi. Kokonaisuudessaan nykyisellä käsittelyllä 90 – 98 % jäteveden fosforista poistetaan vedestä lietteeseen. Fosforin poisto voidaan tehdä biologisesti tai kemiallisesti saostamalla rauta- tai alumiinisuoloilla. Kemiallisesti saostettu fosfori on huomattavasti kasvien käytettävissä kuin biologisesti poistettu fosfori. Vain yksi prosentti on liukoisessa muodossa ja vain 10 % kasveille välittömästi käyttökelpoisessa muodossa. Joidenkin lietteenkäsittelymenetelmien kuten kalkkistabiloinnin on todettu kasvattavan fosforin käyttökelpoisuutta.

Fosforin talteenotto voidaan jätevesien ja lietteen käsittelyn yhteydessä tehdä eri prosessi- vaiheista:

- kuivatusta lietteestä
- vesiprosessista lähtevästä vedestä,
- vesiprosessista prosessin aikana
- rejektivesistä
- poltetun lietteen tuhkasta.

Kuvassa 28 on esitetty mahdolliset talteenottopaikat puhdistusprosessissa. Lähtevässä vedessä talteen otettavan fosforin pitoisuus voisi olla noin 5 mg/l, jos fosforia ei saosteta aikaisemmin prosessissa. Vesi sisältäisi hyvin vähän kiintoainetta ja typpeä. Rejektivesien fosforipitoisuus olisi taas tyypillisesti tasolla 20 – 100 mg/l. Fosforin talteenotto lähtevästä vedestä ei ole käytössä tällä hetkellä ja on esitetty arvioita, että alhaisen pitoisuuden vuoksi se ei olisi teknisesti eikä taloudellisesti järkevää. Nykyisin käytössä olevilla menetelmillä fosfaattifosforipitoisuuden olisi oltava 50...60 mg/l. Fosforin talteenotto struviittikiteytyksellä rejektivedestä tai palautuslietekierrosta on toteutettu useissa paikoissa eri puolilla maailmaa. Muun muassa Ostara Nutrient Recovery Inc on toteuttanut prosesseja 9 kpl USA:ssa, 5 kpl Kanadassa ja 3 kpl Euroopassa. Suomessa ei toteutuksia ole. Prosessi voidaan toteuttaa vain biologiseen fosforinpoistoon ja mädätykseen yhdistettynä.



Kuva 28. Fosforin talteenotto eri paikoista jäteveden- ja lietteenkäsittelyssä.

Suomessa biologinen fosforin poisto eli bioP on käytössä muutamalla puhdistamolla osaratkaisuna. BioP:tä täytyy yleensä täydentää meidän olosuhteissa kemiallisella käsittelyllä, koska bioP-prosessissa saavutettava lähtevän fosforin pitoisuus on 0,5 – 1 mg/l. BioP:en ei suositella kuitenkaan yhdistettäväksi esi- tai rinnakkaissaostusta, koska biolietteen saostuskemikaalipitoisuus pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena. Kemiallinen saostus tulisi siis tehdä jälkisaostuksena biologisen prosessin jälkeen. Biologista fosforinpoistoa voidaan pitää suositeltavana silloin, kun se voidaan toteuttaa yksinkertaisesti prosessissa, koska sillä voidaan vähentää saostuskemikaalin tarvetta. BioP:n soveltuminen on kuitenkin tarkasteltava puhdistamokohtaisesti, eikä sitä voida kaikkialla toteuttaa. BioP vaatii lisäksi mm. riittävän väljästi mitoitettua biologista altaa, joka sallii ilmasta-

mattoman tilavuuden kasvattamisen. Jos BioP yhdistetään kokonaistypenpoistoprosessiin, kilpailevat denitrifioivat bakteerit ja BioP-bakteerit käyttökelpoisesta hiilestä ja sen riittävyys riippuu käsiteltävän veden laadusta. Lisäksi puhdistamoilla, joilla tehostetaan kemiallisesti esiselkeytyksen toimintaa, siirtyminen biologiseen fosforin poistoon vaatisi esiselkeytyksen käytön vähentämistä ja biologisen prosessin kuorman kasvattamista, jolloin korkeakuormitteista prosessia jouduttaisiin laajentamaan. Biologisen ja kemiallisen fosforinpoiston tapauksessa syntyy kahta erilaista lietettä – biologista ja kemiallista lietettä.

Kun jätevesilietettä poltetaan, sen sisältämä fosfori jää tuhkaan. Tuhka sisältää lisäksi jäteveden sisältämät raskasmetallit ja fosfori on huonosti kasvien käytettävässä muodossa. Näin ollen tuhkan käyttöä suoraan lannoitteena rajoittaa sen raskasmetallipitoisuus ja lannoitearvo. Jotta tuhkan fosforipitoisuus olisi riittävän korkea ja prosessi voisi toimia, on tuhkan oltava peräisin vain jätevesilietteen polttolaitoksesta, ei sekapolttolaitoksesta. Talteenotto prosessit tuhkasta voidaan jakaa termokemiallisiin ja märkäkemiallisiin menetelmiin. Tällä hetkellä vain kaksi termiseen menetelmään perustuvaa prosessia on käytössä täydenmittakaavan laitoksena. Varsinainen talteenotto kuivastusta lietteestä ja tuhkasta on tekniikkana kokeilu- ja tutkimusasteella. Joitakin ison mittakaavan pilot-laitoksia on toiminnassa. Useiden prosessien toiminta perustuu biologisessa fosforinpoistossa tapahtuvaan fosfaatin vapautumiseen ja korkeaan fosfaattipitoisuuteen. Lietteen fosfori voidaan kierrättää myös käsittelemällä liete lannoitteeksi nykyään yleisillä menetelmillä.

Tällä hetkellä fosforin talteenotto prosesseista lopputuotteena tuotetaan yleensä struviittia (joko ammonium- ja kaliummuodossa) tai kalsiumfosfaattia, joita voidaan käyttää lannoitteena. Näillä voidaan myös korvata osa fosforimineraalista fosforin tuotannossa, jolloin lopputuotteena syntyy tetrafosforia (P₄). Lietetuhkasta talteen otettu fosfori voi olla kalsinoitua fosforia, joka sopii hyvin lannoitteeksi. Struviittilannoitteen markkina-arvo on viime vuosina vaihdellut välillä 0,4 – 0,5 €/kg P. Kierrätysfosforin kysyntä on kuitenkin vähäistä.

4.7 Suositeltavat prosessit jatkotarkasteluun

Seuraavassa on esitetty erilaisia prosessivariaatioita nykyisen puhdistamon saneerauksen sekä uuden puhdistamon vaihtoehdolle. Kaikissa alla luetelluissa prosessikokonaisuuksissa esikäsittely muodostuu välppäyksestä sekä ilmastetusta hiekanerotuksesta. Tarkemmasta tarkastelusta pois karsittavaksi suositeltavat prosessikokonaisuudet on esitetty alla ylivivattuna.

- Nykyisen puhdistamon saneeraus
 - o Aktiivilieteprosessi
 - Esiselkeytys + aktiivilieteprosessi + jälkikäsittely + desinfiointi
 - ~~Viirasuodatus + aktiivilieteprosessi + jälkikäsittely + desinfiointi~~
 - o MBBR
 - ~~Esiselkeytys + MBBR + flotaatio + desinfiointi~~
 - Esiselkeytys + MBBR + flokkaus + jälkiselkeytys + desinfiointi
 - o MBR
 - Hienovälppäys + Esiselkeytys + MBR + ohitusvesien käsittely (nykyisessä jälkiselkeytyksessä)
 - ~~Viirasuodatus + MBR + ohitusvesien käsittely (nykyisessä jälkiselkeytyksessä)~~
 - ~~Hienovälppäys + esiselkeytys + hybridi: perinteinen aktiivilieteprosessi/MBR~~
- Uusi Puhdistamo
 - o Aktiiviliete
 - Viirasuodatus + aktiivilieteprosessi + jälkikäsittely + desinfiointi
 - ~~Esiselkeytys + aktiivilieteprosessi + jälkikäsittely + desinfiointi~~
 - o MBBR
 - Viirasuodatus + MBBR + flotaatio + desinfiointi
 - ~~Esiselkeytys + MBBR + flotaatio + desinfiointi~~
 - o MBR
 - Viirasuodatus + MBR + actflo ohitusvesille
 - ~~Hienovälppäys + Esiselkeytys + MBR~~

Nykyisen puhdistamon saneerauksen osalta suositeltavina prosessikokonaisuuksina tarkempaan tarkasteluun voidaan pitää nykyisen aktiivilieteprosessin tehostamista ja uuden jälkikäsitteilyprosessin rakentamista, nykyisten ilmastusaltaiden muuttamista kantoaineilmastusaltaiksi ja uuden flotaatioselkeytysprosessin rakentamista sekä nykyisen prosessin muuttamista MBR-prosessiksi.

Nykyisellä puhdistamolla olevia esiselkeytysaltaita on lähtökohtaisesti suositeltavaa hyödyntää jatkossakin, eikä esiselkeytyksen korvaaminen viirasuodatuksella ole näin ollen järkevää. Aktiivilieteprosessivaihtoehdon kohdalla valittavasta jälkikäsitteilyprosessista ei ole tarpeen, ainakaan tässä suunnitteluvaiheessa, tehdä päätöstä. Lähtökohtaisesti jälkikäsitteily voidaan toteuttaa kaikilla esitellyillä jälkikäsitteilyvaihtoehdoilla. Kantoaineilmastusprosessin (MBBR) kohdalla nykyiset jälkiselkeytysaltaat korvattaisiin kaksilinjaisella flotaatioselkeytyksellä, koska kantoaineilmastuksesta selkeytykseen tulevat lietepartikkelit ovat usein huomattavasti aktiivilietteen partikkeleita kevyempiä ja näin ollen gravitaatioon perustuvassa laskeutuksessa voi esiintyä ongelmia. Toinen vaihtoehto MBBR-prosessista olisi tehdä ilmastusaltaiden loppuun erilliset flokkausaltaat, joissa lietepartikkelit saataisiin saostuskemikaaliannostuksella suuremmiksi ja paremmin laskeutuviksi ennen johtamista jälkiselkeytykseen. Koska puhdistamolla on olemassa olevat jälkiselkeytysaltaat, voidaan niiden hyödyntämistä myös jatkossa pitää suositeltavana.

MBR-prosessissa tarvittavat kalvomoduulit asennettaisiin toiseen nykyisistä jälkiselkeytysaltaista, jolloin toinen jälkiselkeytyksellä voitaisiin jättää ohitusvesien käsittelyyn. MBR-prosessin kohdalla desinfiointi sekä jälkikäsitteily voidaan jättää pois.

Uuden puhdistamon vaihtoehdossa gravitaatioon perustuvan esiselkeytyksen sijaan suositellaan viirasuodatusta, jolloin tarvittavat allastilavuudet pienenevät merkittävästi. Lisäksi viirasiivilöiden säätäminen on joustavampaa, eikä suuret hydrauliset vaihtelut näy sen toiminnassa yhtä selkeästi kuin laskeutusselkeytyksen. Lisäksi MBR-prosessin osalta hienovälppäys voidaan jättää pois, koska viirasuodatuksella saavutetaan riittävä kuitujen poistoteho. MBR-vaihtoehdossa ohitusvesien käsittely voidaan toteuttaa Actiflo-prosessilla, jolloin suuria allastilavuuksia ei tarvita.

Suosittelvat vaihtoehdot tarkempaan tarkasteluun ovat:

- VE 1: Nykyisen puhdistamon saneeraus ja tehostaminen
 - o VE 1A: Esiselkeytys + aktiivilieteprosessi + jälkikäsitteily + desinfiointi
 - o VE 1B: Esiselkeytys + MBBR + jälkiselkeytys + desinfiointi
 - o VE 1C: Hienovälppäys + esiselkeytys + MBR + ohitusvesien käsittely
- VE 2: Uusi jätevedenpuhdistamo
 - o VE 2A: Viirasuodatus + aktiivilieteprosessi + jälkikäsitteily + desinfiointi
 - o VE 2B: Viirasuodatus + MBBR + flotaatio + desinfiointi
 - o VE 2C: Viirasuodatus + MBR + Actiflo (ohitusvesien käsittely)

5. TARKASTELTAVAT PROSESSIVAIHTOEHDOT

5.1 VE 1: Nykyisen puhdistamon saneeraus ja tehostaminen

Vaihtoehdossa VE 1 nykyistä puhdistamaa tehostettaisiin parantamalla nykyisen prosessin toimintaa (VE 1A), muuttamalla nykyinen aktiivilieteprosessi kantoaineilmastukseksi (VE 1B) tai kalvobio-reaktoriprosessiksi (VE 1C).

Seuraavaksi on esitetty kaikkien saneerausvaihtoehtojen sisältämät toimenpiteet.

- Rakennustekniset työt:
 - o Valvomorakennuksen saneeraus
 - o Esikäsitteily ja lieterakennuksen kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet
 - o Haalausreitit teko esikäsitteilyrakennuksen välppätilaan
 - o Kemikaalien lastaussillan laajentaminen sekä kattaminen
 - o Kaikkien prosessialtaiden rakenteellisen kunnan tarkastaminen sekä tarvittaessa kunnostaminen
 - o Ilmastusaltaiden peltikatteiden poisto
 - o Ilmastusaltaiden väliseinien rakentaminen
 - o Uuden kompressorirakennuksen rakentaminen
 - o Hiekanerotusaltaiden kattaminen puolilämpimällä hallirakenteella
 - o Metallisten lietelavojen ohjainkiskojen asentaminen lietelavatilallaan

- Koneistotekniset työt:
 - o Laitoksen tuloputkien sulkuventtiilien ja niiden toimilaitteiden uusiminen
 - o Välppäkanavien sulkuluukkujen toimilaitteiden uusiminen
 - o Yhden uuden välppän hankkiminen ja vanhan hydraulivälppän poistaminen
 - o Välpekuljettimien ja välpepesurin uusiminen
 - o Uuden hiekkapesurin hankkiminen
 - o Erillisen hiekkalavan hankkiminen
 - o Ilmastuskompressoreiden hankkiminen
 - o Ilmastusputkistojen rakentaminen sekä ilmastusventtiilien asentaminen
 - o Pohjailmastimien hankkiminen ja nykyisten pintailmastimien poistaminen
 - o Ilmastusaltaiden sekoittimien hankkiminen
 - o Alkalointikemikaalin vastaanotto-, varastointi ja annostelulaitteistojen hankkiminen tai nykyisen kalkkisiilon kunnostus ja käyttöönotto alkalointikemikaalin annosteluun
 - o Saostuskemikaalipumppujen uusiminen
 - o Toisen linkokuivaimen uusiminen
 - o Lietteenkuivauksen polymeerin valmistus- ja annosteluaseman uusiminen
 - o Esi- ja jälkiselkeytysaltaiden kaavinkoneistojen vetopyörien korvaaminen kumipyörällä ja kiskon poistaminen
 - o Nykyisten lietepumppujen uusiminen tehdään niiden kunto huomioiden

- Sähkötekniset työt
 - o Laitoksen kokonaissähkötehon määrittely
 - o Nykyisen 20kV kojeiston ja muuntamon kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet. Nykyisen muuntajan teho on 800 kVA ja sen mitoitus on nykytiedoilla riittävä laitoksen saneeraustoimenpiteille.
 - o Laitoksen pääkeskuksen CA (muuntamorakennus) kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet. Pääkeskuksen muutokset uusien nousujohtojen (uudet keskukset) osalta ja laitoksen varavoimajärjestelyt pääkeskukselle.
 - o Laitoksen sähkökeskuksen DA (muuntamorakennus) kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet ja tarvittavat saneeraukseen liittyvät sähköistyksen muutokset.
 - o Laitoksen esikäsitteilyrakennuksen sähkökeskuksen DB kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet ja tarvittavat saneeraukseen liittyvät sähköistyksen muutokset tai vaihtoehtoisesti sähkökeskuksen uusiminen kokonaisuudessaan

saan saneerauksen vaatimat sähköistykset huomioiden. Mikäli päädytään uusiin sähkökeskukseen kokonaisuudessaan, samalla huomioidaan nykyiset sähkökeskukset DJ (kalkkisiilo) ja DK (ferron valmistus) siten, että niiden sähkölähdöt tulevat uusittavaan keskukseen.

- Sähkökeskusten DJ (kalkkisiilo) ja DK (ferron valmistus) uusiminen
 - Sähkökeskusten DF (huuhteluvesipumppaamo) uusiminen
 - Uusien prosessilaitteiden sähköistys
 - Saneerattavien rakennusten valaistusten- ja pistorasioiden kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet
 - Saneerauksen liittyvien uusien kaapelireittien rakentaminen
 - LVI-järjestelmien sähköistys
 - Uusien rakennusten rakennus- ja prosessisähköistys
 - Instrumentoinnin sähköistys
 - Automaatiojärjestelmän sähköistys
- Instrumentointi
- Kaikkien nykyisten instrumentointilaitteiden kuntokartoitus ja selvitys niiden soveltuvuudesta laitokselle hankittavaan automaatiojärjestelmään
 - laitoksen prosessi-instrumentoinnin parantaminen siten, että:
 - tehostetaan prosessien ohjausta ja valvontaa
 - minimoidaan energian- ja kemikaalien kulutus
 - saadaan tuotettua automaatiojärjestelmästä kattava raportointi laitoksen toiminnasta
 - instrumentointilaitteista laaditaan tekniset määrittelyt hankintojen suorittamiseksi
- Prosessiautomaatio
- Laitokselle hankitaan automaatiojärjestelmä, johon liitetään kaikki laitoksen prosessit. Automaatiojärjestelmä hankitaan siten, että se kykenee automaattiseen ympärivuorokautiseen toimintaan ilman käyttöhenkilökunnan paikalla oloa.

Säätö-, ohjaus- ja valvontatoiminnot sekä kaukokäyttö toteutetaan käyttöön soveltuvilla ohjelmoitavilla logiikoilla ja niihin liittyvillä tiedonsiirtoyhteyksillä sekä valvomo-ohjelmistoilla varustetulla PC-valvomolla.

Automaatiojärjestelmä rakentuu:

- itsenäisistä vapaasti ohjelmoitavista logiikoista (= laitosten automaatiokeskuksista)
 - valvomosta
 - tiedonsiirtoyhteyksistä automaatiokeskusten välillä sekä automaatiokeskusten ja valvomon välillä
 - tiedonsiirtoyhteyksistä erillisiin laitetoimittajan sähkö- ja ohjauskeskuksiin
 - tiedonsiirtoyhteyksistä instrumentointilaitteille
 - instrumentointilaitteista.
- Nykyinen valvomotilan ohjauspulpetti ja prosessikaavio puretaan pois ja tilalle rakennetaan uusi laitoksen valvomotila, jossa on laitoksen automaatiojärjestelmän valvomolaitteisto seuraavasti:
 - valvomotietokoneet
 - tietokoneiden näyttöyksiköt
 - automaatiojärjestelmän raportti- ja hälystyskirjoittimet
 - tarvittavat tiedonsiirtolaitteet automaatiojärjestelmän automaatiokeskuksille, etäkäyttöyhteyksille ja ns. ylätason palveluihin
 - Valvomorakennuksen LVI-järjestelmien saneeraus, maassa olevien viemäreiden kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet.

Kaikkien nykyisten instrumentointilaitteiden kuntokartoitus ja selvitys niiden soveltuvuudesta laitokselle hankittavaan automaatiojärjestelmään

- LVI-järjestelmän saneeraus
 - o Valvomorakennuksen LVI-järjestelmien saneeraus, maassa olevien viemäreiden kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet.
 - o Nykyisten prosessirakennusten LVI-järjestelmien saneeraus, maassa olevien viemäreiden kuntokartoitus ja siinä ilmenevät kunnostustoimenpiteet.
 - o Uusien ja puolilämpimiksi tiloiksi katettujen rakennusten LVI-järjestelmien rakentaminen.
 - o Rakennusten lämmitystapavertailu ja valinta lämmönlähteestä.
 - o Prosessirakennusten hajukaasujen suodatukseen varautuminen.

Tulevaisuuden haitta-ainepoistovaatimukseen varaudutaan jättämällä asemapiirustuksessa esitellylle paikalle tilavarauksia haitta-ainepoistoprosessille.

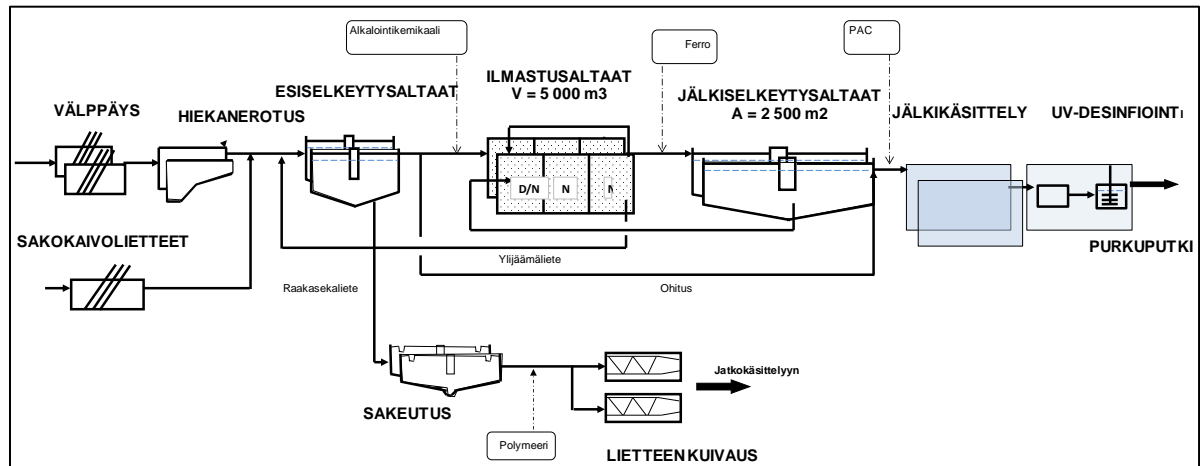
5.1.1 VE 1A: Aktiivilieteprosessi ja jälkikäsittely

Tässä vaihtoehdossa nykyistä puhdistusprosessia tehostetaan uudella jälkikäsittelyvaiheella, joka rakennettaisiin nykyisten jälkiselkeytyslaitteiden itäpuolelle. Jälkikäsittelyn prosessivaihtoehtoja ovat ainakin kappaleessa 4.5 kuvatut hiekkasuodatus, kiekkosuodatus, kangassuodatus, flotaatio sekä Activflo. Jälkikäsittely on suositeltavaa toteuttaa muusta urakasta erillisenä prosessiurakkana, jonka tarjouspyynnöt laaditaan siten, että prosessitoimittajilla on mahdollista tarjota erilaisia jälkikäsittelyprosesseja. Tällöin eri jälkikäsittelyprosessivaihtoehtojen kustannuserot saadaan selville. Jälkikäsittelyprosessin vaatimat kemikaalilaitteet ja laitteistot tulee sijoittaa jälkikäsittelyrakennukseen. Jälkikäsittelyrakennukseen sijoitetaan myös UV-desinfiointilaitteistot tai niille jätetään vähintäänkin tilavarauksia rakennukseen. Jälkikäsittelyprosessista riippuen selvitetään, tarvitaanko nykyisen jälkiselkeytyksen jälkeen välipumppausta.

Nykyiset ilmastuslinjat jaetaan kolmeen lohkoksi, joista ensimmäisiin asennetaan mekaaniset sekoittimet, denitrifioivan ajotavan mahdollistamiseksi. Kaikkiin lohkoihin asennetaan kuitenkin myös pohjailmastimet, jolloin prosessia voidaan ajaa kylmän veden aikaan myös täysilmastettuna. Viimeiseen ilmastuslohkoihin asennetaan vaakasenteiset potkuripumput, joilla denitrifioivan ajotavan aikaan nitraattipitoista lietettä kierrätetään takaisin ensimmäiseen lohkoon (denitrifikaatiolohko). Ilmastukseen vaadittavat kompressorit sijoitetaan asemakuvassa esitettyyn uuteen kompressorirakennukseen. Palautuslietteen pumppauksen toteutus tarkennetaan myöhemmässä suunnitteluvaiheessa. Lähtökohtaisesti nykyisiä ruuveja voidaan käyttää palautuslietteen pumppaamiseen, mikäli niiden kunto on todennettu hyväksi.

Nitrifikaation aiheuttaman alkaliteettivajeen vuoksi prosessiin syötetään alkalointikemikaalia. Alkalointikemikaalina voidaan käyttää kalkkia, jonka varastointiin voidaan käyttää nykyistä kalkkisiiloa lietteenkäsittelyrakennuksessa. Kalkkisiilon alapuoliseen tilaan tehdään kalkinliuotusallas, josta kalkkiliuos voidaan pumpata ilmastukseen.

Laitokselle hankitaan myös uusi polymeeriasema, jolla polymeeria annostellaan jälkiselkeytykseen johdettavaan veteen ja näin tehostetaan selkeyttimen toimintaa. Polymeerin valmistus- ja annostelulaitteiston voidaan sijoittaa uuden kompressorirakennuksen yhteyteen.


Kuva 29. VE 1A: Aktiivilieteprosessi + jälkikäsitteily

Seuraavissa taulukoissa on esitetty tämän vaihtoehdon mukaiset päämitoitustiedot. Tarkemmat mitoitustiedot löytyvät liitteenä olevasta prosessimitoituskaaviosta.

Esikäsitteily

Esikäsitteily koostuu välppäyksestä sekä ilmastetusta hiekanerotuksesta. Välppäys koostuu kahdesta porrsvälppästä, joista toinen on nykyinen ja toinen hankitaan vanhan välppän tilalle. Erotettu välpe johdetaan välpepesurille, jossa välpe pestään ja johdetaan välpelavalle.

Taulukko 6. VE 1A: Välppäyksen mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, q_{kesk}	m^3/h	600
Virtaama, q_{mit}	m^3/h	1 000
Virtaama, q_{max}	m^3/h	2 800
Porrsvälppä	kpl	2
Kapasiteetti/välppä	m^3/h	2 800

Hiekanerotus toteutetaan nykyisessä kaksilinjaisessa hiekanerotuksessa. Hiekanerotuksen päällä nykyisin oleva kate puretaan ja tilalle rakennetaan puolilämmin hallirakenne.

Taulukko 7. VE 1A: Hiekanerotuksen mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvo v. 2040
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yht	m^2	102
Tilavuus, yht	m^3	460
Viipymä, q_{KA}	min	46
, q_{MIT}	min	28
, q_{MAX}	min	10
Hiekanpoistopumput	kpl	2
Hiekkapesuri	kpl	1
Kapasiteetti	l/s	10
Hiekkalava	kpl	1

Esiselkeytyk

Esiselkeytysaltaina käytetään nykyisiä pyöreitä selkeytysaltaita (2 kpl). Selkeytysaltaiden rakenteellinen kunto tulee tarkastaa ja tarvittaessa altaat kunnostetaan. Esiselkeytysaltaan lietelaahat uusitaan niiden kunto huomioiden. Vetokoneiston nykyinen vetopyörä vaihdetaan kumipyörään ja vetokoneiston johdinkisko poistetaan.

Taulukko 8. VE 1A: Esiselkeytyksen mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, q_{kesk}	m ³ /h	600
Virtaama, q_{mit}	m ³ /h	1 000
Virtaama, q_{max}	m ³ /h	2 800
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yht. /allas	m ² m ²	1 000 500
Tilavuus, yht /allas	m ³ m ³	1 500 3 000
Pintakuorma, Q_{KA} Q_{mit} Q_{max}	m/h m/h m/h	0,60 1,00 2,80
Viipymä, k_a mit max	h h h	5,0 3,0 1,1

Ilmastus

Ilmastusaltaina käytetään nykyisiä altaita. Nykyisiin ilmastuslinjoihin rakennetaan väliseinät, joilla kumpikin linja jaetaan kolmeen lohkokoon. Kaikki lohkot varustetaan pohjailmastimilla (hienokupla). Virtaus suunnassa ensimmäinen lohko varustetaan myös mekaaniset sekoittimet DN-ajotavan (denitrifikaatio-nitrifikaatio) mahdollistamiseksi lämpimän veden aikaan. Viimeisiin ilmastuslohkoihin asennetaan vaaka-asenteiset potkuripumput, joilla nitraattipitoista liettä kierrätetään reaktorin alkuun denitrifikaatiolohkoon (DN-ajotapa).

Biologisen prosessin maksimivirtaama on 2 500 m³/h, joten kaikkein suurimmat ja melko harvinaiset virtaamapiikit (2 500...2 800 m³/h) ohjataan esiselkeytyksestä suoraan jälkikäsitteilyyn. Tällä estetään suuren virtaamapiikin aiheuttama lietteen karkaaminen jälkiselkeytysaltaista.

Ylijäämäliete poistetaan nykyisten putkistojen kautta esiselkeytykseen, jossa se poistetaan raa-kasekalietteen mukana. Ylijäämälietepumput uusitaan niiden kunto huomioiden.

Taulukko 9. VE 1A: Ilmastuksen mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, $q_{mit, biol}$	m ³ /h	2 000
Kuormitus, BOD	kg/d	1 310
N	kg/d	396
NH₄-N	kg/d	330
Linjoja	kpl	2
Tilavuus, yhteensä	m ³	5 000
/linja	m ³	2 500
/anoksinen, yht	m ³	0...1650
/hapellinen, yht	m ³	3 350...5 000
MLSS	kg/m ³	5,0
Lietekuorma	kgBOD/kgMLSS	0,053
Tilakuorma	kgBOD/m ³	0,263
Lieteikä	d	13,3
Viipymä, mit	h	2,5
kesk	h	8,3
AOR, DN	kgO ₂ /d	2 900
NN	kgO ₂ /d	3 950

Jälkiselkeyty

Jälkiselkeyty toteutetaan nykyisissä altaissa, joiden rakenteellinen kunto tulee tarkastaa. Myös jälkiselkeytysaltaiden vetokoneiston vetopyörä sekä ohjauskisko poistetaan ja vetopyöräksi asennetaan kuminen vetopyörä. Laahainkoneisto uusitaan tarvittaessa. Palautusliete poistetaan altaan pohjalta kuten nykyisinkin ilmastusaltaiden päädyissä sijaitseviin pumppaamoaltauksiin. Pumppaamoaltaasta palautusliete pumpataan linjakohtaisesti ilmastuslinjojen alkuun.

Taulukko 10. VE 1A: Jälkiselkeytysaltaiden mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yhteensä	m ²	2 500
Tilavuus, yhteensä	m ³	8 750
Pintakuorma, kesk	m/h	0,24
mit	m/h	0,40
max	m/h	0,80
Viipymä, kesk	h	14,6
mit	h	3,1
max	h	4,4
Lietepintakuorma, kesk	kgSS/m ² h	1,20
mit	kgSS/m ² h	2,00
max	kgSS/m ² h	4,00
Lietetilavuuskuorma, kesk	m ³ /m ² h	0,14
mit	m ³ /m ² h	0,24
max	m ³ /m ² h	0,48

Jälikäsittely

Jälikäsittelyn tilavaraus on esitetty liitteen asemapiirustuksessa. Taulukossa 11 on esitetty alustavat jälikäsittelyprosessin mitoitusarvot.

Taulukko 11. VE 1A: Jälikäsittelyn mitoitusarvot.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, q_{kesk}	m ³ /h	600
Virtaama, q_{mit}	m ³ /h	1 000
Virtaama, q_{max}	m ³ /h	2 800
Linjoja	kpl	2
SS-kuorma, kesk.	mg/l	10
max	mg/l	100
kesk	kg/d	6
max	kg/d	280

Lietteenkäsittely

Esiselkeytyksestä poistettava raakasekaliete johdetaan ensin kaksilinjaiseen sakeutukseen. Sakeuttamoiden pohjalta tiivistynyt liete pumpataan kuivattavaksi kahdelle linkokuivaimelle. Kuivattu liete pumpataan hydraulisilla mäntäpumpuilla kahdelle lietelavalle.

Saneerauksen yhteydessä toinen linkokuivain uusitaan ja lietteenkuivaukseen hankitaan uusi polymeerin valmistus- ja annostelulaitteisto.

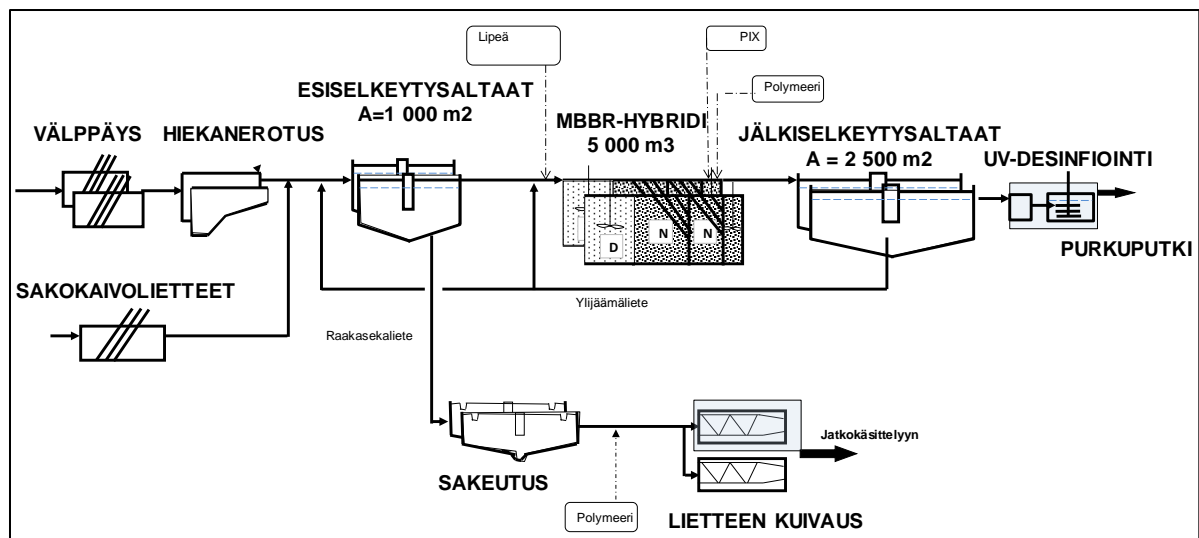
Taulukko 12. VE 1A: Lietteenkäsittelyn mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Sakeuttamo		
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yht	m ²	226
/allas	m ²	113
Tilavuus, yht	m ³	757
/allas	m ³	379
Lietettä sakeutukseen	kgTS/d	2 800
	m ³ /d	185
Lietepintakuorma	kgTS/m ² h	0,51
Hydraulinen pintakuorma	m/h	0,03
Sakeutetun lietteen kuiva-ainepit.	%TS	3...5
Sakeutettua lietettä	m ³ /d	56...93
Lietteen kuivaus		
Linkokuivain	kpl	2
Lietettä kuivaukseen	m ³ /d	56...93
	kgTS/d	2 640
Kuivatun lietteen kuiva-ainepit.	%TS	20...25
Kuivattua lietettä	m ³ /d	11,5
	m ³ /a	4 190

5.1.2 VE 1B: Kantoaineilmastusprosessi (MBBR)

Tässä vaihtoehdossa nykyinen biologinen prosessi muutetaan osittain kantoaineilmastukseksi (MBBR-prosessi) lisäämällä ilmastusaltaisiin kantoainekappaleita. Nykyiset ilmastusaltat jaetaan kolmeen lohkokon, joista ensimmäiset toimivat anoksisina denitrifikaatiolohkoina. Näihin denitrifikaatiolohkoihin ei asenneta kantoainekappaleita vaan se toimii aktiivilieteperiaatteella. Ilmastetuihin lohkokoihin asennetaan kantoainekappaleet (MBBR-hybridi-prosessi).

Kantoaine-prosessista poistuva vesi johdetaan jälkiselkeytykseen ja edelleen UV-desinfiointiin kautta purkuun. Koska kantoaineilmastuksesta poistuvan jäteveden lietteflokkit ovat tyypillisesti aktiivilieteprosessia pienempiä ja kevyempiä, rakennetaan ilmastuslinjojen loppuun väliseinällä erotettu flokkausallas, johon annostellaan polymeeriä sekä jälkisaostuskemikaalia. Näin saadaan parannettua kantoaineilmastuksesta poistuvan lietteen laskeutuvuutta ja näin ollen tehostettua jälkiselkeytyksen toimintaa.



Kuva 30. VE 1B: Kantoaineilmastusprosessi

Seuraavissa taulukoissa on esitetty tämän vaihtoehdon mukaiset päämitoitustiedot. Tarkemmat mitoitustiedot löytyvät liitteenä olevasta prosessimitoituskaaviosta.

Välppäys

Sama kuin VE 1A.

Hiekanerotus

Sama kuin VE 1A

Esiselkeytytys

Sama kuin VE 1A.

Kantoaineilmastus

Nykyisiin ilmastusaltaisiin rakennetaan väliseinät, joilla linjat jaetaan kolmeen lohkokon, kuten aktiivilietevaihtoehdossakin, mutta tässä vaihtoehdossa linjojen loppuun rakennetaan myös väliseinällä erotettu flokkausallas. Virtausuunnassa ensimmäisiin lohkokoihin asennetaan mekaaniset sekoittimet samoin kuin aktiivilietevaihtoehdossakin. Denitrifikaatiolohkoihin ei asenneta kantoainekappaleita vaan ne jäävät toimimaan aktiivilieteperiaatteella (hybridiprozessi). Kaksi muuta lohkoa muutetaan kantoaineilmastukseksi. Kantoaineilmastuslohkot varustetaan pohjailmastimilla (keskikarkea- tai karkeakupla), mutta ensimmäinen denitrifikaatiolohko varustetaan ainoastaan mekaanisella sekoituksella, jolloin se toimii anoksisena ympärivuotisesti.

Ilmastuskompressoreiden sijoitusta varten myös tässä vaihtoehdossa rakennetaan uusi kompressorirakennus, jonka yhteyteen tehdään tilat myös alkalointikemikaalin varasto- ja annostelulaitteistoille. Kantoaineilmastuksen yhteydessä alkalointikemikaalina tulee käyttää lipeää. Käytettäessä kalkkia alkalointiin, on vaarana, että kalkkisaostumat tukkivat kantoainekappaleita ja näin ollen pienentävät kantoainekappaleiden tehollista pinta-alaa.

Kantoaineilmastuslohkoihin tulee asentaa lähtösiivilät tai -putket estämään kantoainekappaleiden karkaaminen prosessista. Kantoaineprosessista poistuva ns. vapaa liete poistetaan jälkiselkeytysaltaan pohjalta nykyisiä putkilinjoja pitkin palautuslieteruuville, jolla se nostetaan oleviin palautuslietekanaviin ja johdetaan palautuslietteenä denitrifikaatiolohkoihin. Osa palautuslietteestä poistetaan ylijäämalietteenä esiselkeytykseen, josta edelleen lietteenkäsittelyyn.

Kantoaineilmastusprosessi voidaan mitoittaa laitoksen maksimituntivirtaamalle, koska biomassa ei huuhtoudu kantoaineilmastuksesta pois suurillakaan virtaamilla.

Taulukko 13. VE 1B: Kantoaineilmastuksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, $q_{mit, biol}$	m ³ /h	2 800
Kuormitus, BOD	kg/d	1 310
N	kg/d	396
NH₄-N	kg/d	330
Linjoja	kpl	2
Tilavuus, yht	m ³	4 100
/linja	m ³	2 050
anoksinen, yht	m ³	1 650
hapellinen, yht	m ³	2 550
Kennopinta-ala	m ²	756 000
Ominaispinta-ala	m ² /m ³	600
Täyttöaste	%	30
Median tilavuus	m ³	1 260
Ominaispintakuorma, kesk	g/m ² xd	1,74
max	g/m ² xd	3,47
MLSS, sidottu	kg/m ³	7
Lietekuorma	kgBOD/kgMLSS	0,035
Viipymä, mit	h	1,5
AOR, DN	kgO ₂ /d	2 240

Jälkiselkeyty

Jälkiselkeytyksen toiminta säilytetään nykyisellään.

Lietteenkäsittely

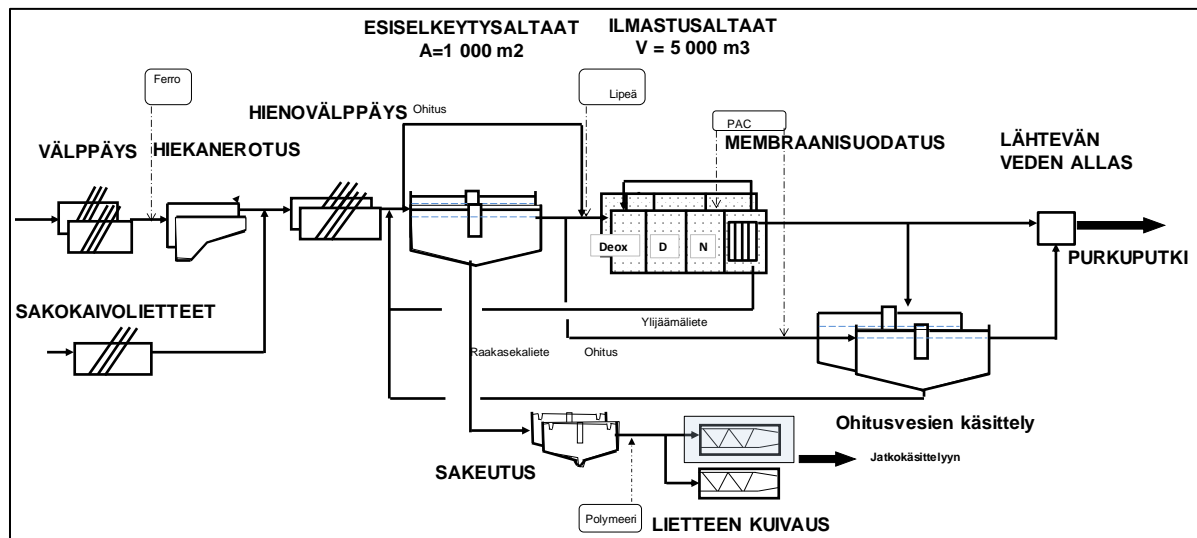
Tämän vaihtoehdon lietteenkäsittely on vastaava kuin vaihtoehdon VE 1A. Kantoaineilmastuksesta lietteenkäsittelyyn johdettavan biologisen ylijäämalietteen määrä on kuitenkin todennäköisesti hieman pienempi kuin aktiivilieteprosessissa.

5.1.3 VE 1C: Kalvobioreaktoriprosessi (MBR)

Tässä vaihtoehdossa ilmastusaltaiden loppuun asennetaan kalvosuodatusmoduuleita, joiden avulla liete-vesisuspensio erotetaan toisistaan. Suodatettu vesi (permeaatti) johdetaan purkuun.

Kalvosuodatusprosessin kapasiteetin ylittävä virtaamaosuus johdetaan esiselkeytyksen jälkeen jälkiselkeytysaltaisiin, jotka toimivat ohitusvesien käsittelyinä. Ohitusveden käsittelyyn syötetään saostuskemikaalia käsittelyn tehostamiseksi. Lämpimän veden aikaan esiselkeytys voidaan osittain tai kokonaan tarvittaessa ohittaa, jolloin denitrifikaatioprosessiin saadaan enemmän sen tarvitsemaa orgaanista hiiltä ja näin ollen tehostettua prosessia.

Tässä vaihtoehdossa ei tarvita jälkikäsittelyprosessia eikä lähtevän jäteveden desinfiointia, koska kalvosuodatuksen on havaittu pidättävän bakteereiden ohella myös suuren osan jäteveden sisältävistä viruksista.



Kuva 31. VE 1C: MBR-prosessi

Seuraavissa taulukoissa on esitetty tämän vaihtoehdon mukaiset päämitoitustiedot. Tarkemmat mitoitustiedot löytyvät liitteenä olevasta prosessimitoituskaaviosta.

Välppäys

Sama kuin VE 1A ja 1B.

Hiekanerotus

Sama kuin VE 1A ja 1B.

Hienovälppäys

Kalvosuodattimien tukkeutumisen ja rikkoontumisen ennaltaehkäisyksi tulee MBR-prosessiin johdettava jätevesi käsitellä normaalia hienommalla reikävälppällä (reikäkoko 1...2 mm) kuitujen (esim. hiukset) yms. poistamiseksi. Hienovälppäys on kaksilinjainen, joista molemmat välpät mitoitetaan laitoksen maksimitulovirtaamalle.

Esiselkeytys

Sama kuin VE 1A ja 1B. Biologisen prosessin mitoitusvirtaaman ylittävä virtaamaosuus johdetaan esiselkeytyksen jälkeen ohitukseen.

Ilmastus ja kalvosuodatus

Tässä vaihtoehdossa ilmastusaltaille tehdään samat toimenpiteet kuin vaihtoehdossa VE 1A, mutta ilmastusaltaiden alkuun rakennetaan ns. Deox-lohko, johon kalvosuodatusaltaasta pumpattava

erittäin happipitoinen liete-vesisuspensio pumpataan. Deox-altaan tarkoitus on, että veden happipitoisuus ehtii laskea riittävästi ennen johtamista ensimmäiseen denitrifikaatiolohkoon (D/N-lohko). Esiselkeytyksestä tuleva jätevesi johdetaan siis deox-lohkon ohi, suoraan ensimmäiseen D/N-lohkoon. Kaikkiin ilmastusaltaiden lohkoihin asennetaan pohjailmastimet (hienokupla). D/N-lohkoihin ja Deox-lohkoihin asennetaan lisäksi mekaaniset sekoittimet.

Nykyiset ilmastusaltat jaetaan kolmeen lohkoon, joista ensimmäiset toimivat anoksisina denitrifikaatiolohkoina, joihin asennetaan mekaaniset potkurisekoittimet. Denitrifikaatiolohkojen reunaan/nurkkaan rakennetaan väliseinällä erotettu (n. 250 m³/linja) hapenpoisto-osio (Deox-allas), koska kalvosuodatukselta denitrifikaatiolohkoon pumpattavan lietteen happipitoisuus on korkea ja se näin ollen saattaisi häiritä denitrifikaatioprosessia. Kierrätettävä liete voidaan pumpata vaakaksellisella potkurisekoittimella ilmastusaltaiden nykyisistä poistokouruista olemassa oleviin palautuslietekanaviin, joita pitkin liete johdetaan Deox-altaaseen. Kaksi jälkimmäistä lohkoa toimivat aina ilmastettuina nitrifikaatiolohkoina. Kalvosuodatusmoduulit asennetaan viimeisiin ilmastuslohkoihin, joista lietettä kierrätetään ilmastuslinjan alkuun tehtävään Deox-altaaseen. Kalvosuodatin-toimittajasta riippuen, on kalvomoduuleiden asennus myös viimeistä edelliseen lohkoon mahdollista.

Ilmastusaltaiden päälle rakennetaan MBR-prosessin vaatima laitetila. Laitetilaan sijoitetaan mm. permeaattipumput, kalvosuodatusprosessin venttiilit ja putkistoa. MBR-prosessin vaatimat pesukemikaalit voidaan sijoittaa erilliseen tilaan uuden kompressorirakennuksen yhteyteen.

MBR-prosessista poistuva vesi johdetaan ohitusvesien käsittelyyn jäävien selkeytysaltaiden kautta purkuun. Tällaisella järjestelyllä estetään ohitusvesien käsittelyyn jäävän selkeytysaltaan mahdolliset jäätymisongelmat. Ohitustilanteessa kalvojen läpi suodatettu vesi johdetaan suoraan purkuun ja selkeytysaltaisiin johdetaan ainoastaan ohitusvedet.

Ylijäämälietteen poistoa varten ilmastusaltaiden viimeisiin lohkoihin asennetaan uppopumput, joilla ylijäämäliete poistetaan esiselkeytyksen tulokaivoon. Ennen kalvosuodatusosiota veteen syötetään alumiinipohjaista saostuskemikaalia fosforin saostamiseksi. Taulukossa 14 on esitetty tämän vaihtoehdon biologisen prosessin mitoitus.

Taulukko 14. VE 1C: Ilmastuksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Ilmastus		
Virtaama, $q_{mit, biol}$	m ³ /h	1 200
Osuus kokonaisvirtaamasta	%	97,6
Kuormitus, BOD	kg/d	1 310
N	kg/d	396
NH₄-N	kg/d	330
Linjoja	kpl	2
Tilavuus, ilmastus	m ³	3 445
MBR	m ³	1 555
Yht.	m ³	5 000
anoksinen, yht	m ³	0...1 650
hapellinen, yht	m ³	3 350...5 000
MLSS, ilmastus	kg/m ³	6
Lietekuorma	kgBOD/kgMLSS	0,040
Tilakuorma	kgBOD/m ³	0,263
Lieteikä	d	16,5
Viipymä, mit	h	4,2
kesk	h	8,3
AOR, DN	kgO ₂ /d	3 070
NN	kgO ₂ /d	4 200
MBR-prosessi		
Virtaama, q_{kesk}	m ³ /h	600
Virtaama, q_{mit}	m ³ /h	1 000
Virtaama, $q_{max, biol}$	m ³ /h	1 200
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yht (mbr)	m ²	445
Tilavuus, yht (mbr)	m ³	1 336
Mitoituskalvovuot q_{kesk}	LMH	9,0
	LMH	15,1
	LMH	18,1
Kalvon pinta-ala	m ²	66 400
	m ² /kpl	400
	kpl	160
Lietekierto	%	300
Puhdistusilmamäärä, kesk	m ³ /h	13 300
Permeaattipumput	kpl	8

Ohitusvesien käsittely

Nykyiset jälkiselkeytysaltaat jätetään ohitusvesien käsittelyyn. Laitoksen tulovirtaaman ylittäessä biologisen prosessin mitoitusvirtaaman (1 200 m³/h), johdetaan ylittävä virtaamaosuus suoraan esiselkeytyksen jälkeen ohitukseen. Ohitukseen johdettavaan veteen syötetään saostuskemikaalia, jotta ohitusvesien käsittelyllä saavutetaan mahdollisimman hyvä puhdistustulos.

Normaalitilanteessa kalvosuodatusprosessista poistuva suodatettu vesi johdetaan ohitusvesien käsittelyyn jäävien selkeytysaltaiden kautta purkuun, jolloin estetään altaiden jäätyminen. Ohitustilanteessa altaiisiin johdetaan ainoastaan esiselkeytyksestä tulevat ohitusvedet ja kalvosuodatuksesta tuleva vesi johdetaan venttiilijärjestelyin suoraan purkuun.

Lietteen käsittely

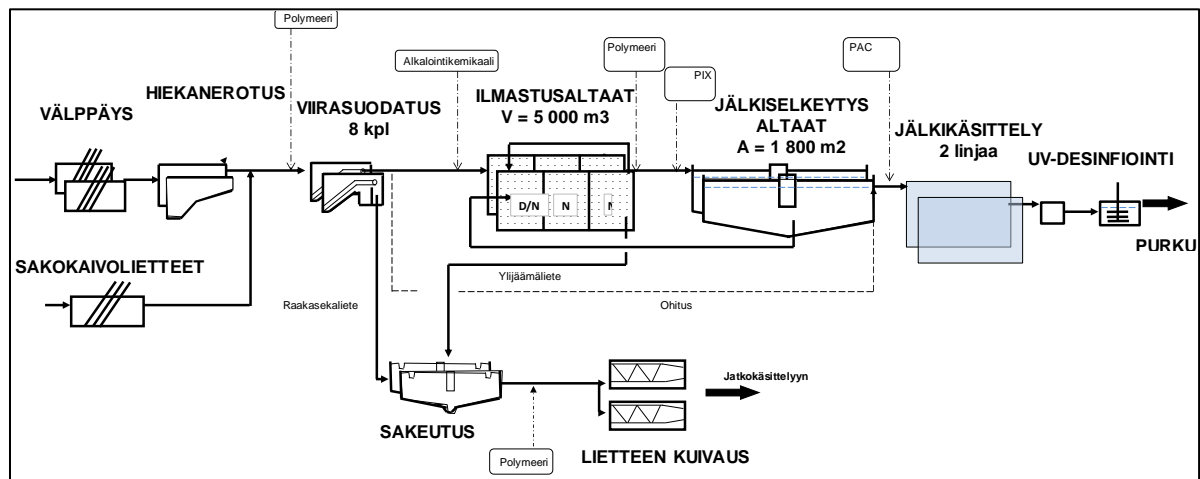
Tämän vaihtoehdon lietteenkäsittely on vastaava kuin vaihtoehdon VE 1A. Kantoaineilmastuksesta lietteenkäsittelyyn johdettavan biologisen ylijäämälietteen määrä on kuitenkin todennäköisesti hieman pienempi kuin aktiivilieteprosessissa.

5.2 VE 2: Uusi jätevedenpuhdistamo

Vaihtoehdossa VE 2 Imatralle rakennetaan uusi jätevedenpuhdistamo, jonka sijaintia ei ole tarkkaan määritelty, mutta sijaintivaihtoehdoksi on pohdittu ainakin, nykyiseltä puhdistamolta katsottuna, Vuoksen vastakkaista rantaa, joka sijaitsee melko lähellä Venäjän rajaa. Nykyisen Meltolan jätevedenpuhdistamon alueelle jäisi siirtopumppaamo, josta tuleva jätevesi pumpattaisiin siirtolinjaa pitkin uudelle puhdistamolle.

5.2.1 VE 2A: Aktiivilieteprosessi ja jälkikäsittely

Tämän vaihtoehdon prosessivaiheet ovat vastaavat kuin nykyisen puhdistamon saneerauksen vaihtoehdon VE 1A. Uuden puhdistamon vaihtoehdossa esiselkeytys on kuitenkin korvattu viirasuodatuksella.



Kuva 32. VE 2A: Aktiivilieteprosessi ja jälkikäsittely

Seuraavaksi esitetään vaihtoehdon yksikköprosessit ja niiden mitoitus. Tarkempi prosessimitoitus on esitetty liitteen prosessimitoituksessa.

Esikäsittely

Tuleva jätevesi pumpataan esikäsittelyosaan, jossa sijaitsevat välppät, hiekanerotusallas sekä välpe- ja hiekkalavat. Välppien avulla tulevasta jätevedestä erotetaan karkea jäte. Erotettu välpe pestään välpepesurilla ja pesty sekä puristettu välpejäte siirretään välpelavoille, joilla ne kuljetetaan jatkokäsittelyyn.

Välppätty jätevesi johdetaan ilmastettuun hiekanerotukseen, jossa erottunut hiekkavesiseos pumpataan hiekkapesurille. Pesty hiekka kuljetetaan kaatopaikalle täyttömaaksi. Hiekanerotuksesta jätevedet johdetaan viirasuodatukseseen. Hiekanerotuksessa poistetaan myös pintaan nousevaa rasvaa.

Esikäsittelyn (välppäys ja hiekanerotus) allaskoot, mitoitusarvot sekä keskeisimmät laitteistot ja niiden lukumäärä on esitetty taulukoissa 15 ja 16.

Taulukko 15. VE 2A: Välppäyksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, q_{kesk}	m ³ /h	600
Virtaama, q_{mit}	m ³ /h	1 000
Virtaama, q_{max}	m ³ /h	2 800
Porrasvälppä	kpl	2
Kapasiteetti/välppä	m ³ /h	2 800

Taulukko 16. VE 2A: Hiekanerotuksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvo v. 2040
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yht	m ²	127
Tilavuus, yht	m ³	380
Viipymä, q_{KA}	min	38
, q_{MIT}	min	23
, q_{MAX}	min	8
Hiekanpoistopumput	kpl	2
Hiekkapesuri	kpl	1
Kapasiteetti	l/s	10
Hiekkalava	kpl	1

Viirasuodatus

Hiekanerotuksesta tuleva jätevesi johdetaan ennen viirasuodattimia polymerointitankkiin, jossa siihen syötetään polymeeria viirasuodatusprosessin tehostamiseksi. Viirasuodattimet voivat olla joko teräslaatikoon asennettavia omilla jaloilla seisovia yksiköitä tai vaihtoehtoisesti kanavaan asennettavia. Viiroilla erotettu liete tiivistetään, viiraan integroidulla tiivistinruuvilla noin 3...5 % TS pitoisuuteen, jonka jälkeen se pumpataan sakeuttamoon. Viirojen jälkeen suodatettu jätevesi johdetaan biologiseen prosessiin. Alustavan mitoituksen perusteella tarvittava viirasuodatinyksiköiden lukumäärä on 10 kpl.

Taulukko 17. VE 2A: Viirasuodatuksen mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, q_{kesk}	m ³ /h	600
Virtaama, q_{mit}	m ³ /h	1 000
Virtaama, q_{max}	m ³ /h	2 800
Suodatusyksiköitä	kpl	8
suodatuspinta-ala, yht.	m ²	16
/yksikkö	m ²	2
Pintakuorma, Q_{KA}	m/h	38
Q_{mit}	m/h	63
Q_{max}	m/h	175

Ilmastus

Biologiset reaktorialtaat rakennetaan kaksilinjaisena, jossa typenpoisto tapahtuu DN-prosessina. Biologisista reaktorialtaista jätevesi johdetaan linjakohtaisiin jälkiselkeytysaltaisiin. Biologinen prosessi mitoitetaan virtaamalle 1 500 m³/h (n. 99 % virtaamaosuus), jolloin jälkiselkeytyksen allastilavuudet saadaan pienemmäksi. Mitoitusvirtaaman ylittävä virtaamaosuus johdetaan viirasuodatuksen jälkeen suoraan jälkikäsitteilyyn. Ylijäämäliete poistetaan ilmastusaltaiden viimeisestä lohokosta sakeutukseen. Ilmastusaltaiden allastilavuudet sekä mitoitusarvot on esitetty taulukossa 18.

Taulukko 18. VE 2A: Ilmastusaltaiden mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, $Q_{mit, biol}$	m ³ /h	1 500
Kuormitus, BOD	kg/d	1 310
N	kg/d	396
NH₄-N	kg/d	330
Linjoja	kpl	2
Tilavuus, yhteensä	m ³	5 000
/linja	m ³	2 500
/anoksinen, yht	m ³	0...1650
/hapellinen, yht	m ³	3 350...5 000
MLSS	kg/m ³	5,0
Lietekuorma	kgBOD/kgMLSS	0,053
Tilakuorma	kgBOD/m ³	0,263
Lieteikä	d	13,3
Viipymä, mit	h	3,3
kesk	h	8,3
AOR, DN	kgO ₂ /d	2 900
NN	kgO ₂ /d	3 950

Jälkiselkeytyk

Jälkiselkeytykseen rakennetaan kaksi kappaletta jälkiselkeytysaltaita. Jälkiselkeytyksestä palautusliete pumpataan ilmastusaltaan alkuun. Jälkiselkeytetty jätevesi johdetaan selkeytetyn jäteveden poistokourusta jälkikäsitteilyyn.

Taulukko 19. VE 2A: Jälkiselkeytyksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yhteensä	m ²	1 800
Tilavuus, yhteensä	m ³	7 200
Pintakuorma, kesk	m/h	0,33
mit	m/h	0,56
max	m/h	0,83
Viipymä, kesk	h	12,0
mit	h	7,2
max	h	2,6
Lietepintakuorma, kesk	kgSS/m ² h	1,67
mit	kgSS/m ² h	2,78
max	kgSS/m ² h	4,17
Lietetilavuuskuorma, kesk	m ³ /m ² h	0,20
mit	m ³ /m ² h	0,33
max	m ³ /m ² h	0,50

Jälkikäsitteily

Sama kuin VE 1A.

Lietteenkäsittely

Biologisessa prosessissa muodostuva ylijäämäliete käsitellään kaapimilla varustetuissa lietteen sakeutusaltaissa. Viirasuodatukselta poistettava tiivistetty raakaliete voidaan pumpata suoraan lietteen kuivaukseen tai se voidaan johtaa sakeuttamoon, jolloin se todennäköisesti tehostaa ylijäämälietteen tiivistymistä. Sakeutettu liete kuivataan koneellisesti kahdella kuivainlingolla ja varastoidaan lietesiihoon. Lietteenkuivaimelle menevään lietteeseen syötetään polymeeria kuivauksen tehostamiseksi. Kuivattu liete kuljetetaan muualle jatkokäsittelyyn.

Rejektivedet sakeutuksesta ja lietteen kuivauksesta pumpataan puhdistusprosessin alkuun.

Taulukko 20. VE 1A: Lietteenkäsittelyn mitoitus

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Sakeuttamo		
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yht /allas	m ² m ²	120 60
Tilavuus, yht /allas	m ³ m ³	360 180
Lietettä sakeutukseen	kgTS/d	2 560
	m ³ /d	300
Lietepintakuorma	kgTS/m ² h	0,89
Hydraulinen pintakuorma	m/h	0,11
Sakeutetun lietteen kuiva-ainepit.	%TS	3...5
Sakeutettua lietettä	m ³ /d	51...85
Lietteen kuivaus		
Linkokuivain	kpl	2
Lietettä kuivaukseen	m ³ /d	51...85
	kgTS/d	2 560
Kuivatun lietteen kuiva-ainepit.	%TS	20...25
Kuivattua lietettä	m ³ /d	11,1
	m ³ /a	4 070

5.2.2 VE 2B: Kantoaineilmastusprosessi

Tässä vaihtoehdossa puhdistamon biologinen prosessi toteutetaan kantoaineprosessina, jonka selkeytysvaihe toteutetaan flotaatiolla.

Seuraavaksi esitetään vaihtoehdon yksikköprosessit ja niiden mitoitus. Tarkempi prosessimitoitus on esitetty liitteen prosessimitoituksaaviossa.

Esikäsittely

Sama kuin VE 2A.

Viirasuodatus

Sama kuin VE 2A.

Kantoaineilmastus

Kantoaineilmastusprosessi toteutetaan kaksilinjaisena, jossa kumpikin linja on jaettu kolmeen lohkokoon. Typenpoisto tapahtuu DN-prosessina, joten ensimmäinen lohko varustetaan mekaanisella sekoituksella. Kaikkiin lohkoihin asennetaan kuitenkin myös pohjailmastimet täysin ilmastetun ajotavan mahdollistamiseksi.

Kantoaineilmastuksen mitoitus on esitetty taulukossa 21.

Taulukko 21. VE 2B: Kantoaineilmastuksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, $q_{mit, biol}$	m ³ /h	2 500
Kuormitus, BOD	kg/d	1 310
N	kg/d	396
NH₄-N	kg/d	330
Linjoja	kpl	2
Tilavuus, yht	m ³	3 000
/linja	m ³	1 500
anoksinen, yht	m ³	1 000
hapellinen, yht	m ³	2 000...3 000
Kennopinta-ala	m ²	540 000
Ominaispinta-ala	m ² /m ³	600
Täyttöaste	%	30
Median tilavuus	m ³	900
Ominaispintakuorma, kesk	g/m ² xd	2,43
max	g/m ² xd	4,86
MLSS, sidottu	kg/m ³	7
Lietekuorma	kgBOD/kgMLSS	0,063
Viipymä, mit	h	1,2
AOR, DN	kgO ₂ /d	1 7900
AOR, NN	kgO ₂ /d	3 753

Flotaatioselkeytys

Kantoaineilmastuksesta poistuva vesi johdetaan kaksilinjaiseen flotaatioselkeytykseen, jossa liete-partikkelit nostetaan altaan pintaan dispersioveden ja ilman muodostamien pienien ilmakuplien avulla. Ennen varsinaista selkeytysvaihetta flotaatioprosessissa on pikasekoitus- sekä hämmennysaltaat.

Taulukko 22. VE 2B: Flotaatioselkeytyksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Pikasekoitus, linjoja	kpl	1
- Tilavuus	m ³	10
- Viipymä, kesk.	min	1,0
mit.	min	0,6
max	min	0,2
Hämmennys, linjoja	kpl	2
- Tilavuus	m ³	470
- Viipymä, kesk.	min	47,0
mit.	min	28,2
max	min	10,1
Flotaatio		
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yhteensä	m ²	350
Tilavuus, yhteensä	m ³	1 050
Pintakuorma, kesk.	m/h	1,71
mit	m/h	2,86
max	m/h	8,00
Viipymä, kesk.	h	1,8
mit	h	1,1
max	h	0,4

Lietteenkäsittely

Sama kuin VE 2A. Kantoaineprosessissa muodostuvan biologisen lietteen määrä on hieman alhaisempi kuin aktiivilieteprosessissa.

5.2.3 VE 2C: Kalvobioreaktoriprosessi ja ohitusvesien erilliskäsittely

Tässä vaihtoehdossa biologinen prosessi toteutetaan kalvobioreaktoriprosessina (MBR). Prosessi toteutetaan kaksilinjaisena, ja molemmat biologisen prosessin altaat jaetaan kolmeen lohkoon. Kalvomoduulit asennetaan linjojen kahteen viimeiseen lohkoon, ensimmäisen lohkon toimiessa anoksisena denitrifikaatiolohkona, joka varustetaan mekaanisella sekoittimella, mutta myös pohjajillastimilla täysilmastetun ajotavan mahdollistamiseksi.

Ohitusvesien käsittely toteutetaan Actiflo-prosessilla. Tarkempi prosessimitoitus on esitetty lietteen prosessimitoitustaaviossa.

Esikäsittely

Sama kuin VE 2A.

Viirasuodatus

Sama kuin VE 2A.

Ilmastus ja kalvosuodatus

Tässä vaihtoehdossa biologisen prosessin mitoitusvirtaama on sama kuin vaihtoehdossa VE 1C (1 200 m³/h). Tämän virtaaman ylittävä osuus johdetaan viirasuodatuksen jälkeen ohitusvesien käsittelyyn Actiflo-prosessiin. Ylijäämäliete poistetaan kalvosuodatusaltaasta sakeuttamoon. Kalvosuodatusaltaasta kierrätetään lietettä biologisen prosessin alkuun. Tämän lietekierron yhteyteen tehdään lyhytviipymäinen Deox-lohko, jossa ylimääräinen liuennut happi pääsee poistumaan lietteestä ennen johtamista anoksisen denitrifikaatiolohkoon.

Taulukko 23. VE 2C: Ilmastuksen ja kalvosuodatuksen mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Ilmastus		
Virtaama, $q_{mit, biol}$	m ³ /h	1 200
Osuus kokonaisvirtaamasta	%	97,6
Kuormitus, BOD	kg/d	1 310
N	kg/d	396
NH₄-N	kg/d	330
Linjoja	kpl	2
Tilavuus, ilmastus	m ³	1 000
MBR	m ³	2 000
Yht.	m ³	3 000
anoksinen, yht	m ³	0...1 000
hapellinen, yht	m ³	2 000...3 000
MLSS, ilmastus	kg/m ³	10
Lietekuorma	kgBOD/kgMLSS	0,036
Tilakuorma	kgBOD/m ³	0,437
Lieteikä	d	16,5
Viipymä, mit	h	2,5
kesk	h	5,0
AOR, DN	kgO ₂ /d	3 070
NN	kgO ₂ /d	4 200
MBR-prosessi		
Virtaama, q_{kesk}	m ³ /h	600
Virtaama, q_{mit}	m ³ /h	1 000
Virtaama, $q_{max, biol}$	m ³ /h	1 200
Linjoja	kpl	2
Pinta-ala, yht (mbr)	m ²	500
Tilavuus, yht (mbr)	m ³	2 000
Mitoituskalvovuot q_{kesk}	LMH	9,1
	LMH	15,2
	LMH	18,3
Kalvon pinta-ala	m ²	66 600
	m ² /kpl	400
	kpl	164
Lietekierto	%	300
Puhdistusilmamäärä, kesk	m ³ /h	13 100
Permeaattipumput	kpl	8

Ohitusvesien käsittely, Actiflo

Biologisen prosessin mitoitusvirtaaman ylittävä virtaamaosuus johdetaan viirasuodatuksen jälkeeseen ohitusvesien käsittelyyn rakennettavalle Actiflo-prosessille. Ohitusvesien käsittelyn tehostamiseksi ohitukseen menevään veteen annostellaan saostuskemikaalia sekä polymeeria.

Taulukko 24. Ohitusvesien käsittelyn/Actiflo:n mitoitus.

Parametri	Yksikkö	Mitoitusarvot v. 2040
Virtaama, q_{hmax}	m^3/h	1 500
Hämmennys, linjoja	kpl	1
- Pinta-ala	m^2	36
- Tilavuus	m^3	108
- Viipymä, max	min	4,3
Selkeytys		
Linjoja	kpl	1
Pinta-ala	m^2	18
Tilavuus	m^3	72
Pintakuorma, max	m/h	83

Lietteenkäsittely

Sama kuin VE 2B.

6. KUSTANNUSARVIOT

6.1 Kustannusten laskentaperusteet

Investointikustannukset

Imatran jätevedenpuhdistamon esisuunnitelman investointikustannusten laskennassa on otettu huomioon uudet rakenteet, putkistot, laitteistot sekä tarvittavat asennustyöt. Uuden puhdistamon vaihtoehdossa (VE 2) nykyisellä puhdistamolla tehtävät muutos- ja purkutyöt on arvioitu siten, että aluetta ei oteta muuhun käyttöön puhdistamon poistumisen jälkeen. Nykyiseltä puhdistamolta uudelle puhdistamolle rakennettavat siirtolinjat on huomioitu kustannusarviossa, mutta uuden puhdistamon purkupuutkea ei.

Suunniteltujen vesihuoltolinjojen rakentamiskustannuksien perusteena on käytetty seuraavia yksikköhintoja, jotka perustuvat viime vuosien vesihuoltolinjojen rakentamiskustannuksiin.

Putkikoko	Hinta asennettuna (ALV 0%)
560-10	300 €/m
630-10	340 €/m

Yksikköhinnat sisältävät johtoverkon kaiken materiaalin, asennuksen, maankaivut ja -täytöt sekä maamassojen kuljetuksen, mutta eivät louhintaa. Rakentamiskohteen ympäristön asettamat vaatimukset on pyritty huomioimaan rakentamiskustannuksissa.

Käyttökustannukset

Eri prosessivaihtoehtojen käyttökustannukset on laskettu ottaen huomioon energia- ja kemikaalikulut sekä hoitotyön aiheuttamat työvoimakustannukset. Kustannusarvioissa on käytetty em. kustannustekijöille seuraavia yksikköhintoja:

Ferrisulfaatti, PIX	150 €/t
Ferrosulfaatti	110 €/t
Lipeä (50 %)	150 €/t
Kalkki	160 €/t
Polyalumiinikloridi, PAC	300 €/t
Polymeeri	4,5 €/kg
Sähköenergia	100 €/MWh
Lietteen jatkokäsittely	85 €/m ³
Käyttöhenkilökunta	55 000 €/htv

Kunnossapidon kustannukset on laskettu suhteessa rakennus- ja laitehankintojen määrään, joiden avulla voidaan arvioida puhdistamon laajuutta ja tehtävää työmäärää.

Yleiskustannukset

Prosessivaihtoehtojen yleiskustannuksiksi on arvioitu 25 % investointikustannuksista, niin laitteiden, kuin rakenteidenkin osalta.

Investointien kuoletusaikoina eri rakenteille käytetään:

rakenteet	30 vuotta
koneistot	15 vuotta
putkistot	40 vuotta

Laskentakorkona käytetään 5 %.

Eri prosessivaihtoehtojen tarkemmat kustannusarvioerittelyt on esitetty liitteissä.

6.2 Investointi- käyttö- ja vertailukustannukset

Taulukossa 25 on esitetty yhteenveto eri suunnitteluvaihtoehtojen kustannusarvioista. Yhteenvetotaulukkoon on koottu investointikustannukset, vuosittaiset käyttökustannukset ja vertailukustannukset. Investointikustannuksissa on eritelty energian, kemikaalien, lietteenkäsittelyyn, käyttöhenkilökunnan sekä kunnossapidon kustannukset. Investointikustannukset on jaettu annuiteettimenetelmällä vuosittaisiksi kustannuksiksi ja niihin lisäämällä käyttökustannukset, saadaan vuosittainen vertailukustannus. Vertailukustannus on jaettu vielä laskutetulla jätevesimäärällä, jolloin saadaan viitteellinen €/ laskutettu jätevesimäärä kustannus. Uuden puhdistamon vaihtoehdossa nykyisellä puhdistamolla tehtävät toimenpiteet on huomioitu karkealla tasolla.

Taulukko 25. Eri vaihtoehtojen investointi-, käyttö- ja vertailukustannukset

INVESTOINTI-KUSTANNUKSET		MELTOLAN PUHDISTAMON SANEERAUS			UUSI PUHDISTAMO		
		VE 1A	VE 1B	VE 1C	VE 2A	VE 2B	VE 2C
		Aktiivilieteprosessi + jälkikäsittely	MBBR-hybridiprosessi	MBR-prosessi	Aktiivilieteprosessi + jälkikäsittely	MBBR-prosessi	MBR-prosessi
Siirtoviemäriinjat							
Siirtoviemärit	€	0	0	0	5 100 000	5 100 000	5 100 000
Yleiskustannus	€	0	0	0	612 000	612 000	612 000
YHTEENSÄ siirtolinjat	€	0	0	0	5 712 000	5 712 000	5 712 000
Jätevedenpuhdistamo							
Rakennustyöt	€	1 163 400	1 793 400	1 778 400	7 661 500	6 166 500	5 672 500
Koneistotyöt	€	5 290 000	3 909 000	6 994 000	8 269 000	7 879 000	9 698 000
Yleiskustannukset	€	1 613 350	1 425 600	2 193 100	3 982 625	3 511 375	3 842 625
YHTEENSÄ	€	8 066 750	7 128 000	10 965 500	25 625 125	23 268 875	24 925 125
Vuotuinen annuiteetti	€/a	636 368	537 735	210 707	1 417 104	1 268 318	1 422 509
KÄYTTÖ-KUSTANNUKSET							
Siirtoviemäriinjat	€/a	0	0	0	69 500	69 500	69 500
Energia (sis. Lämmitys)	€/a	152 000	176 000	206 000	110 000	130 000	140 000
Kemikaalit	€/a	141 500	158 250	157 840	155 750	168 650	231 080
Lietteen jatkokäsittely	€/a	382 500	365 500	344 000	382 500	365 500	340 000
Kunnossapito	€/a	170 334	181 650	227 604	203 688	196 292	270 813
YHTEENSÄ	€/a	1 096 334	1 131 400	1 185 444	1 171 438	1 179 942	1 301 393
VERTAILU-KUSTANNUKSET							
	€/a	1 732 702	1 669 135	2 044 164	2 918 867	2 778 585	3 054 227
	€/m ³	0.67	0.65	0.79	1.16	1.11	1.21

Investointikustannukset

Investointikustannusvertailun perusteella voidaan todeta, että suunnitteluvaihtoehdon VE 1 (Meltolan puhdistamon saneeraus) eri prosessivaihtoehtojen investointikustannukset liikkuvat tasolla 7...11 milj. euroa, sisältäen kaikki uuden puhdistamon saneeruksesta aiheutuvat kustannukset, pois lukien purkutöistä aiheutuvat kustannukset. Suunnitteluvaihtoehdon VE 2 (uusi puhdistamo) investointikustannusten on arvioitu yhteensä olevan noin tasolla 23,3...25,6 milj. euroa. Nykyisellä puhdistamolla tarvittavien toimenpiteiden kustannukset on uuden puhdistamon vaihtoehdossa arvioitu karkeasti.

Nykyisen puhdistamon saneerausvaihtoehdoista investointikustannuksiltaan edullisimmaksi on arvioitu vaihtoehto VE 1B, jossa nykyinen puhdistusprosessi muutetaan osittain kantoaineilmastetuksi (MBBR-hybridiprosessi). Tämän vaihtoehdon kustannusarvio on noin 7 milj. euroa. Vaihtoehdosta edullisen tekee se, ettei siinä tarvita uutta jälkikäsittelyrakennusta ja -prosessia, joka aktiivilietevaihtoehdossa (VE 1A) on tarpeen. Aktiivilieteprosessin (VE 1A) kustannusarvio on noin 8 milj. euroa. Investointikustannuksiltaan kalleimmaksi vaihtoehdoksi on arvioitu MBR-prosessi (VE 1C), jossa investointikustannuksia nostaa suuri kalvosuodatusyksiköiden määrä, joka tarvitaan riittävän puhdistuskapasiteetin saavuttamiseksi. Kaikissa VE 1:n alavaihtoehdoissa valvomo-, esikäsitteily- sekä lietteenkäsittelyrakennusten saneeraus on arvioitu samanhintaisiksi. Lisäksi kaikissa vaihtoehdoissa alueella rakennettavan uuden kompressorirakennuksen kustannuksien on arvioitu olevan samanlaiset eri vaihtoehtojen välillä.

Uuden puhdistamon vaihtoehdoista investointikustannuksiltaan edullisimmaksi on arvioitu vaihtoehto VE 2B: MBBR-prosessi. Vaihtoehdon kustannusarvio on noin 23,3 milj. euroa, joka on 1,6 milj. euroa halvempi kuin seuraavaksi halvin VE 2C: MBR-prosessi, jonka investointikustannuksiksi

arvioitiin 24,9 milj. euroa. VE 2B vaihtoehdon investointikustannuksia suhteessa perinteiseen aktiivilieteprosessivaihtoehtoon laskee pienemmät biologiset reaktorialtaat ja suurien jälkiselkeytyslaitteiden korvaantuminen selkeästi pienemmällä flotaatioselkeytyksellä. MBR-vaihtoehto (VE 2C) on rakennustöiden osalta edullisin uuden puhdistamon vaihtoehto, mutta suuri kalvosuodatusyksiköiden määrä nostaa koneistotöiden kustannukset selkeästi muita vaihtoehtoja suuremmiksi. VE 2C on kuitenkin investointikustannuksiltaan noin 0,7 milj. euroa aktiivilietevaihtoehtoa edullisempi, jossa suuret allastilavuudet muihin nähden nostavat investointikustannuksia.

Käyttökustannukset

Käyttökustannusvertailun perusteella eri prosessivaihtoehtojen (VE 1 ja 2) vuosittaiset kustannukset liikkuvat tasolla 1 100 000 €...1 200 000 €.

Nykyisen puhdistamon saneerausvaihtoehdoissa VE 1A:n ja VE 1B:n käyttökustannuksiksi on arvioitu n. 1 100 000 €/a. Vaihtoehtojen VE 1C käyttökustannuksiksi on arvioitu n. 1 200 000 €.

Uuden puhdistamon vaihtoehdoista käyttökustannuksiltaan edullisimmaksi on arvioitu vaihtoehdot VE 2A ja B (aktiiviliete- ja MBBR-prosessi), joiden käyttökustannuksien on arvioitu olevan hyvin samalla tasolla. MBBR-prosessin aktiivilieteprosessia pienemmät rakennustilavuudet (lämmitys) vähentävät sen energiankulutusta suhteessa aktiivilietevaihtoehtoon, kun taas MBBR-prosessin karkeakuplailmastimien vuoksi ilmastusenergiaa tarvitaan hieman enemmän, jolloin lopputuloksena MBBR-prosessin energiantarve voi olla hieman suurempi. Prosessissa muodostuvien lietemäärien vähäisempi määrä tasoittaa käyttökustannukset, näiden kahden välillä kuitenkin hyvinkin samalle tasolle. MBR-prosessivaihtoehdoissa käyttökustannukset ovat suurimmat kalvosuodattimien tarvitseman runsaan puhdistusilman sekä mahdollisten pesukemikaalien vuoksi.

Uuden puhdistamon käyttökustannuksiltaan edullisimpien vaihtoehtojen (VE 2A ja B) on arvioitu olevan noin 1 200 000 €/a.

Vuosittaiset vertailukustannukset

Jaettaessa investointikustannukset annuiteettimenetelmällä vuosittaisiksi kustannuksiksi huomioiden laitteiden ja rakenteiden poistoajat sekä lisäämällä käyttökustannukset saadaan eri vaihtoehdoille vuosittaiset vertailukustannukset. Vertailukustannusten perusteella eri saneerausvaihtoehtojen vertailukustannukset liikkuvat tasolla 1,67...2,0 milj. €/a, vaihtoehdosta riippuen. Edullisin vertailukustannus on vaihtoehdolla VE 1B eli MBBR-hybridiprosessilla, jonka vuosittainen vertailukustannus on noin 1,67 milj. €/a eli 0,65 €/laskutettu jätevesikuutio. Toiseksi edullisin, vaihtoehdon VE 2B kanssa hyvin samalla tasolla, on aktiivilieteprosessivaihtoehto tehostettuna jälkikäsitelyllä (VE 1A) vertailukustannuksella 1,73 milj. €/a eli 0,67 €/laskutettu jätevesikuutio. Saneerausvaihtoehdoista kalleimmaksi on arvioitu MBR-prosessi (VE 1C), jonka vertailukustannus on n. 2,04 milj. €/a eli 0,79 €/laskutettu jätevesikuutio.

Uuden jätevedenpuhdistamon vaihtoehdossa vertailukustannuksiltaan halvimmaksi on arvioitu vaihtoehto VE 2B: MBBR-prosessi, jonka vertailukustannus on 2,78 milj. €/a eli 1,11 €/laskutettu jätevesikuutio. Vertailukustannuksiltaan seuraavaksi edullisin on VE 1A: aktiivilieteprosessi ja jälkikäsitely, jonka vertailukustannus on 2,92 milj. €/a eli 1,16 €/laskutettu jätevesikuutio. VE 2C: MBR-prosessi on vertailukustannuksiltaan kallein, 3,05 milj. €/a ja 1,21 €/laskutettu jätevesikuutio.

Yhteenvedo kustannusvertailusta

Kustannusvertailusta voidaan todeta, että nykyisen puhdistamon saneerauksen osalta kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto on toteuttaa puhdistamon biologinen prosessiossa joko MBBR-aktiiviliete-hybridiprosessina tai perinteisellä aktiivilieteprosessilla, jotka ovat selkeästi MBR-vaihtoehtoa (VE 1C) edullisemmat.

Uuden puhdistamon vaihtoehdossa MBBR-prosessivaihtoehto on kahta muuta edullisempi.

Esisuunnitelmavaiheen kustannusarviot sisältävät kuitenkin vielä paljon epävarmuustekijöitä, jotka voivat muuttaa muodostuvia kustannuksia, jonka vuoksi tarkempi kustannusarvio selviää myöhemmässä toteutussuunnitteluvaiheessa. Kustannusarvioiden perusteella voidaan kuitenkin todeta, että nykyisen puhdistamon saneerauksen investointikustannukset tulevat olemaan noin tasolla 7...8,5 milj. euroa ja uuden puhdistamon rakentamisen siirtolinjoiheen puolestaan noin 23...25 milj. euroa.

7. VAIHTOEHTOJEN VAIKUTUSARVIOINTI

7.1 Toiminnallinen vertailu

Vuoteen 2040 mennessä Iisalmen puhdistamon jätevesimäärien on ennustettu laskevan noin hie-
man nykyiseltä tasolta vuoteen 2013 verrattaessa. Uuden puhdistamon tai saneeratun nykyisen
puhdistamon puhdistustulosten tehostuminen vähentäisi kuitenkin vesistövaikutuksia.

Nykyisen puhdistamon saneerausvaihtoehto sekä uuden puhdistamon vaihtoehto sisältävät mo-
lemmat kolme alavaihtoehtoa: 1) Aktiivilieteprosessi ja jälkikäsitely, 2) kantoaineilmastusprosessi
(MBBR-prosessi) ja 3) kalvobioreaktoriprosessi (MBR-prosessi). Saneerausvaihtoehdossa kantoai-
nevaihtoehtona on tarkasteltu ns. hybridi-MBBR-prosessia, jossa osa biologisen prosessin vaiheista
toimisi aktiivilietemenetelmällä.

Vaihtoehdon VE 1 prosessivaihtoehtoilla pystyttäisiin tehostamaan nykyisen prosessin toimintaa
merkittävästi ilman isoja rakenteellisia muutoksia prosessialtisiin tai putkistoihin. Prosessimuu-
tosten lisäksi koko laitoksen sähköistys, LVI ja laitosautomaatio saneerattaisiin kaikissa prosessi-
vaihtoehtoissa. Nykyisiä koneistoja uusitaan tarvittavilta osin. Tehostettavilla prosessisaneerauk-
silla mahdollistetaan nykyisen prosessin tehostaminen ja puhdistustehokkuuden parantaminen.
Nykyisten prosessialtaiden kapasiteetit ovat tilavuuksien puolesta riittävät myös jatkossa, joten
uusien allasrakenteiden rakentamista ei tarvita.

Aktiivilietevaihtoehdossa (VE 1A) on mahdollista saavuttaa tehokas BOD:n, fosforin ja ammonium-
typen (nitrifikaatio) poisto sekä lämpimän veden aikaan yli 50 %:n kokonaistyyppireduktio. Jäteve-
den tertiäärikäsittelyvaihe viimeistelee puhdistustuloksen tehokkaasti ja sen avulla saadaan lähte-
västä jätevedestä poistettua mahdollisesti jälkiselkeytyksestä ajoittain karkaavaa fosforia sekä
kiintoainetta.

Kantoaineprosessissa (VE 1B) on myös mahdollista saavuttaa tehokas BOD:n, fosforin ja ammo-
niumtypen poisto sekä yli 50 %:n kokonaistyyppireduktio. Tässä vaihtoehdossa denitrifikaatio-osuus
biologisessa prosessissa on toiminnassa ympärivuoden, joten kokonaistyyppipoistoa tapahtuu myös
kylmän veden kautena. Kantoaineilmastuksesta poistuva vesi selkeytetään nykyisissä jälkiselkey-
tysaltaissa, mutta tertiäärikäsittelyä ei ole. Tämä aiheuttaa hieman epävarmuutta puhdistustulok-
siin. Mikäli jälkiselkeytyksestä karkaa kiintoainetta, päättyy se suoraan purkuun. Fosforin kemialli-
sen saostamisen kannalta kantoaineprosessi ei ole aivan yhtä joustava kuin aktiivilietevaihtoehto,
koska kantoaineilmastusosiossa ei voida toteuttaa rinnakkaissaostusta.

Kalvosuodatettu jätevesi (VE 1C) on puhtaudeltaan vähintään hiekkasuodatuksella tertiäärikäsitel-
lyn jäteveden tasoista ja hygieenisyydeltään se vastaa lähes UV-desinfioitua jätevettä. MBR-käsit-
tely kuluttaa kalvojen puhdistuksen vuoksi tavanomaista aktiivilietekäsittelyä enemmän energiaa,
jonka vuoksi sen käyttökustannukset ovat korkeammat kuin perinteisessä aktiivilieteprosessissa ja
kantoaineilmastuksessa. Toisaalta jälkiselkeytyksen ja tertiäärikäsittelyn sekä UV-desinfiointin
tarve poistuu MBR-prosessissa. MBR-vaihtoehdossa biologista prosessia jouduttaisiin kuitenkin
säännöllisesti ohittamaan, joka osaltaan aiheuttaa epävarmuutta puhdistustuloksiin.

Vaihtoehdossa VE 2 Meltolan nykyinen jätevedenpuhdistamo poistetaan käytöstä ja puhdistamo-
toiminnot siirretään kokonaan uuteen jätevedenpuhdistamoon. Tässä vaihtoehdossa uuden jäte-
vedenpuhdistamon sijoituspaikka tulisi olemaan Vuoksen toisella puolen, muutaman kilometrin
päässä nykyisestä puhdistamosta.

Uuden puhdistamon vaihtoehdossa prosessirakennukset, erilaiset tekniset järjestelmät sekä puh-
distusprosessi voidaan toteuttaa optimoidummin kuin saneerausvaihtoehdossa, koska nykyiset ra-
kenteet ja järjestelmät eivät aseta uusille ratkaisuille lainkaan rajoitteita. Negatiivisena puolena
voidaan pitää rakennettavia siirtoviemäreitä uuden puhdistamon ja Meltolan nykyisen puhdistamon
välille. Tässä vaihtoehdossa joudutaan Meltolan puhdistamon alueelle jättämään tulopumppaamo-
toiminnot tulevaisuudessa.

7.2 Muut vaikutukset

Kaavoitustilanne ja maankäyttö

Uudelle puhdistamolle ei ole kaavoituksessa erikseen määritelty sijoituspaikkaa, joten uuden puhdistamon toteuttaminen vaatisi kaavamuutoksen. Rakennettaessa uusi puhdistamo, nykyisen Meltolan puhdistamon paikalle tulisi rakentaa tulopumppaamo ja puhdistamoalueen hyötykäyttö esim. asutuksen tarpeisiin voi olla haastavaa. Myös siirtoviemärit uudelle puhdistamolle luovat tiettyjä rajoitteita maankäyttöön ja rakentamiseen sen välittömässä läheisyydessä.

Nykyisen puhdistamon saneerauksen osalta maankäytössä tapahtuvat muutokset rajoittuisivat puhdistamoalueelle. Uusi kompressorirakennus rakennettaisiin nykyisen ilmastusaltaiden läheisyyteen ja uusi jälkikäsitteilyrakennus tontin itäpuolelle puhdistamon ja Vuoksen väliin tai vaihtoehtoisesti nykyisten jälkiselkeytysaltaiden taakse (eteläpuolelle). Nykyisen puhdistamoalueen tontti riittäisi tarvittaviin laajennuksiin nykyisellään.

Vesistöt

Puhdistamosaneerauksen on oletettu nostavan Meltolan jätevedenpuhdistamon puhdistustehon uuden puhdistamon tasolle. Lisäksi jätevesikuormituksen on ennustettu laskevan jonkin verran, joka myös osaltaan vaikuttaa puhdistamolta lähteviä lika-ainemääriä laskevasti ja vähentäen näin myös vesistövaikutuksia.

Ihmiset

Nykyisen Meltolan puhdistamon lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat muutaman sadan metrin päässä puhdistamosta. Nykyisestä puhdistamosta ei kuitenkaan ole tullut valituksia lähialueen asukkailta. Ihmisiin kohdistuvat negatiiviset vaikutukset johtuisivat todennäköisesti lähinnä rakentamisen aikaisen lisääntyneen liikenteen ja melun vuoksi. Saneerauksen jälkeen puhdistamosta suoraan ihmisiin kohdistuvat vaikutukset pienenisivät mahdollisen hajukaasukäsittelyn sekä altainen kattamisen (hiekanerotus) vuoksi. Saneerauksen myötä paranevilla puhdistustuloksilla ja toimintavarmuuden parantumisella uskotaan olevan positiivinen vaikutus ihmisiin. Varsinkin MBR-vaihtoehdossa puhdistettu jätevesi on usein selkeästi järvi- tai jokivesiä kirkaampaa.

Luonto, maisema ja kulttuurihistoria

Siirtoviemäriinjat vaikuttavat maisemaan useissa kohdissa vähäisesti, lähinnä puoliavoimina väylinä metsissä. Pysyvät muutokset pyritään välttämään linjauksen suunnittelulla. Suojelukohteet ja muut arvokkaat alueet voidaan kiertää.

Vaihtoehdossa VE 1A uuden jälkikäsitteilyrakennus sekä vaihtoehdoissa VE 1B ja C ilmastusaltaiden osittaisen kattamisen hallirakenteet tulisivat jossain määrin näkymään Vuokselle päin.

Vaihtoehdossa 2 Vuoksen toiselle puolelle rakennettavan puhdistamon alueen luonnonvarainen kasvillisuus olisi osittain hävitettävä uuden puhdistamon alueelta. Kasvillisuuteen ja eläimistöön kohdistuvia vaikutuksia voidaan kuitenkin pitää melko vähäisinä. Siirtoviemäreiden sijoittaminen vesistöön on aina pieni haitta luonnolle.

Pohjavedet

Uuden puhdistamon vaihtoehdoissa ainoastaan siirtoviemärien mahdolliset vuodot voisivat aiheuttaa uhkaa ympäristölle ja pohjavesille. Siirtoviemäriinjvoja tai puhdistamoa ei sijoiteta pohjavesialueille mahdollisten vuotojen takia. Siirtoviemäreiden vuotoja tarkkaillaan mittausten avulla. Merkittäviä negatiivisia vaikutuksia pohjavesiin ei tämän vuoksi ole missään vaihtoehdossa.

Liikenne

Eri vaihtoehtojen välillä ei ole merkittäviä eroja liikennemäärissä.

Lupatilanne

Nykyisen puhdistamon saneerausvaihtoehdossa (VE 1) puhdistamon purkupiste säilyisi ennallaan eikä saneeraus itsessään aiheuta muutostarpeita voimassaolevaan ympäristölupaan, koska puhdistamolle tulevan jäteveden määrässä tai laadussa ei aiheudu muutoksia, eikä minkään saneerausvaihtoehdon kohdalla puhdistamon ympäristövaikutukset (haju, melu, kemikaalit, liikenne) merkittävästi muutu.

Uudelle puhdistamolle (VE 2) ei vaadita ympäristövaikutusten arviointia (YVA-menettely), koska kyseessä on asukasvastineluvultaan alle 100 000 mitoitettu jätevedenpuhdistamo. Uudelle puhdistamolle tulisi kuitenkin hakea uusi ympäristölupa, ja koska puhdistamon sijainti tulisi olemaan hyvin lähellä Venäjän rajaa, tulisi ennen hankkeeseen ryhtymistä selvittää myös rajavesikomission mahdolliset vaatimukset hankkeen toteuttamisesta.

7.3 Suositus jatkosuunniteluun valittavasta vaihtoehdosta

Edellisissä kohdissa 7.1 ja 7.2 esitettyjen vaikutusten vertailu on koottu taulukkoon 26. Vaihtoehtojen vaikutuksia eri tekijöiden osalta on verrattu muutoksina nykyiseen tilanteeseen. Pisteytyksessä on noudatettu seuraavaa skaalaa:

merkittäviä positiivisia vaikutuksia	++
lieviä positiivisia vaikutuksia	+
ei merkittävää muutosta	0
lieviä negatiivisia vaikutuksia	-
merkittäviä negatiivisia vaikutuksia	--

Tässä yhteydessä on syytä korostaa, että vaikutusten vertailu on vain suunta antava ja monen tekijän osalta eri ihmisten ja eri osapuolten näkemykset voivat olla toisistaan poikkeavia.

Tässä esitetyn vertailun perusteella eniten positiivisia merkintöjä (+4) saa vaihtoehto VE 1A (Nykyisen puhdistamon saneeraus: Aktiivilieteprosessi ja jälkikäsittely) ja seuraavaksi eniten (+3) vaihtoehto VE 1B (Saneeraus: MBBR-hybridiprosessi) sekä uuden puhdistamon aktiiviliete- sekä MBBR-prosessivaihtoehdot. Alhaisimmat pisteet sekä saneerausvaihtoehdossa että uuden puhdistamon vaihtoehdossa saa MBR-prosessivaihtoehto.

Taulukko 26. Vaihtoehtojen vertailun yhteenveto

Vaikutuksen kohde	Meltola			Uusi puhdistamo		
	VE 1A	VE 1B	VE 1C	VE 2A	VE 2B	VE 2C
Vesistöt	+	+	+	+	+	+
Maankäyttö	0	0	0	-	-	-
Ihmiset	+	+	+	+	+	+
Liikenne	0	0	0	0	0	0
Haju ja melu	+	+	+	++	++	++
Luonto ja maisema	-	0	0	-	-	-
Pohjavedet	0	0	0	0	0	0
Rakentamisen aikaiset vaikutukset	0	-	-	0	0	0
Toimintavarmuus	++	+	0	++	++	+
Yhteensä	+4	+3	+2	+4	+4	+3

8. VAIHTOEHTOJEN VERTAILU JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEISTÄ

Vaihtoehtojen toiminnallisen ja ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella nykyisen puhdistamon saneerauksen ja uuden jätevedenpuhdistamon rakentamisen välille ei voida tehdä merkittävää eroa. Maankäytöllisesti uusi puhdistamo voi olla mahdollista sijoittaa hieman kauemmaksi asutuksesta kuin nykyinen puhdistamo, jolloin haju- melu- ja liikennevaikutukset voivat olla hieman vähäisempiä nykyiseen puhdistamoon verrattuna. Toisaalta nykyisen puhdistamon LVI-järjestelmän saneerauksen yhteydessä varaudutaan hajukaasujen käsittelyyn tulevaisuudessa, eikä nykyisellä puhdistamolla ole ilmennyt meluhaittoja. Lisäksi nykyisen puhdistamon alueen hyötykäyttö muuhun tarkoitukseen uuden puhdistamon käyttöönoton jälkeen on hankalaa, koska alueelle tulisi uuden puhdistamon tulopumppaamo.

Uuden puhdistamon rakentamisella ei kuitenkaan varsinaisesti saavuteta mitään merkittävää etua saneerausvaihtoehtoon nähden, koska niillä ei voida perustellusti väittää päästävän parempiin puhdistustuloksiin kuin nykyisen puhdistamon saneerauksella ja tehostamisella. Uuden puhdistamon vaihtoehto on myös aikataulullisesti ongelmallinen, koska hankkeen aloituksesta siihen, kun uusi puhdistamo saadaan otettua käyttöön, on varattava aikaa vähintään noin 8...10 vuotta. Tämä tarkoittaisi, että nykyistä Meltolan jätevedenpuhdistamoa jouduttaisiin todennäköisesti saneeraamaan joka tapauksessa, jotta puhdistamon toiminta saadaan ylläpidettyä riittävän hyvällä tasolla uuden puhdistamon käyttöönottoon saakka. Lisäksi nykyisen puhdistamon allastilavuudet ovat riittävät myös tulevaisuuden tarpeisiin ja olemassa olevien valvomo- ja esikäsitteilyrakennusten tilaratkaisuja voidaan pitää riittävinä eikä niihin ole tarvetta tehdä suuria muutoksia.

Taloudellisen vertailun perusteella kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto on VE 1B eli nykyisen prosessin saneeraus ja tehostaminen MBBR-hybridiprosessilla. Hyvin samalla tasolla on myös vaihtoehto VE 1A eli nykyisen puhdistamon saneeraus ja toteutus aktiivilieteprosessilla ja jälkikäsitteilyllä. Saneerausvaihtoehtojen alhaisemmat kustannukset uuden puhdistamon vaihtoehtoon on luonnollista, koska saneerauksessa pystytään olevia allasrakenteita, putkistoja sekä rakennuksia hyödyntää tehokkaasti. Nykyisen puhdistamon allastilavuudet ovat riittävät myös tulevaisuuden tarpeisiin ja olevien rakennusten tilaratkaisut ovat suurimmilta osin toimivia, joten niidenkään laajentaminen tai suurempi muokkaus ei ole tarpeen. Nykyisen puhdistamon saneeraus tulisi maksamaan prosessiratkaisusta riippuen noin 7...8,5 milj. euroa. Uuden puhdistamon rakentamisen kustannukset olisivat puolestaan noin tasolla 23...25 milj. euroa.

Edellä esitettyjen vertailuiden perusteella voidaan suositella edettäväksi nykyisen Meltolan puhdistamon saneerausvaihtoehdon pohjalta. Saneerausvaihtoehdoista teknistaloudellisesti toteuttamiskelpoisimpina vaihtoehtoina voidaan pitää suunnitteluvaihtoehtoja VE 1A ja B: MBBR-hybridiprosessi ja aktiivilieteprosessi tehostettuna jälkikäsitteilyllä. Tämän esisuunnitelmatason tarkastelun perusteella ei voida antaa yksiselitteistä suositusta kumpi vaihtoehdoista on parempi vaan näiden kahden prosessivaihtoehtojen välillä on suositeltavaa tehdä myöhemmän yleissuunnitteluvaiheen alussa tarkempi vertailu, jonka pohjalta päätös valittavasta prosessista voitaisiin perustellummin tehdä.

Ennen yleissuunnitteluvaiheen käynnistämistä tai sen aikana on Meltolan puhdistamolla suositeltavaa suorittaa olevien rakennusten ja betonialtaiden kuntokartoitus, jonka perusteella yleissuunnitelmassa voidaan tarkemmin rajata tarvittavia rakennusteknisiä saneeraustoimenpiteitä.

Meltolan jätevedenpuhdistamosta saatavilla olevat suunnitelmapiirustukset ovat suurelta osin paperiversiona ja sähköiset suunnitelmapiirustukset ovat suurelta osin muokkaamattomissa formaateissa (pdf). Tämän, ja myös huomattavasti kattavampien ja tarkempien suunnittelun lähtöaineistojen vuoksi voidaan Meltolan puhdistamon 3D-mallintamista nykytilanteesta pitää suositeltavana. 3D-mallinnuksen pohjaksi nykyiset rakennukset ja piha-alueet tulisi laserkeilata ja alue ilmakuvalata.

Ensimmäisenä suositeltavana toimenpiteenä Meltolan puhdistamon saneerauksessa voidaan pitää alkalointikemikaalin syötön järjestämistä, joka olisi mahdollista toteuttaa jo ennen varsinaisen puhdistamosaneerauksen alkamista, heti kun valittava prosessivaihtoehto on valittu.

Meltolan puhdistamon saneeraushankkeen etenemisvaiheiksi ehdotetaan seuraavaa:

12/2017	Yleissuunnitelman työohjelman laatiminen suunnittelun kilpailutusta varten (sis. laserkeilaus ja nykytilannemalli)
12/2017	Työohjelman laatiminen rakenteellisen kuntokartoituksen teettämistä varten
1/2018	Yleissuunnitelman ja rakenteellisen kuntokartoituksen kilpailutus
2/2018	Yleissuunnitelman ja rakenteellisen kuntokartoituksen tekijöiden valinta
02-05/2018	Rakenteellinen kuntokartoitus
02-06/2018	Laserkeilaus ja nykytilannemalli
02-06/2018	Yleissuunnittelu
07/2018-2/2019	Toteutussuunnittelun kilpailutus ja toteutussuunnittelu
03-06/2019	Urakkakilpailutus
07/2019-12/2020	Rakentaminen

Savonlinnassa 4.12.2017

Ramboll Finland Oy

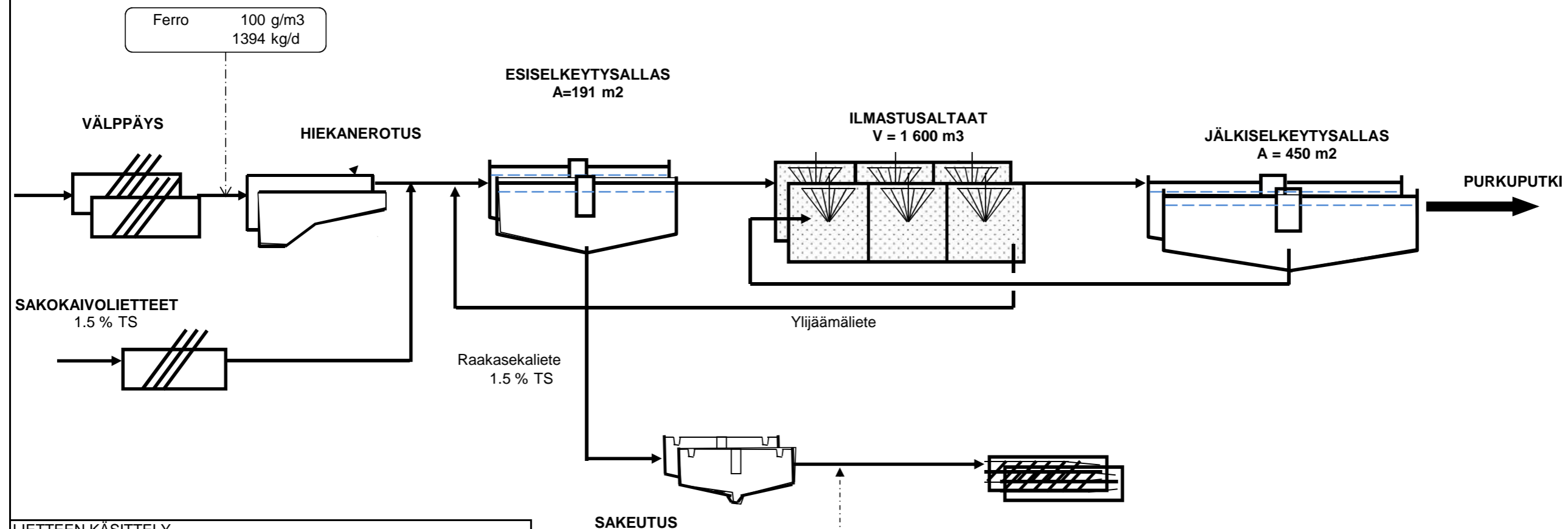
Jyri Rautiainen
Yksikönpäällikkö

Ville Venejärvi
Projektipäällikkö

IMATRAN VESI MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO PROSESSIMITOITUS

NYTYTILANNE 2016

TULEVA KUORMITUS		HIEKANEROTUS, 1 linja		ESISSELKEYTYS, 1 linja		BIOLOGINEN KÄSITTELY, ilmastusaltaat		JÄLKISELKEYTYS, 2 linjaa	
Lämpötila, keski	9 °C	Pinta-ala	m ²	Pinta-ala	1000 m ²	Lietekuorma	0.07 kgBOD/kgMLSSd	Pinta-ala	2500 m ²
Lämpötila, min	4 °C	Tilavuus	460 m ³	Tilavuus	3000 m ³	Tilakuorma	0.14 kgBOD/m ³ d	Tilavuus	7500 m ³
Q _{d,keskim.}	13 939 m ³ /d	Viipymä, mit	11.7 min	Sh, mit	2.36 m/h	MLSS	2.0 kg/m ³	Sh, mit	0.95 m/h
Q _{d,MAX}	43 218 m ³ /d	Viipymä, keski.	47.5 min	Sh, max	2.78 m/h	Lietteen tuotto	1.2 kgSS/kgBOD	Sh, max	1.11 m/h
q _{h, keski.}	581 m ³ /h	Viipymä, max	9.9 min	Sh,keskim	0.58 m/h	Lieteikä	12.1 d	Sh,keskim	0.23 m/h
q _{h, mit}	2 364 m ³ /h			Viipymä, mit	1.27 h	SVI	120 ml/g	Viipymä, mit	2.70 h
q _{h, max}	2 776 m ³ /h			Kuormitus biologiaan		Tilavuus	5000 m ³	Lietepintak.mit	1.89 kgSS/m ² h
BOD ₇	1 373 kg/d			BOD (-50 %)	687 kg/d	Anoksinen	0 0 m ³	Lietetilav.k. mit	0.23 m ³ /m ² h
kok-P	57 kg/d			kok-P (-50 %)	29 kg/d	Aerobinen	5000 5000 m ³	Lietepintak. Kesk	0.46 kgSS/m ² h
kok-N	393 kg/d			kok-N (-10 %)	354 kg/d	Viipymä, mit.	2.1 h	Lietetilav.k. keski	0.06 m ³ /m ² h
NH ₄ -N (arvio)	295 kg/d			NH ₄ -N (-0 %)	295 kg/d	Viipymä, keskim.	8.6 h	Lietepintak. Max	2.22 kgSS/m ² h
Kiintoaine	2 232 kg/d			Kiintoaine (-60 %)	893 kg/d	Hapentarve, max	1515 kgO ₂ /d	Lietetilav.k. max	0.27 m ³ /m ² h
AVL	19 614			BOD/N-suhde	1.9				
BOD/N-suhde	3.5								



LIETTEEN KÄSITTELY		
Raakasekaliete	2721 kgTS/d	181 m ³ /d
Sakeuttamon pinta-ala	226 m ²	
Sakeuttamon tilavuus	757 m ³	
Lietepintakuorma	0.50 kgSS/m ² h	
Hydraulinen pintakuorma	0.03 m/h	
Sakeutetun lietteen ka	5 % TS	
Sakeutettua liettä	54.4 m ³ /d	2721 kgTS/d
Kuivatun lietteen ka	23 % TS	
Kuivattua liettä	11.8 m ³ /d	4317 m ³ /a

SAKEUTUS

Polymeeri
6 kg/t TS
16.3 kg/d

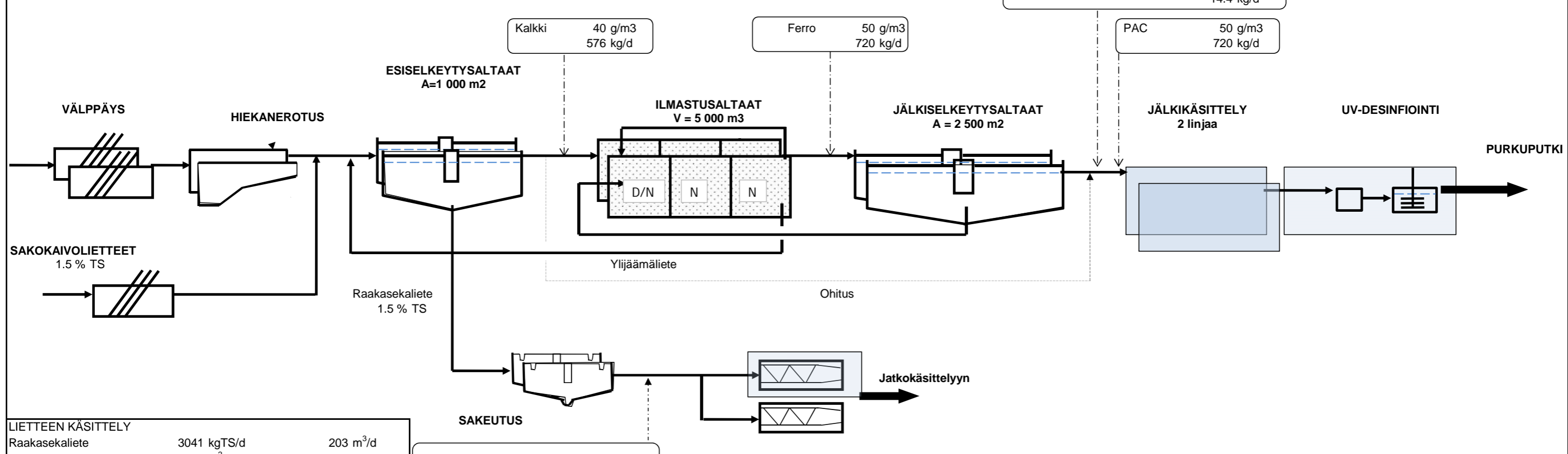
LIETTEEN KUIVAUS

PUHDISTUSTEHO		LÄHTEVÄ KUORMITUS	
		mg/l	kg/d
BOD ₇	95 %	BOD ₇	5.0 70
kok-P	91 %	kok-P	0.4 5.4
NH ₄ -N	38 %	NH ₄ -N	13.1 183
Kok-N	20 %	Kok-N	22.6 314
Kiintoaine	95 %	Kiintoaine	8.0 112

IMATRAN VESI MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO PROSESSIMITOITUS

VE 1A: NYKYISEN PUHDISTAMON SANEERAUS + UUSI JÄLKIKÄSITTELY

TULEVA KUORMITUS	HIEKANEROTUS, 1 linja	ESISELKEYTYS, 2 linjaa	BIOLOGINEN KÄSITTELY, ilmastusaltaat	JÄLKISELKEYTYS, 2 linjaa	JÄLKIKÄSITTELY
Lämpötila, kesk. 9 °C	Pinta-ala 102 m ²	Pinta-ala 1000 m ²	Q _{max, biol.} 2000 m ³ /h	Pinta-ala 2500 m ²	Q _{h, kesk.} 600 m ³ /h
Lämpötila, min 4 °C	Tilavuus 460 m ³	Tilavuus 3000 m ³	Lietekuorma 0.053 kgBOD/kgMLSSd	Tilavuus 8750 m ³	Q _{h, mit} 1 000 m ³ /h
Q _{d,keskim.} 14 400 m ³ /d	Viipymä, mit 27.6 min	Sh, mit 1.00 m/h	Tilakuorma 0.263 kgBOD/m ³ d	Sh, mit 0.40 m/h	Q _{h, max} 2 800 m ³ /h
Q _{d,MAX} 60 000 m ³ /d	Viipymä, kesk. 46.0 min	Sh, max 2.80 m/h	MLSS 5.0 kg/m ³	Sh, max 0.80 m/h	SS, kesk. 10 mg/l
Q _{h, kesk.} 600 m ³ /h	Viipymä, max 9.9 min	Sh, keskim 0.60 m/h	Lietteen tuotto 1.2 kgSS/kgBOD	Sh, keskim 0.24 m/h	SS, maks. 100 mg/l
Q _{h, mit} 1 000 m ³ /h		Viipymä, mit 3.00 h	Lieteikä 11.1 d	Viipymä, mit 14.58 h	SS 6 kg/h
Q _{h, max} 2 800 m ³ /h		Kuormitus biologiaan	SVI 120 ml/g	Lietepintak.mit 2.00 kgSS/m ² h	SS 280 kg/h
BOD ₇ 1 750 kg/d		BOD (-25 %) 1313 kg/d	Tilavuus 5000 m ³	Lietetilav.k. mit 0.24 m ³ /m ² h	
kok-P 67 kg/d		kok-P (-40 %) 40 kg/d	Anoksinen 1650 0 m ³	Lietepintak. Kesk 1.20 kgSS/m ² h	
kok-N 440 kg/d		kok-N (-10 %) 396 kg/d	Aerobinen 3350 5000 m ³	Lietetilav.k. kesk 0.14 m ³ /m ² h	
NH4-N (arvio) 330 kg/d		NH4-N (-0 %) 330 kg/d	Viipymä, mit. 2.5 h	Lietepintak. Max 4.00 kgSS/m ² h	
Kiintoaine 2 500 kg/d		Kiintoaine (-50 %) 1250 kg/d	Viipymä, keskim. 8.3 h	Lietetilav.k. max 0.48 m ³ /m ² h	
AVL 25 000		BOD/N-suhde 3.3	Hapentarve, DN 2692 kgO ₂ /d		
BOD/N-suhde 4.0			Hapentarve, NN 3953 kgO ₂ /d		
			Nitrifikaationopeus, DN 1.06 gN/kgMLVSS/h		
			Nitrifikaationopeus, NN 0.71 gN/kgMLVSS/h		
			Denitrifikaationopeus, DN 0.95 gN/kgMLVSS/h		



LIETTEEN KÄSITTELY		
Raakasekaliete	3041 kgTS/d	203 m ³ /d
Sakeuttamon pinta-ala	226 m ²	
Sakeuttamon tilavuus	757 m ³	
Lietepintakuorma	0.56 kgSS/m ² h	
Hydraulinen pintakuorma	0.04 m/h	
Sakeutetun lietteen ka	3 % TS	
Sakeutettua lietettä	101.4 m ³ /d	2889 kgTS/d
Kuivatun lietteen ka	23 % TS	
Kuivattua lietettä	12.6 m ³ /d	4585 m ³ /a

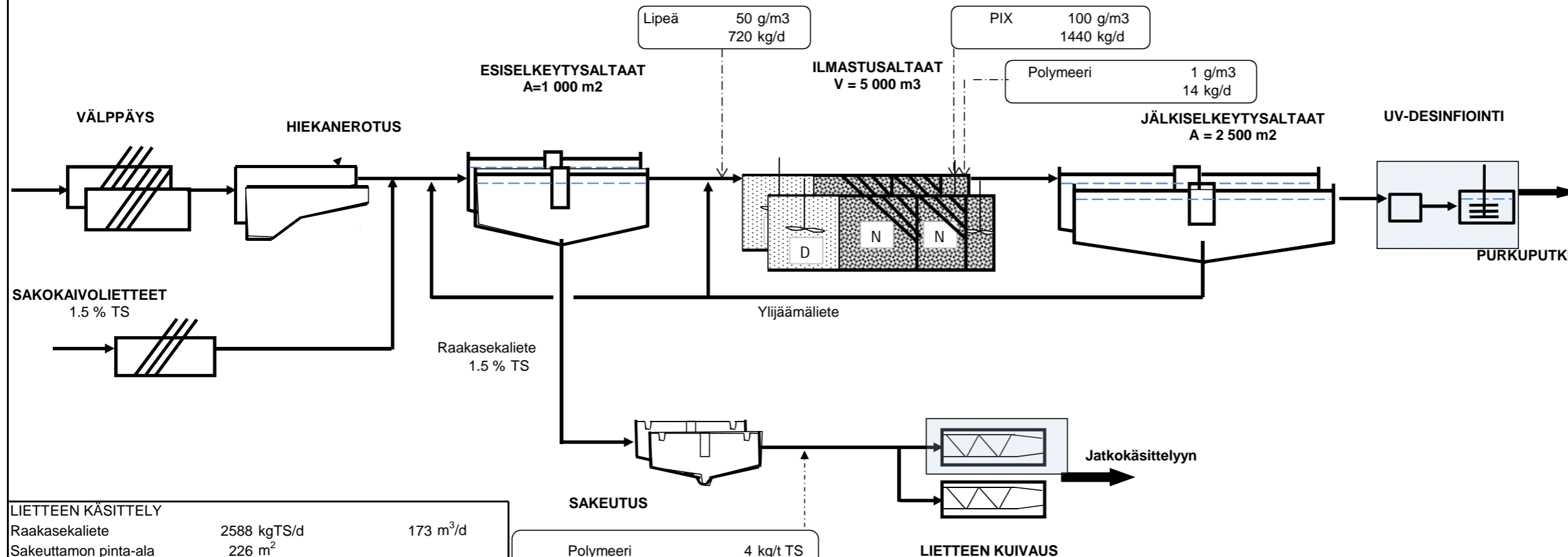
Polymeeri	4 kg/t TS
	12.2 kg/d

PUHDISTUSTEHO		LÄHTEVÄ KUORMITUS	
		mg/l	kg/d
BOD ₇	97 %	BOD ₇ 3.6	53
kok-P	95 %	kok-P 0.2	3.4
NH4-N	90 %	NH4-N 2.3	33
Kok-N	40 %	Kok-N 18.3	264
Kiintoaine	95 %	Kiintoaine 8.7	125

IMATRAN VESI MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO PROSESSIMITOITUS

VE 1B: NYKYISEN PUHDISTAMON SANEERAUS, MBBR-HYBRIDI

TULEVA KUORMITUS	HIEKANEROTUS, 1 linja	ESISELKEYTYYS, 2 linjaa	BIOLOGINEN KÄSITTELY, Kantoaineilmastus	Flokkaus	JÄLKISELKEYTYYS, 2 linjaa
Lämpötila, kesk 9 °C	Pinta-ala 102 m ²	Pinta-ala 1000 m ²	Q _{max, biol.} 2800 m ³ /h	Pinta-ala 200 m ²	Pinta-ala 2500 m ²
Lämpötila, min 4 °C	Tilavuus 460 m ³	Tilavuus 3000 m ³	OPK, kesk 1.74 g/m ² xd	Tilavuus 800 m ³	Tilavuus 8750 m ³
Q _{d,keskim.} 14 400 m ³ /d	Viipymä, mit 27.6 min	Sh, mit 1.00 m/h	OPK, max 3.47 g/m ² xd	Viipymä, kesk 1.33 h	Sh, mit 0.40 m/h
Q _{d,MAX} 60 000 m ³ /d	Viipymä, kesk. 46.0 min	Sh, max 2.80 m/h	Lietekuorma 0.035 kgBOD/kgMLSS	Viipymä, mit 0.80 h	Sh, max 1.12 m/h
q _{h, kesk.} 600 m ³ /h	Viipymä, max 9.9 min	Sh,keskim 0.60 m/h	Tilakuorma 0.313 kgBOD/m ³	Viipymä, max 0.29 h	Sh,keskim 0.24 m/h
q _{h, mit} 1 000 m ³ /h		Viipymä, mit 3.00 h	kennopinta-ala 756000 m ²		Viipymä, mit 8.75 h
q _{h, max} 2 800 m ³ /h		Kuormitus biologiaan	ominaispinta-ala 600 m ² /m ³		Lietepintak.mit 0.80 kgSS/m ² h
BOD ₇ 1 750 kg/d		BOD (-25 %) 1313 kg/d	Täyttöaste 30 %		Lietetilav.k. mit 0.14 m ³ /m ² h
kok-P 67 kg/d		kok-P (-40 %) 40 kg/d	Median tilavuus 1260 m ³		Lietepintak. Kesk 0.48 kgSS/m ² h
kok-N 440 kg/d		kok-N (-10 %) 396 kg/d	Altaiden kok. tilavuus 4200 m ³		Lietetilav.k. kesk 0.08 m ³ /m ² h
NH ₄ -N (arvio) 330 kg/d		NH ₄ -N (-0 %) 330 kg/d	Anoksinen 1650 m ³		Lietepintak. Max 2.24 kgSS/m ² h
Kiintoaine 2 500 kg/d		NH ₄ -N (-0 %) 330 kg/d	Aerobinen 2550 m ³		Lietetilav.k. max 0.38 m ³ /m ² h
AVL 25 000		Kiintoaine (-50 %) 1250 kg/d	Kantoaineosastojen tilav. 2550 m ³		
BOD/N-suhde 4.0		BOD/N-suhde 3.3	Viipymä, mit. 1.5 h		
			Viipymä, keskim. 7.0 h		
			Sidottu liete 7 kg/m ³		
			Vapaa liete 2 kg/m ³		
			Lietteen tuotto 0.8 kgSS/kgBOD		
			Hapentarve, DN 2237 kgO ₂ /d		
			Nitrifikaationopeus, DN 0.99 gN/kgMLVSS/h		
			Denitrifikaationopeus, DN 1.14 gN/kgMLVSS/h		



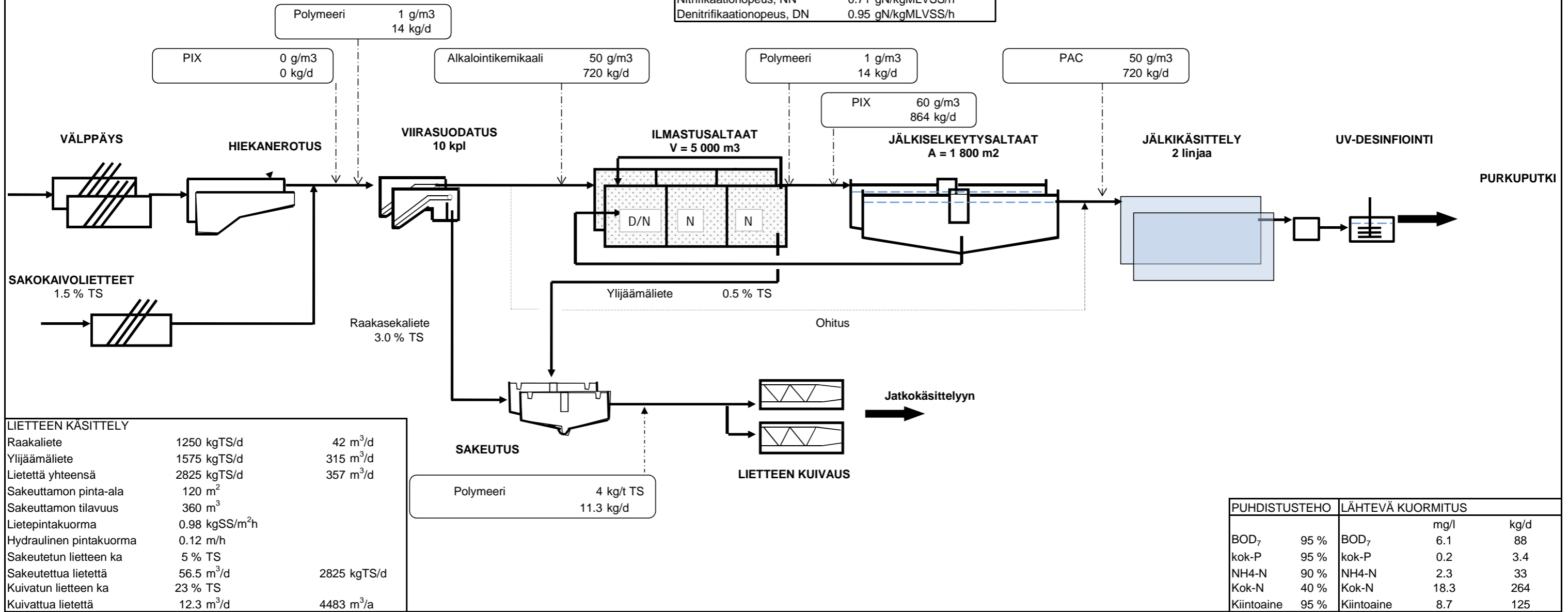
LIETTEEN KÄSITTELY		
Raakasekaliete	2588 kgTS/d	173 m ³ /d
Sakeuttamon pinta-ala	226 m ²	
Sakeuttamon tilavuus	757 m ³	
Lietepintakuorma	0.48 kgSS/m ² h	
Hydraulinen pintakuorma	0.03 m/h	
Sakeutetun lietteen ka	5 % TS	
Sakeutettua lietettä	51.8 m ³ /d	2588 kgTS/d
Kuivatun lietteen ka	23 % TS	
Kuivattua lietettä	11.3 m ³ /d	4107 m ³ /a

PUHDISTUSTEHO		LÄHTEVÄ KUORMITUS	
		mg/l	kg/d
BOD ₇	97 %	BOD ₇	3.6 53
kok-P	95 %	kok-P	0.2 3.4
NH ₄ -N	90 %	NH ₄ -N	2.3 33
Kok-N	40 %	Kok-N	18.3 264
Kiintoaine	95 %	Kiintoaine	8.7 125

IMATRAN VESI MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO PROSESSIMITOITUS

VE 2A: UUSI PUHDISTAMO, AKTIIVILIETEPROSESSI + JÄLKIKÄSITTELY

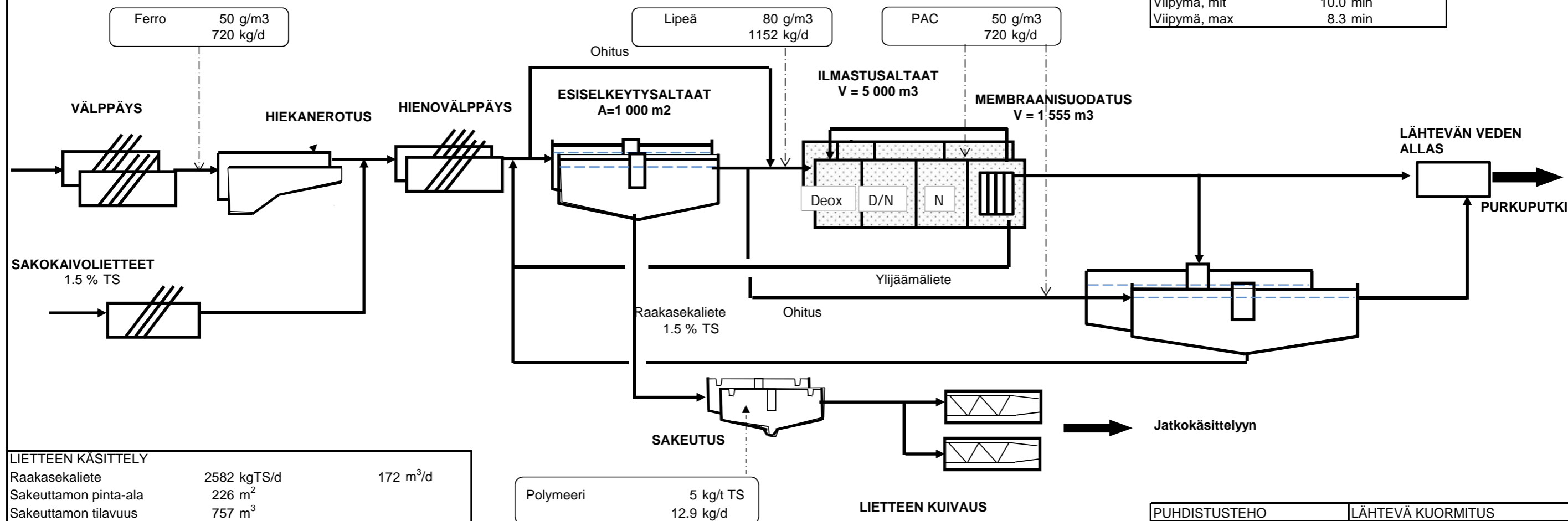
TULEVA KUORMITUS	HIEKANEROTUS, 1 linja	VIIRASUODATUS	BIOLOGINEN KÄSITTELY, ilmastusaltaat	JÄLKISELKEYTYS, 2 linjaa	JÄLKIKÄSITTELY
Lämpötila, kesk 9 °C	Pinta-ala 127 m ²	Suodatinyksiköitä 8 kpl	Q _{max, biol.} 1500 m ³ /h	Pinta-ala 1800 m ²	q _{h, kesk.} 600 m ³ /h
Lämpötila, min 4 °C	Tilavuus 380 m ³	Suodatuspinta-ala 16 m ²	Lietekuorma 0.053 kgBOD/kgMLSSd	Tilavuus 7200 m ³	q _{h, mit} 1 000 m ³ /h
Q _{d,keskim.} 14 400 m ³ /d	Viipymä, mit 22.8 min	Vuo, keskim. 38 m/h	Tilakuorma 0.26 kgBOD/m ³ d	Sh, mit 0.56 m/h	q _{h, max} 2 800 m ³ /h
Q _{d,MAX} 60 000 m ³ /d	Viipymä, kesk. 38.0 min	Vuo, mit 63 m/h	MLSS 5.0 kg/m3	Sh, max 0.83 m/h	
q _{h, kesk.} 600 m ³ /h	Viipymä, max 8.1 min	Vuo, max 175 m/h	Lietteen tuotto 1.2 kgSS/kgBOD	Sh,keskim 0.33 m/h	
q _{h, mit} 1 000 m ³ /h		Kuormitus biologiaan	Lieteikä 11.1 d	Viipymä, mit 2.57 h	
q _{h, max} 2 800 m ³ /h		BOD (-25 %) 1313 kg/d	SVI 120 ml/g	Lietepintak.mit 2.78 kgSS/m ² h	
BOD ₇ 1 750 kg/d		kok-P (-40 %) 40 kg/d	Tilavuus 5000 m ³	Lietetilav.k. mit 0.33 m ³ /m ² h	
kok-P 67 kg/d		kok-N (-10 %) 396 kg/d	Anoksinen 1650 0 m ³	Lietepintak. Kesk 1.67 kgSS/m ² h	
kok-N 440 kg/d		NH4-N (-0 %) 330 kg/d	Aerobinen 3350 5000 m ³	Lietetilav.k. kesk 0.20 m ³ /m ² h	
NH4-N (arvio) 330 kg/d		Kiintoaine (-50 %) 1250 kg/d	Viipymä, mit. 3.3 h	Lietepintak. Max 4.17 kgSS/m ² h	
Kiintoaine 2 500 kg/d		BOD/N-suhde 3.3	Viipymä, keskim. 8.3 h	Lietetilav.k. max 0.50 m ³ /m ² h	
AVL 25 000			Hapentarve, kesk 2903 kgO ₂ /d		
BOD/N-suhde 4.0			Hapentarve, max 3953 kgO ₂ /d		
			Nitrifikaationopeus, DN 1.06 gN/kgMLVSS/h		
			Nitrifikaationopeus, NN 0.71 gN/kgMLVSS/h		
			Denitrifikaationopeus, DN 0.95 gN/kgMLVSS/h		



IMATRAN VESI MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO PROSESSIMITOITUS

VE 1C: NYKYISEN PUHDISTAMON SANEERAUS, MBR-PROSESSI

TULEVA KUORMITUS	HIEKANEROTUS, 1 linja	ESISELKEYTYS, 2 linjaa	BIOLOGINEN KÄSITTELY, ilmastusaltaat	MEMBRAANISUODATUS, 2 linjaa
Lämpötila, kesk 9 °C	Pinta-ala 102 m ²	Pinta-ala 1000 m ²	Q _{max, biol.} 1 200 m ³ /h	q _{h, kesk} 600 m ³ /h
Lämpötila, min 4 °C	Tilavuus 460 m ³	Tilavuus 3000 m ³	Virtaamaosuus 97.6 %	q _{h, mit} 1 000 m ³ /h
Q _{d,keskim.} 14 400 m ³ /d	Viipymä, mit 27.6 min	Sh, mit 1.00 m/h	Lietekuorma 0.040 kgBOD/kgMLSSd	q _{h, max} 1 200 m ³ /h
Q _{d,MAX} 60 000 m ³ /d	Viipymä, kesk. 46.0 min	Sh, max 2.80 m/h	Tilakuorma 0.263 kgBOD/m ³ d	FLUX, kesk 9 °C 9.1 LMH
q _{h, kesk.} 600 m ³ /h	Viipymä, max 9.9 min	Sh,keskim 0.60 m/h	MLSS 6.0 kg/m ³	FLUX, mit 6 °C 15.2 LMH
q _{h, mit} 1 000 m ³ /h		Viipymä, mit 3.00 h	Lietteen tuotto 0.9 kgSS/kgBOD	FLUX, max 4 °C 18.3 LMH
q _{h, max} 2 800 m ³ /h		Kuormitus biologiaan	Lieteikä 17.5 d	Kalvopinta-ala 65 600 m ²
BOD ₇ 1 750 kg/d		BOD (-25 %) 1313 kg/d	SVI 120 ml/g	Ominaispinta-ala 400 m ² /kpl
kok-P 67 kg/d		kok-P (-50 %) 34 kg/d	Tilavuus, ilmastus 3 445 m ³	Kalvoyksiköt 164 kpl
kok-N 440 kg/d		kok-N (-10 %) 396 kg/d	Tilavuus, MBR 1 555	Pohjapinta-ala 389 m ²
NH ₄ -N (arvio) 330 kg/d		NH ₄ -N (-0 %) 330 kg/d	Tilavuus, yhteensä 5 000	Syvvyys 4 m
Kiintoaine 2 500 kg/d		Kiintoaine (-60 %) 1250 kg/d	Anoksinen 1650 0 m ³	Tilavuus 1 555 m ³
AVL 25 000		BOD/N-suhde 3.3	Aerobinen 3 350 5 000 m ³	MLSS 8 kg/m ³
BOD/N-suhde 4.0			Viipymä, mit. 4.2 h	Lietekierto 300 %
			Viipymä, keskim. 8.3 h	TMP-max 400 mbar
			Hapentarve, DN 3070 kgO ₂ /d	Ilmamäärä, kesk 13 120 m ³ /h
			Hapentarve, NN 4203 kgO ₂ /d	Ilmamäärä, max 22 960 m ³ /h
			Nitrifikaationopeus, DN 0.88 gN/kgMLVSS/h	Paine 350 mbar
			Nitrifikaationopeus, NN 0.59 gN/kgMLVSS/h	Deox-allas
			Denitrifikaationopeus, DN 0.79 gN/kgMLVSS/h	Tilavuus 500 m ³
				Viipymä, kesk 16.7 min
				Viipymä, mit 10.0 min
				Viipymä, max 8.3 min



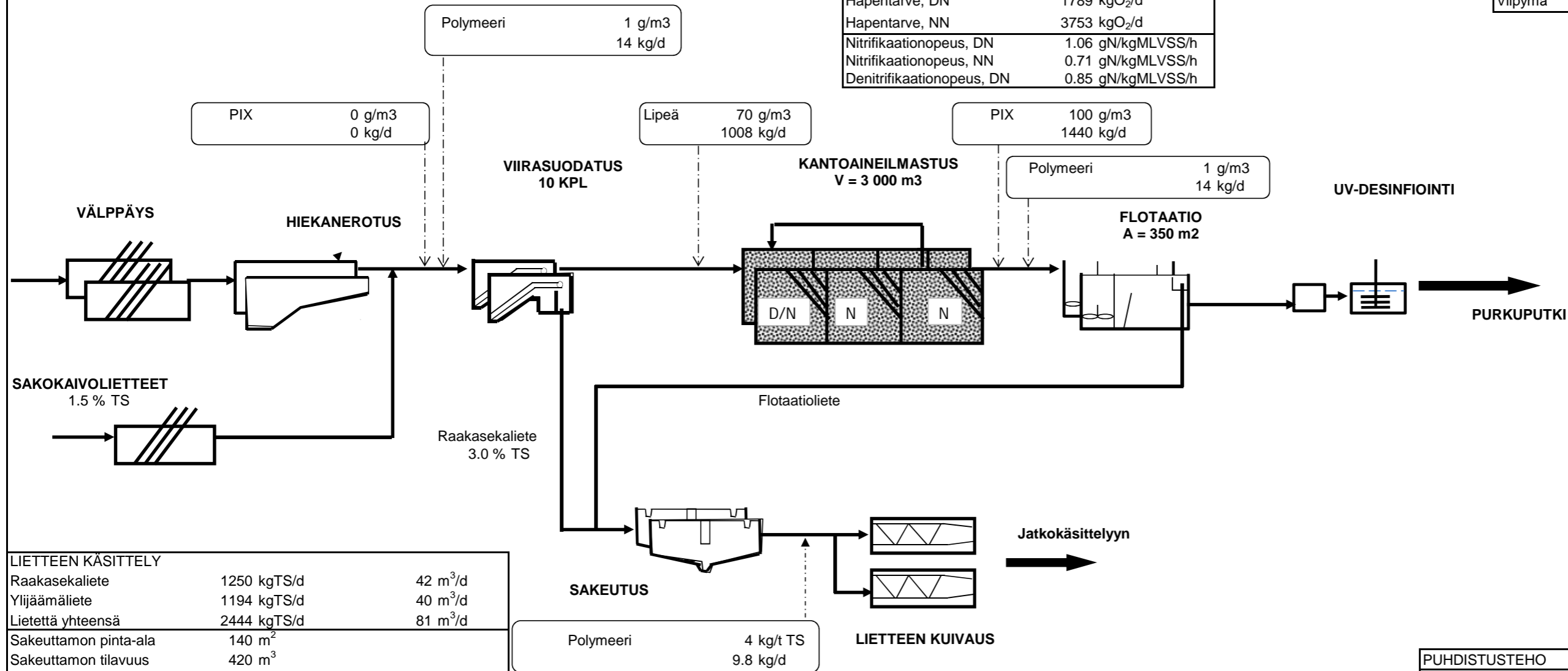
LIETTEEN KÄSITTELY		
Raakasekaliete	2582 kgTS/d	172 m ³ /d
Sakeuttamon pinta-ala	226 m ²	
Sakeuttamon tilavuus	757 m ³	
Lietepintakuorma	0.48 kgSS/m ² h	
Hydraulinen pintakuorma	0.03 m/h	
Sakeutetun lietteen ka	5 % TS	
Sakeutettua lietettä	51.6 m ³ /d	2582 kgTS/d
Kuivatun lietteen ka	23 % TS	
Kuivattua lietettä	11.2 m ³ /d	4097 m ³ /a

PUHDISTUSTEHO		LÄHTEVÄ KUORMITUS	
		mg/l	kg/d
BOD ₇	97 %	BOD ₇	3.6 53
kok-P	95 %	kok-P	0.2 3.4
NH ₄ -N	90 %	NH ₄ -N	2.3 33
Kok-N	40 %	Kok-N	18.3 264
Kiintoaine	99.0 %	Kiintoaine	1.7 25

IMATRAN VESI MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO PROSESSIMITOITUS

VE 2B: UUSI PUHDISTAMO, MBBR-PROSESSI

TULEVA KUORMITUS	HIEKANEROTUS, 1 linja	VIIRASUODATUS	BIOLOGINEN KÄSITTELY, Kantoaineilmastus	KIINTOAINELIEMÄÄRÄ	FLOTAATIOSELKEYTYS, 2 linjaa
Lämpötila, kesk. 9 °C		Suodatinyksiköitä 8 kpl	Q _{max, biol.} 2500 m ³ /h	SS, kesk. 1200 kg/h	HÄMMENNYS
Lämpötila, min. 4 °C	Pinta-ala m ²	Suodatuspinta-ala 16 m ²	OPK, kesk. 2.43 g/m ² xd	SS, mit. 2000 kg/h	Pikasekoitus 10 m ³
Q _{d, keskim.} 14 400 m ³ /d	Tilavuus 460 m ³	Vuo, keskim. 38 m/h	OPK, max. 4.86 g/m ² xd		Viipymä 1.0 min kesk.
Q _{d, MAX} 60 000 m ³ /d	Viipymä, mit. 27.6 min	Vuo, mit. 63 m/h	Lietekuorma 0.063 kgBOD/kgMLSS		Tilavuus 470 m ³
q _{h, keskim.} 600 m ³ /h	Viipymä, kesk. 46.0 min	Vuo, max. 175 m/h	Tilakuorma 0.44 kgBOD/m ³		Viipymä, kesk. 47.0 min
q _{h, mit.} 1 000 m ³ /h	Viipymä, max. 9.9 min	Kuormitus biologiaan	kennopinta-ala 540000 m ²		Viipymä, mit. 28.2 min
q _{h, max.} 2 800 m ³ /h		BOD (-25 %) 1313 kg/d	ominaispinta-ala 600 m ² /m ³		Viipymä, max. 10.1 min
BOD ₇ 1 750 kg/d		kok-P (-40 %) 40 kg/d	Täytöaste 30 %		FLOTAATIO
kok-P 67 kg/d		kok-N (-10 %) 396 kg/d	Median tilavuus 900 m ³		Pinta-ala 350 m ²
kok-N 440 kg/d		NH ₄ -N (-0 %) 330 kg/d	Altaan tilavuus 3000 m ³		Tilavuus 1050 m ³
NH ₄ -N (arvio) 330 kg/d		Kiintoaine (-50 %) 1250 kg/d	Anoksinen 1000 0 m ³		Sh, mit. 2.86 m/h
Kiintoaine 2 500 kg/d		BOD/N-suhde 3.3	Aerobinen 2000 3000 m ³		Sh, max. 8.00 m/h
AVL 25 000			Viipymä, mit. 1.2 h		Sh, keskim. 1.71 m/h
BOD/N-suhde 4.0			Viipymä, keskim. 5.0 h		SS-kuorma, kesk. 3.4 kg/m ² /h
			Sidottu liete 7 kg/m ³		SS-kuorma, mit. 5.7 kg/m ² /h
			Vapaa liete 2 kg/m ³		Viipymä 1.8 h, kesk.
			Lietteen tuotto 0.8 kgSS/kgBOD		Viipymä 1.1 h, mit.
			Hapentarve, DN 1789 kgO ₂ /d		Viipymä 0.4 h, max.
			Hapentarve, NN 3753 kgO ₂ /d		
			Nitrifikaationopeus, DN 1.06 gN/kgMLVSS/h		
			Nitrifikaationopeus, NN 0.71 gN/kgMLVSS/h		
			Denitrifikaationopeus, DN 0.85 gN/kgMLVSS/h		



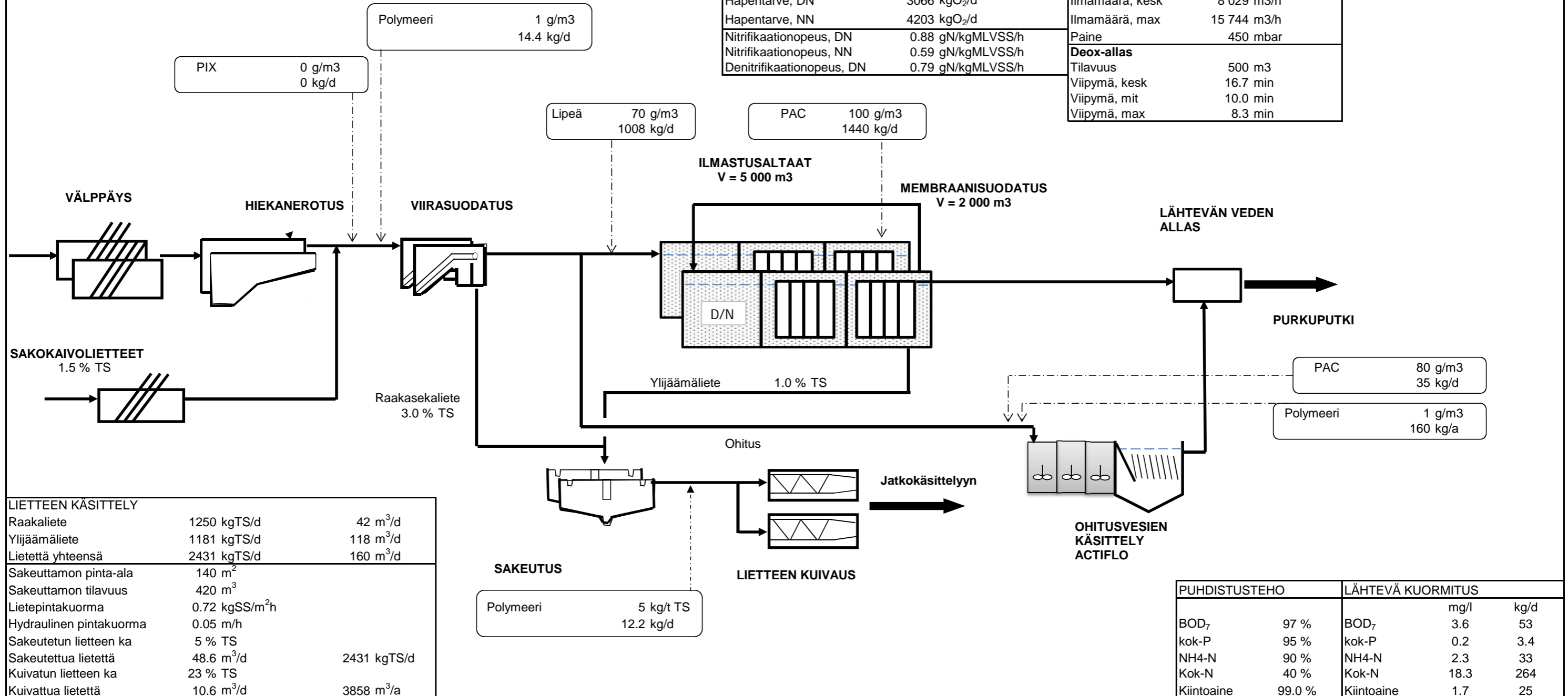
LIETTEEN KÄSITTELY		
Raakasekaliete	1250 kgTS/d	42 m ³ /d
Ylijäämäliete	1194 kgTS/d	40 m ³ /d
Lietettä yhteensä	2444 kgTS/d	81 m ³ /d
Sakeuttamon pinta-ala	140 m ²	
Sakeuttamon tilavuus	420 m ³	
Lietepintakuorma	0.73 kgSS/m ² h	
Hydraulinen pintakuorma	0.02 m/h	
Sakeutetun lietteen ka	5 % TS	
Sakeutettua lietettä	48.9 m ³ /d	2444 kgTS/d
Kuivatun lietteen ka	23 % TS	
Kuivattua lietettä	10.6 m ³ /d	3879 m ³ /a

PUHDISTUSTEHO		LÄHTEVÄ KUORMITUS	
		mg/l	kg/d
BOD ₇	97 %	BOD ₇	3.6 53
kok-P	95 %	kok-P	0.2 3.4
NH ₄ -N	90 %	NH ₄ -N	2.3 33
Kok-N	40 %	Kok-N	18.3 264
Kiintoaine	95 %	Kiintoaine	8.7 125

IMATRAN VESI MELTOLAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO PROSESSIMITOITUS

VE 2C: UUSI PUHDISTAMO, MBR-PROSESSI

TULEVA KUORMITUS	HIEKANEROTUS, 1 linja	VIIRASUODATUS	BIOLOGINEN KÄSITTELY, ilmastusaltaat	MEMBRAANISUODATUS, 2 linjaa	ACTIFLO - OHITUSVEDET
Lämpötila, kesk. 9 °C	Pinta-ala m ²	Suodatinyksiköitä 8 kpl	Q _{max, biol.} 1 200 m ³ /h	Q _{h, kesk.} 600 m ³ /h	Q _{h, max.} 1 500 m ³ /h
Lämpötila, min. 4 °C	Tilavuus 460 m ³	Suodatuspinta-ala 16 m ²	Ohitukseen 96.9 %	Q _{h, mit.} 1 000 m ³ /h	Hämmennys
Q _{d, keskim.} 14 400 m ³ /d	Viipymä, mit. 27.6 min	Vuo, keskim. 38 m/h	Lietekuorma 0.036 kgBOD/kgMLSSd	Q _{h, max.} 1 200 m ³ /h	Pinta-ala 36 m ²
Q _{d, MAX} 60 000 m ³ /d	Viipymä, kesk. 46.0 min	Vuo, mit. 63 m/h	Tilakuorma 0.437 kgBOD/m ³ d	FLUX, kesk 9 °C 9.1 LMH	Tilavuus 108 m ³
q _{h, kesk.} 600 m ³ /h	Viipymä, max. 9.9 min	Vuo, max. 175 m/h	MLSS 10.0 kg/m ³	FLUX, mit 6 °C 15.2 LMH	Viipymä, max. 4.3 min
q _{h, mit.} 1 000 m ³ /h		Kuormitus biologiaan	Lietteen tuotto 0.9 kgSS/kgBOD	FLUX, max 4 °C 18.3 LMH	Selkeytys
q _{h, max.} 2 800 m ³ /h		BOD (-25 %) 1313 kg/d	Lieteikä 16.5 d	Kalvopinta-ala 65 600 m ²	Pinta-ala 18 m ²
BOD ₇ 1 750 kg/d		kok-P (-40 %) 40 kg/d	SVI 120 ml/g	Ominaispinta-ala 400 m ² /kpl	Tilavuus 72 m ³
kok-P 67 kg/d		kok-N (-10 %) 396 kg/d	Tilavuus, ilmastus (anox) 1 000 m ³	Kalvoyksiköt 164 kpl	Sh, maks. 83 m/h
kok-N 440 kg/d		NH ₄ -N (-0 %) 330 kg/d	Tilavuus, MBR 2 000	Pohjapinta-ala 500 m ²	Lietettä 10.9 kgTS/d
NH ₄ -N (arvio) 330 kg/d		Kiintoaine (-50 %) 1250 kg/d	Tilavuus, yhteensä 3 000	Syvyys 4.0 m	
Kiintoaine 2 500 kg/d		BOD/N-suhde 3.3	Anoksinen 1000 0 m ³	Tilavuus 2 000 m ³	
AVL 25 000			Aerobinen 2 000 3 000 m ³	MLSS 13 kg/m ³	
BOD/N-suhde 4.0			Viipymä, mit. 2.5 h	Lietekierto 300 %	
			Viipymä, keskim. 5.0 h	TMP-max 400 mbar	
			Hapentarve, DN 3066 kgO ₂ /d	Ilmamäärä, kesk. 8 029 m ³ /h	
			Hapentarve, NN 4203 kgO ₂ /d	Ilmamäärä, max. 15 744 m ³ /h	
			Nitrifikaationopeus, DN 0.88 gN/kgMLVSS/h	Deox-allas	
			Nitrifikaationopeus, NN 0.59 gN/kgMLVSS/h	Tilavuus 500 m ³	
			Denitrifikaationopeus, DN 0.79 gN/kgMLVSS/h	Viipymä, kesk. 16.7 min	
				Viipymä, mit. 10.0 min	
				Viipymä, max. 8.3 min	



LIETTEEN KÄSITTELY			
Raakaliete	1250 kgTS/d	42 m ³ /d	
Ylijäämäliete	1181 kgTS/d	118 m ³ /d	
Lietettä yhteensä	2431 kgTS/d	160 m ³ /d	
Sakeuttamon pinta-ala	140 m ²		
Sakeuttamon tilavuus	420 m ³		
Lietepintakuorma	0.72 kgSS/m ² h		
Hydraulinen pintakuorma	0.05 m/h		
Sakeutetun lietteen ka	5 % TS		
Sakeutettua liettä	48.6 m ³ /d	2431 kgTS/d	
Kuivatun lietteen ka	23 % TS		
Kuivattua liettä	10.6 m ³ /d	3858 m ³ /a	

SAKEUTUS	
Polymeeri	5 kg/t TS 12.2 kg/d

PUHDISTUSTEHO		LÄHTEVÄ KUORMITUS	
		mg/l	kg/d
BOD ₇	97 %	3.6	53
kok-P	95 %	0.2	3.4
NH ₄ -N	90 %	2.3	33
Kok-N	40 %	18.3	264
Kiintoaine	99.0 %	1.7	25

IMATRAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO
VE 1A: AKTIIVILIETEPROSESSI JA JÄLKIKÄSITTELY
MELTOLAN PUHDISTAMON SANEERAUS

RAKENNUSTEKNISET TYÖT

EUR (alv 0 %)

Valvomorakennuksen saneeraus	261 m2	400 EUR/m2	104 400
Esikäsitteily- ja lieterakennuksen saneeraus	360 m3	400 EUR/m3	144 000
Uusi kompressorirakennus	80 m2	1 500 EUR/m2	120 000
Jälkikäsitteilyrakennus	200 m2	1 500 EUR/m2	300 000
Hiekanerotusaltaiden halli	150 m2	1 000 EUR/m2	150 000
Ilmastusaltaiden väliseinät ja prosessialtaiden kunnostus			250 000
Alueputkistot			70 000
Piha-alueiden päällystys- ja viimeistelytyöt			25 000

1 163 400 EUR

KONEET JA LAITTEET

Esikäsitteily

Porrasvälppä	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Välpepesuri	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Hiekkapesuri	1 kpl	38 000 EUR/kpl	38 000
Hiekkalava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			50 000

Ilmastus

Pohjailmastimet			70 000
Kompressorit	4 kpl	40 000 EUR/kpl	160 000
Sekoittimet	4 kpl	15 000 EUR/kpl	60 000
Nitraattikiertopumput	2 kpl	8 000 EUR/kpl	16 000
Ylijäämälietepumput	2 kpl	6 000 EUR/kpl	12 000
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			100 000

Jälkikäsitteily

Jälkikäsitteilyn laitteet			1 500 000
UV-desinfiointi			40 000
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			100 000

Kemikalointi

Alkalointikemikaalin annostelulaitteistot			120 000
Saostuskemikkalipumput	2 kpl	3 000 EUR/kpl	6 000
Polymeerilaitteisto	2 kpl	45 000 EUR/kpl	90 000

Linkokuivain	1 kpl	100 000 EUR/kpl	100 000
Teknisen veden järjestelmä			50 000
Varavoimakone			60 000

Automaatio ja Instrumentointi			850 000
Sähkötyöt			1 000 000
LVI-työt			800 000
			2 760 000

5 290 000 EUR

YLEISKUSTANNUKSET

25 % EUR (alv 0 %)

Urakoitsijan yleiskustannukset	10 %		645 340
Suunnittelu	5 %		322 670
Rakennuttajan yleiskustannukset	4 %		258 136
Henkilökunnan koulutus	1 %		64 534
Kustannusvaraus	5 %		322 670
			1 613 350 EUR

INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ

(ALV 0 %)

8 066 750 EUR

KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Ferrosulfaatti	300 t/a	110 €/t	33 000
Polyalumiinikloridi (PAX)	150 t/a	300 €/t	45 000
Polymeeri	7000 kg/a	4.5 €/kg	31 500

Kalkki	200 t/a	160 €/t	32 000
Lietteen jatkokäsittely	4500 t/a	85 €/t	382 500
Energiankulutus, ilmastus & uudet rakennukset	1000 MWh/a	100 €/MWh	100 000
Lämmitys (öljy)	65 m3/a	800 €/m3	52 000
Käyttöhenkilökunta	5 htv	50 000 €/htv	250 000
Kunnossapitokustannusten lisäys			170 334
			1 096 334 EUR

KOKONAISKUSTANNUKSET

Kuoletusaika: rakenteet	30 v	0.0578	
koneisto	15 v	0.0899	
Korkokanta	5 %	Jätevesim.	14 400 m3/d
Inflaatio	1 %	Laskutettu vesim.	7 050 m3/d
Reaalikorko	4 %		
Vuotuiset investointikustannukset	rakenteet ja yleiskus EUR/jv-m3		160 580 EUR/a
	koneet ja laitteet EUR/jv-m3		475 788 EUR/a
Vuotuiset investointikustannukset	yhteensä	0.25 EUR/laskut.jv-m3	636 368 EUR/a
Käyttökustannukset		0.43 EUR/laskut.jv-m3	1 096 334 EUR/a
Kokonaiskustannukset vuodessa		0.673 EUR/laskut. jv-m3	1 732 702 EUR/a

**IMATRAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO
VE 1B: MBBR-HYBRIDIPROSESSI
MELTOLAN PUHDISTAMON SANEERAUS**
RAKENNUSTEKNISET TYÖT

EUR (alv 0 %)

Valvomorakennuksen saneeraus	261 m2	400 EUR/m2	104 400
Esikäsitteily- ja lieterakennuksen saneeraus	360 m2	400 EUR/m3	144 000
Uusi kompressorirakennus	80 m2	1 500 EUR/m2	120 000
Hiekanerotusaltaiden halli	150 m2	1 000 EUR/m2	150 000
UV-desinfiointin huoltokoppi			35 000
Prosessihalli, ilmastus	800 m2	1 200 EUR/m2	960 000
Ilmastusaltaiden väliseinät ja prosessialtaiden kunnostus			250 000
Alueputkistot			15 000
Piha-alueiden päällystys- ja viimeistelytyöt			15 000

1 793 400 EUR**KONEET JA LAITTEET****Esikäsitteily**

Porrasvälppä	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Välpepesuri	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Hiekkapesuri	1 kpl	38 000 EUR/kpl	38 000
Hiekkalava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			20 000

Ilmastus

Pohjailmastimet			70 000
Kantoaine	1260 m3	500 EUR/m3	630 000
Siivilät			100 000
Kompressorit	4 kpl	40 000 EUR/kpl	160 000
Sekoittimet	4 kpl	15 000 EUR/kpl	60 000
Ylijäämälietepumput	2 kpl	6 000 EUR/kpl	12 000
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			100 000

UV-desinfiointi

40 000

Kemikalointi

Lipeän annostelulaitteistot			55 000
Saostuskemikkalipumput	2 kpl	3 000 EUR/kpl	6 000
Polymeerilaitteisto	2 kpl	45 000 EUR/kpl	90 000

Linkokuivain	1 kpl	100 000 EUR/kpl	100 000
--------------	-------	-----------------	---------

Teknisen veden järjestelmä			50 000
----------------------------	--	--	--------

Varavoimakone			60 000
---------------	--	--	--------

Automaatio ja Instrumentointi			700 000
-------------------------------	--	--	---------

Sähkötyöt			850 000
-----------	--	--	---------

LVI-työt			700 000 2 360 000
----------	--	--	-------------------

3 909 000 EUR**YLEISKUSTANNUKSET**

25 % EUR (alv 0 %)

Urakoitsijan yleiskustannukset	10 %		570 240
Suunnittelu	5 %		285 120
Rakennuttajan yleiskustannukset	4 %		228 096
Henkilökunnan koulutus	1 %		57 024
Kustannusvaraus	5 %		285 120 1 425 600 EUR

INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ

(ALV 0 %)

7 128 000 EUR**KÄYTTÖKUSTANNUKSET**

Ferrosulfaatti	0 t/a	110 €/t	0
Ferrisulfaatti (PIX)	525 t/a	150 €/t	78 750
Polymeeri	7000 kg/a	4.5 €/kg	31 500
Lipeä	320 t/a	150 €/t	48 000

Lietteen jatkokäsittely	4300 t/a	85 €/t	365 500
Energiankulutus, ilmastus & uudet rakennukset	1200 MWh/a	100 €/MWh	120 000
Lämmitys (Öljy)	70 m3/a	800 €/m3	56 000
Käyttökilokunta	5 htv	50 000 €/htv	250 000
Kunnossapitokustannusten lisäys			181 650
			1 131 400 EUR
KOKONAISKUSTANNUKSET			
Kuoletusaika: rakenteet	30 v		0.0578
koneisto	15 v		0.0899
Korkokanta	5 %	Jätevesim.	14 400 m3/d
Inflaatio	1 %	Laskutettu vesim.	7 050 m3/d
Reaalikorko	4 %		
Vuotuiset investointikustannukset	rakenteet ja yleiskust.		186 155 EUR/a
	koneet ja laitteet		351 580 EUR/a
Vuotuiset investointikustannukset	yhteensä	0.21 EUR/laskut.jv-m3	537 735 EUR/a
Käyttökustannukset		0.44 EUR/laskut.jv-m3	1 131 400 EUR/a
Kokonaiskustannukset vuodessa		0.649 EUR/laskut. jv-m3	1 669 135 EUR/a

IMATRAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO
VE 1C: MBR-PROSESSI
MELTOLAN PUHDISTAMON SANEERAUS

RAKENNUSTEKNISET TYÖT

EUR (alv 0 %)

Valvomorakennuksen saneeraus	261 m2	400 EUR/m2	104 400
Esikäsitteily- ja lieterakennuksen saneeraus	360 m3	400 EUR/m3	144 000
Uusi kompressorirakennus	80 m2	1 500 EUR/m2	120 000
Hiekanerotusaltaiden halli	150 m2	1 000 EUR/m3	150 000
Prosessihalli, ilmastus	800 m2	1 200 EUR/m2	960 000
Ilmastusaltaiden väliseinät ja prosessialtaiden kunnostus			250 000
Alueputkistot			35 000
Piha-alueiden päällystys- ja viimeistelytyöt			15 000

1 778 400 EUR

KONEET JA LAITTEET

Esikäsitteily

Porrasvälppä	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Välpepesuri	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Hiekkapesuri	1 kpl	38 000 EUR/kpl	38 000
Hiekkalava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000
Hienovälppäys	2 kpl	80 000 EUR/kpl	160 000
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			30 000

Ilmastus ja kalvosuodatus

Pohjailmastimet			80 000
Kalvomoduulit	65600 m2	50 EUR/m3	3 280 000
Kompressorit	5 kpl	50 000 EUR/kpl	250 000
Sekoittimet	4 kpl	15 000 EUR/kpl	60 000
Ylijäämälietepumput	2 kpl	6 000 EUR/kpl	12 000
Permeaattipumput	8 kpl	15 000 EUR/kpl	120 000
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			130 000

Kemikalointi

Lipeän annostelulaitteisto			55 000
Saostuskemikkalipumput	2 kpl	3 000 EUR/kpl	6 000
Polymeerilaitteisto	1 kpl	45 000 EUR/kpl	45 000

Linkokuivain	1 kpl	100 000 EUR/kpl	100 000
Teknisen veden järjestelmä			50 000
Varavoimakone			60 000

Automaatio ja Instrumentointi			800 000
Sähkötyöt			900 000
LVI-työt			750 000

6 994 000 EUR

YLEISKUSTANNUKSET

25 %

EUR (alv 0 %)

Urakoitsijan yleiskustannukset	10 %	877 240
Suunnittelu	5 %	438 620
Rakennuttajan yleiskustannukset	4 %	350 896
Henkilökunnan koulutus	1 %	87 724
Kustannusvaraus	5 %	438 620
		2 193 100 EUR

INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ

(ALV 0 %)

10 965 500 EUR

KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Ferrosulfaatti	254 t/a	110 €/t	27 940
Alumiinikemikaali (PAC)	150 t/a	300 €/t	45 000
Polymeeri	5000 kg/a	4.5 €/kg	22 500
Lipeä	320 t/a	150 €/t	48 000
Pesukemikaalit (kalvot)	40 t/a	360 €/t	14 400
Lietteen jatkokäsittely	4300 t/a	80 €/t	344 000

Energiankulutus, ilmastus & uudet rakennukset	1500	MWh/a	100 €/MWh	150 000
Lämmitys (Öljy)	70	m3/a	800 €/m3	56 000
Käyttöhenkilökunta	5	htv	50 000 €/htv	250 000
Kunnossapitokustannusten lisäys				227 604
				1 185 444 EUR
KOKONAISKUSTANNUKSET				
Kuoletusaika: rakenteet		30 v		0.0578
koneisto		15 v		0.0899
Korkokanta		5 %	Jätevesim.	14 400 m3/d
Inflaatio		1 %	Laskutettu vesim.	7 050 m3/d
Reaalikorko		4 %		
Vuotuiset investointikustannukset		rakenteet ja yleiskust.		229 672 EUR/a
		koneet ja laitteet		629 048 EUR/a
Vuotuiset investointikustannukset		yhteensä	0.33 EUR/laskut.jv-m3	858 720 EUR/a
Käyttökustannukset			0.46 EUR/laskut.jv-m3	1 185 444 EUR/a
Kokonaiskustannukset vuodessa			0.794 EUR/laskut. jv-m3	2 044 164 EUR/a

IMATRAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO
VE 2A: AKTIIVILIETEPROSESSI JA JÄLKIKÄSITTELY
UUSI JÄTEVEDENPUHDISTAMO

RAKENNUSTEKNISET TYÖT

EUR (alv 0 %)

Purku- ja maisemointityöt Meltolassa

Betonialtaiden purku-/täyttötyöt			30 000
Maisemointi			20 000
Prosessihallit ja rakennukset			30 000

Lähtöpumppaamo Meltolaan

Maanrakennustyöt			60 000
Allasrakenteet			100 000
Laitetila			100 000

Esikäsitteily

Pohjarakennustyöt	600 m3	70 EUR/m3	42 000
Pohjalaatta	150 m3	700 EUR/m4	105 000
Esikäsitteilyrakennus	350 m2	1 500 EUR/m2	525 000

Ilmastusallas, 2 kpl

Louhinta, altaat	5500 m3	70 EUR/m3	385 000
Louhinta, oheistilat ja käytävät	3500 m3	70 EUR/m3	245 000
Altaiden pohjalaatta	400 m3	700 EUR/m3	280 000
Altaiden seinät	350 m3	800 EUR/m3	280 000
Hoitosillat			50 000

Jätkiselkeytsaltaat, 2 kpl

Louhinta, altaat	6200 m3	70 EUR/m3	434 000
Louhinta, oheistilat ja käytävät	2000 m3	70 EUR/m4	140 000
Altaiden pohjalaatta	730 m3	700 EUR/m5	511 000
Altaiden seinät	900 m3	800 EUR/m5	720 000
Hoitosillat			80 000

Sakeutusaltaat, 2 kpl

Louhinta, altaat	450 m3	70 EUR/m3	31 500
Louhinta, oheistilat ja käytävät	350 m3	70 EUR/m4	24 500
Altaiden pohjalaatta	65 m3	700 EUR/m5	45 500
Altaiden seinät	80 m3	800 EUR/m5	64 000
Hoitosillat			45 000

Lietteenkäsitteilyrakennus

Pohjarakennustyöt	900 m3	70 EUR/m3	63 000
Pohjalaatta	170 m3	700 EUR/m4	119 000
Rakennus	400 m2	1 500 EUR/m2	600 000

Jätkikäsitteilyrakennus

Pohjarakennustyöt	900 m3	70 EUR/m3	63 000
Pohjalaatta	170 m3	700 EUR/m4	119 000
Rakennus	400 m2	1 500 EUR/m2	600 000

Muut

Kemikaalialtaat			100 000
Sakokaivolieteallas ja laitetila			100 000

Valvomo- ja huoltorakennukset			1 000 000
Piha-alueiden päällystys- ja viimiestelytyöt			350 000

Alueputkistot			200 000
---------------	--	--	---------

7 661 500 EUR**KONEET JA LAITTEET****Lähtöpumppaamo Meltolaan**

Lähtevän veden pumput	5 kpl	20 000 EUR/kpl	100 000
Putkistot ja venttiilit			60 000

Esikäsitteily

Välppäys	3 kpl	30 000 EUR/kpl	90 000
----------	-------	----------------	--------

Välpepesuri	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000	
Hiekkapesuri	1 kpl	38 000 EUR/kpl	38 000	
Välpelava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000	
Hiekkalava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000	
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			150 000	
Viirasuodatus				
Suodatinyksiköt	8 kpl	220 000 EUR/kpl	1 760 000	
Lietepumput	4 kpl	8 000 EUR/kpl	32 000	
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			100 000	
Ilmastus				
Pohjailmastimet			170 000	
Kompressorit	4 kpl	40 000 EUR/kpl	160 000	
Sekoittimet	4 kpl	15 000 EUR/kpl	60 000	
Nitraattikiertopumput	2 kpl	8 000 EUR/kpl	16 000	
Ylijäämälietepumput	2 kpl	6 000 EUR/kpl	12 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			160 000	
Jälkiselkeytys				
Selkeytyskoneisto	2 kpl	40 000 EUR/kpl	80 000	
Palautuslietepumput	4 kpl	15 000 EUR/kpl	60 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			100 000	
Jälkikäsitely				
Jälkikäsitelyn laitteet			600 000	
UV-desinfiointi			40 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			110 000	
Lietteen sakeutus				
Sakeutinkoneisto	2 kpl	40 000 EUR/kpl	80 000	
Tiivistetyn lietteen pumput	2 kpl	15 000 EUR/kpl	30 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Lietteen kuivaus				
Linkokuivain	2 kpl	100 000 EUR/kpl	200 000	
Kuivatun lietteen pumppu	2 kpl	20 000 EUR/kpl	40 000	
Lietesiilo purkulaitteilla	2	100 000 EUR/kpl	200 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Sakokaivolietteen vastaanotto				
Tunnistin- ja mittauslaitteisto	1 kpl	20 000 EUR/kpl	20 000	
Välppä	1 kpl	35 000 EUR/kpl	35 000	
Välpepuristin	1 kpl	18 000 EUR/kpl	18 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Kemikalointi				
Kalkin annostelulaitteisto			100 000	
Saostuskemikkalipumput	3 kpl	4 000 EUR/kpl	12 000	
Polymeerilaitteisto	2 kpl	45 000 EUR/kpl	90 000	
Muut koneistot				
Teknisen veden järjestelmä			60 000	
Varavoimakone			60 000	
Automaatio ja Instrumentointi			900 000	
Sähkötyöt			1 300 000	
LVI-työt			1 000 000	3 320 000
			8 269 000 EUR	
YLEISKUSTANNUKSET				
Urakoitsijan yleiskustannukset	25 %	EUR (alv 0 %)		
Suunnittelu	10 %		1 593 050	
Rakennuttajan yleiskustannukset	5 %		796 525	
Henkilökunnan koulutus	4 %		637 220	
Kustannusvaraus	1 %		159 305	
	5 %		796 525	3 982 625 EUR
INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ			(ALV 0 %)	19 913 125 EUR
KÄYTTÖKUSTANNUKSET				
Ferrisulfaatti (PIX)	315 t/a	150 €/t	47 250	
Polyalumiinikloridi (PAC)	150 t/a	300 €/t	45 000	

Polymeeri	7000 kg/a	4.5 €/kg	31 500
Kalkki	200 t/a	160 €/t	32 000
Lietteen jatkokäsittely	4500 t/a	85 €/t	382 500
Energia	1100 MWh/a	100 €/MWh	110 000
Käyttöhenkilökunta	5 htv	50 000 €/htv	250 000
Kunnossapitokustannusten lisäys			203 688
			1 101 938 EUR
KOKONAISKUSTANNUKSET			
Kuoleetusaika: rakenteet	30 v		0.0578
koneisto	15 v		0.0899
Korkokanta	5 %	Jätevesim.	14 400 m ³ /d
Inflaatio	1 %	Laskutettu vesim.	7 050 m ³ /d
Reaalikorko	4 %		
Vuotuiset investointikustannukset	rakenteet ja yleiskust.		673 381 EUR/a
	koneet ja laitteet		743 723 EUR/a
Vuotuiset investointikustannukset	yhteensä	0.55 EUR/laskut.jv-m3	1 417 104 EUR/a
Käyttökustannukset		0.43 EUR/laskut.jv-m3	1 101 938 EUR/a
Kokonaiskustannukset vuodessa		0.979 EUR/laskut. jv-m3	2 519 041 EUR/a

SIIRTOVIEMÄRIT			
<i>Putkilinjat:</i>			
Meltola - Uusi JVP			
DN 630-10 (putkimateriaali)	15 000 m	290 €/m	4 350 000
Maanrakennustyöt	15 000 m	50 €/m	750 000
			5 100 000 EUR
Yleiskustannus 12% (pelkästään putkilinjalle)			612 000
Yleiskustannus 25% (pumppaamot)			612 000
Yhteensä			5 712 000 EUR
KÄYTTÖKUSTANNUKSET			
Pumppaamoiden energiakustannus	530 MWh/a	100.0 EUR/MWh	53 000
Siirtoviemäriin ja pumppaamoiden huolto	0.3 htv/a	55000.0 EUR/htv	16 500
			69 500 EUR/a
KOKONAISKUSTANNUKSET			
Kuoleetusaika: rakenteet	30 v		
koneisto	15 v		
Korkokanta	5 %	Jätevesim.	6 000 m ³ /d
Inflaatio	1 %		
Reaalikorko	4 %		
Vuotuiset investointikustannukset	rakenteet ja yleiskust	EUR/jv-m3	330 326 EUR/a
	koneet ja laitteet	EUR/jv-m3	0 EUR/a
Vuotuiset investointikustannukset	yhteensä	0.15 EUR/jv-m3	330 326 EUR/a
Käyttökustannukset		0.03 EUR/jv-m3	69 500 EUR/a
Kokonaiskustannukset vuodessa		0.18 EUR/jv-m3	399 826 EUR/a

IMATRAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO
VE 2B: MBBR-PROSESSI
UUSI JÄTEVEDENPUHDISTAMO

RAKENNUSTEKNISEET TYÖT

EUR (alv 0 %)

Purku- ja maisemointityöt Meltolassa

Betonialtaiden purku-/täyttötyöt			30 000
Maisemointi			20 000
Prosessihallit ja rakennukset			30 000

Lähtöpumppaamo Meltolaan

Maanrakennustyöt			60 000
Allasrakenteet			100 000
Laitetila			100 000

Esikäsitteily

Pohjarakennustyöt	600 m3	70 EUR/m3	42 000
Pohjalaatta	150 m3	700 EUR/m4	105 000
Esikäsitteilyrakennus	350 m2	1 500 EUR/m2	525 000

Ilmastusallas, 2 kpl

Louhinta, altaat	3300 m3	70 EUR/m3	231 000
Louhinta, oheistilat ja käytävät	2500 m3	70 EUR/m3	175 000
Altaiden pohjalaatta	240 m3	700 EUR/m3	168 000
Altaiden seinät	250 m3	800 EUR/m3	200 000
Hoitosillat			35 000
Prosessihalli	600 m2	1 500 EUR/m3	900 000

Flotaatio

Louhinta, altaat	1700 m3	70 EUR/m3	119 000
Louhinta, oheistilat ja käytävät	1500 m3	70 EUR/m4	105 000
Altaiden pohjalaatta	220 m3	700 EUR/m5	154 000
Altaiden seinät	150 m3	800 EUR/m5	120 000
Hoitosillat			70 000
Prosessihalli	150 m2	1 500 EUR/m2	225 000

Sakeutusaltaat, 2 kpl

Louhinta, altaat	450 m3	70 EUR/m3	31 500
Louhinta, oheistilat ja käytävät	350 m3	70 EUR/m4	24 500
Altaiden pohjalaatta	65 m3	700 EUR/m5	45 500
Altaiden seinät	80 m3	800 EUR/m5	64 000
Hoitosillat			45 000

Lietteenkäsittelyrakennus

Pohjarakennustyöt	900 m3	70 EUR/m3	63 000
Pohjalaatta	170 m3	700 EUR/m4	119 000
Rakennus	400 m2	1 500 EUR/m2	600 000

Muut

Kemikaalialtaat			100 000
Sakokaivolieteallas ja laitetila			100 000
Valvomo- ja huoltorakennukset			1 000 000
Piha-alueiden päällystys- ja viimiestelytyöt			280 000
Alueputkistot			180 000

6 166 500 EUR

KONEET JA LAITTEET**Lähtöpumppaamo Meltolaan**

Lähtevän veden pumput	5 kpl	20 000 EUR/kpl	100 000
Putkistot ja venttiilit			60 000

Esikäsitteily

Välppäys	3 kpl	30 000 EUR/kpl	90 000
Välpepesuri	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Hiekkapesuri	1 kpl	38 000 EUR/kpl	38 000

Välpelava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000	
Hiekkalava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000	
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			150 000	
Viirasuodatus				
Suodatinyksiköt	8 kpl	220 000 EUR/kpl	1 760 000	
Lietepumput	4 kpl	8 000 EUR/kpl	32 000	
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			100 000	
Kantoaineilmastus				
Pohjailmastimet			140 000	
Kantoaine	900 m3	500 EUR/m3	450 000	
Siivilät			160 000	
Kompressorit	4 kpl	40 000 EUR/kpl	160 000	
Sekoittimet	4 kpl	15 000 EUR/kpl	60 000	
Ylijäämälietepumput	2 kpl	6 000 EUR/kpl	12 000	
Nitraattikiertopumppu	2 kpl	8 000 EUR/kpl	16 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			140 000	
Flotaatio				
Hämmennyskoneistot	2 kpl	10 000 EUR/kpl	20 000	
Dispersiovesipumput	2 kpl	12 000 EUR/kpl	24 000	
Dispersiovesisäiliö	2 kpl	14 000 EUR/kpl	28 000	
Dispersioilmakompressori	2 kpl	14 000 EUR/kpl	28 000	
Dispersiovesisuuttimet	2 sarjaa	8 000 EUR/kpl	16 000	
Flotaatolietepumppu	2 kpl	8 000 EUR/kpl	16 000	
Pintalietekaavin ja kouru	2 kpl	14 000 EUR/kpl	28 000	
Pohjakaavin	2 kpl	10 000 EUR/kpl	20 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			80 000	
Jälkikäsittely				
UV-desinfiointi			40 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			25 000	
Lietteen sakeutus				
Sakeutinkoneisto	2 kpl	40 000 EUR/kpl	80 000	
Tiivistetyn lietteen pumput	2 kpl	15 000 EUR/kpl	30 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Lietteen kuivaus				
Linkokuivain	2 kpl	100 000 EUR/kpl	200 000	
Kuivatun lietteen pumppu	2 kpl	25 000 EUR/kpl	50 000	
Lietesiilo purkulaitteilla	2 kpl	175 000 EUR/kpl	350 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Sakokaivolietteen vastaanotto				
Tunnistin- ja mittauslaitteisto	1 kpl	20 000 EUR/kpl	20 000	
Välppä	1 kpl	35 000 EUR/kpl	35 000	
Välpepuristin	1 kpl	18 000 EUR/kpl	18 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Kemikalointi				
Lipeän annostelulaitteisto			55 000	
Saostuskemikkalipumput	3 kpl	4 000 EUR/kpl	12 000	
Polymeerilaitteisto	2 kpl	45 000 EUR/kpl	90 000	
Muut koneistot				
Teknisen veden järjestelmä			60 000	
Varavoimakone			60 000	
Automaatio ja Instrumentointi			800 000	
Sähkötyöt			1 100 000	
LVI-työt			900 000	2 920 000
				7 879 000 EUR
YLEISKUSTANNUKSET				
	25 %	EUR (alv 0 %)		
Urakoitsijan yleiskustannukset	10 %		1 404 550	
Suunnittelu	5 %		702 275	
Rakennuttajan yleiskustannukset	4 %		561 820	
Henkilökunnan koulutus	1 %		140 455	
Kustannusvaraus	5 %		702 275	3 511 375 EUR

INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ

(ALV 0 %)

17 556 875 EUR

KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Ferrisulfaatti	525 t/a	150 €/t	78 750
Polyalumiinikloridi (PAX)	0 t/a	300 €/t	0
Polymeeri	7000 kg/a	4.5 €/kg	31 500
Lipeä	365 t/a	160 €/t	58 400
Lietteen jatkokäsittely	4300 t/a	85 €/t	365 500
Energia	1300 MWh/a	100 €/MWh	130 000
Käyttöhenkilökunta	5 htv	50 000 €/htv	250 000
Kunnossapitokustannusten lisäys			196 292

1 110 442 EUR

KOKONAISKUSTANNUKSET

Kuoletusaika: rakenteet	30 v	0.0578	
koneisto	15 v	0.0899	
Korkokanta	5 %	Jätevesim.	14 400 m3/d
Inflaatio	1 %	Laskutettu vesim.	7 050 m3/d
Reaalikorko	4 %		
Vuotuiset investointikustannukset	rakenteet ja yleiskust.	559 672 EUR/a	
	koneet ja laitteet	708 646 EUR/a	
Vuotuiset investointikustannukset	yhteensä	0.49 EUR/laskut.jv-m3	1 268 318 EUR/a

Käyttökustannukset	0.43 EUR/laskut.jv-m3	1 110 442 EUR/a
Kokonaiskustannukset vuodessa	0.924 EUR/laskut. jv-m3	2 378 760 EUR/a

SIIRTOVIEMÄRIT
Putkilinjat:
Meltola - Uusi JVP

DN 630-10 (putkimateriaali)	15 000 m	290 €/m	4 350 000
Maanrakennustyöt	15 000 m	50 €/m	750 000
			5 100 000 EUR
Yleiskustannus 12% (pelkästään putkilinjalle)			612 000
Yleiskustannus 25% (pumppaamot)			612 000
Yhteensä			5 712 000 EUR

KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Pumppaamoiden energiakustannus	530 MWh/a	100.0 EUR/MWh	53 000
Siirtoviemäriin ja pumppaamoiden huolto	0.3 htv/a	55000.0 EUR/htv	16 500
			69 500 EUR/a

KOKONAISKUSTANNUKSET

Kuoletusaika: rakenteet	30 v		
koneisto	15 v		
Korkokanta	5 %	Jätevesim.	6 000 m3/d
Inflaatio	1 %		
Reaalikorko	4 %		
Vuotuiset investointikustannukset	rakenteet ja yleiskust	330 326 EUR/a	
	koneet ja laitteet	0 EUR/a	
Vuotuiset investointikustannukset	yhteensä	0.15 EUR/jv-m3	330 326 EUR/a

Käyttökustannukset	0.03 EUR/jv-m3	69 500 EUR/a
Kokonaiskustannukset vuodessa	0.18 EUR/jv-m3	399 826 EUR/a

IMATRAN JÄTEVEDENPUHDISTAMO
VE 2C: MBR-PROSESSI
UUSI JÄTEVEDENPUHDISTAMO

RAKENNUSTEKNISEET TYÖT

EUR (alv 0 %)

Purku- ja maisemointityöt Meltolassa

Betonialtaiden purku-/täyttötyöt			30 000
Maisemointi			20 000
Prosessihallit ja rakennukset			30 000

Lähtöpumppaamo Meltolaan

Maanrakennustyöt			60 000
Allasrakenteet			100 000
Laitetila			100 000

Esikäsittely

Pohjarakennustyöt	750 m3	80 EUR/m3	60 000
Pohjalaatta	155 m3	700 EUR/m4	108 500
Esikäsittelyrakennus	370 m2	1 500 EUR/m2	555 000

Ilmastus- ja kalvosuodatusallas, 2 kpl

Louhinta, altaat	3300 m3	70 EUR/m3	231 000
Louhinta, oheistilat ja käytävät	2500 m3	70 EUR/m3	175 000
Altaiden pohjalaatta	240 m3	700 EUR/m3	168 000
Altaiden seinät	250 m3	800 EUR/m3	200 000
Hoitosillat			35 000
Hallirakennus	600 m2	1 500 EUR/m2	900 000

Actiflo

Louhinta, altaat	220 m3	70 EUR/m3	15 400
Louhinta, oheistilat ja käytävät	80 m3	70 EUR/m4	5 600
Altaiden pohjalaatta	25 m3	700 EUR/m5	17 500
Altaiden seinät	55 m3	800 EUR/m5	44 000
Hoitosillat			15 000
Prosessihalli	100 m2	1 500 EUR/m2	150 000

Sakeutusaltaat, 2 kpl

Louhinta, altaat	450 m3	70 EUR/m3	31 500
Louhinta, oheistilat ja käytävät	350 m3	70 EUR/m4	24 500
Altaiden pohjalaatta	65 m3	700 EUR/m5	45 500
Altaiden seinät	80 m3	800 EUR/m5	64 000
Hoitosillat			45 000

Lietteenkäsittelyrakennus

Pohjarakennustyöt	900 m3	70 EUR/m3	63 000
Pohjalaatta	170 m3	700 EUR/m4	119 000
Rakennus	400 m2	1 500 EUR/m2	600 000

Muut

Kemikaalialtaat			100 000
Sakokaivolieteallas ja laitetila			100 000
Valvomo- ja huoltorakennukset			1 000 000
Piha-alueiden päällystys- ja viimiestelytyöt			280 000
Alueputkistot			180 000

5 672 500 EUR

KONEET JA LAITTEET**Lähtöpumppaamo Meltolaan**

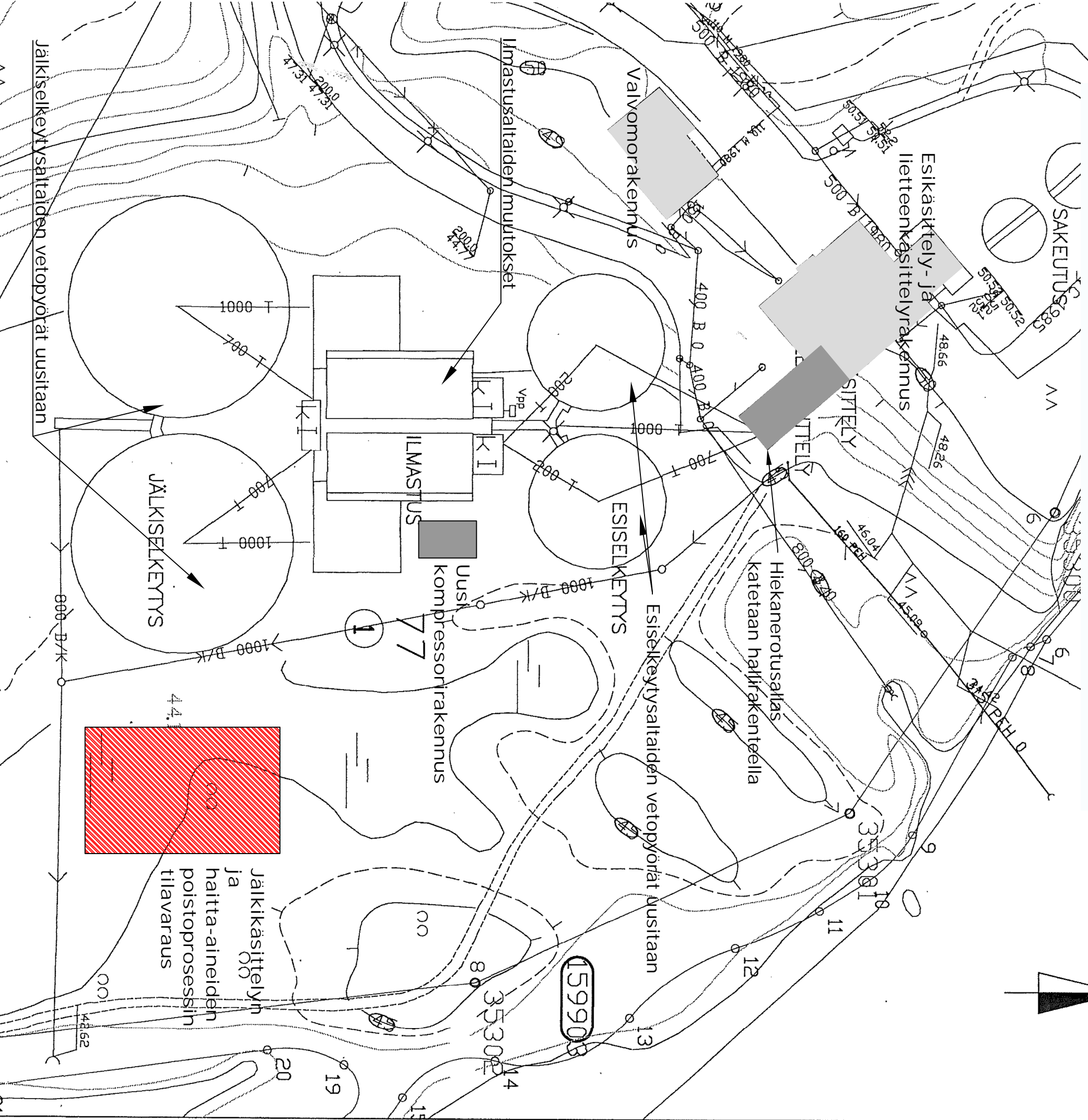
Lähtevän veden pumput	5 kpl	20 000 EUR/kpl	100 000
Putkistot ja venttiilit			60 000

Esikäsittely

Välppäys	3 kpl	30 000 EUR/kpl	90 000
Välpepesuri	1 kpl	30 000 EUR/kpl	30 000
Hiekkapesuri	1 kpl	38 000 EUR/kpl	38 000


Välpelava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000	
Hiekkalava	1 kpl	8 000 EUR/kpl	8 000	
Hienovälppä	2 kpl	80 000 EUR/kpl	160 000	
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			160 000	
Viirasuodatus				
Suodatinyksiköt	8 kpl	220 000 EUR/kpl	1 760 000	
Lietepumput	4 kpl	8 000 EUR/kpl	32 000	
Putkistot, kanavat, venttiilit, luukut			100 000	
Ilmastus- ja kalvosuodatus				
Pohjailmastimet			140 000	
Kompressorit	4 kpl	40 000 EUR/kpl	160 000	
Sekoittimet	4 kpl	15 000 EUR/kpl	60 000	
Ylijäämälietepumput	2 kpl	6 000 EUR/kpl	12 000	
Kalvomoduulit	65 600 m2	50 EUR/m2	3 280 000	
Permeaattipumput	4 kpl	10 000 EUR/kpl	40 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			220 000	
Lietteen sakeutus				
Sakeutinkoneisto	2 kpl	40 000 EUR/kpl	80 000	
Tiivistetyn lietteen pumput	2 kpl	15 000 EUR/kpl	30 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Lietteen kuivaus				
Linkokuivain	2 kpl	100 000 EUR/kpl	200 000	
Kuivatun lietteen pumppu	2 kpl	20 000 EUR/kpl	40 000	
Lietesiilo purkulaitteilla	2	100 000 EUR/kpl	200 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Sakokaivolietteen vastaanotto				
Tunnistin- ja mittauslaitteisto	1 kpl	20 000 EUR/kpl	20 000	
Välppä	1 kpl	35 000 EUR/kpl	35 000	
Välpepuristin	1 kpl	18 000 EUR/kpl	18 000	
Putkistot, kanavat venttiilit, luukut			60 000	
Kemikalointi				
Lipeän annostelulaitteisto			55 000	
Saostuskemikkalipumput	3 kpl	4 000 EUR/kpl	12 000	
Polymeerilaitteisto	2 kpl	45 000 EUR/kpl	90 000	
Kalvojen pesukemikaalilaitteistot	2 kpl	15 000 EUR/kpl	30 000	
Muut koneistot				
Teknisen veden järjestelmä			60 000	
Varavoimakone			60 000	
Automaatio ja Instrumentointi			780 000	
Sähkötyöt			700 000	
LVI-työt			650 000	2 250 000
				9 698 000 EUR
YLEISKUSTANNUKSET				
		25 %	EUR (alv 0 %)	
Urakoitsijan yleiskustannukset		10 %	1 537 050	
Suunnittelu		5 %	768 525	
Rakennuttajan yleiskustannukset		4 %	614 820	
Henkilökunnan koulutus		1 %	153 705	
Kustannusvaraus		5 %	768 525	3 842 625 EUR
INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ				
		(ALV 0 %)		19 213 125 EUR
KÄYTTÖKUSTANNUKSET				
Ferrisulfaatti	0 t/a	150 €/t	0	
Polyalumiinikloridi (PAC)	525 t/a	300 €/t	157 500	
Polymeeri	7000 kg/a	4.5 €/kg	31 500	
Lipeä	263 t/a	160 €/t	42 080	
Lietteen jatkokäsittely	4000 t/a	85 €/t	340 000	
Energia	1400 MWh/a	100 €/MWh	140 000	
Käyttöhenkilökunta	5 htv	50 000 €/htv	250 000	
Kunnossapitokustannusten lisäys			270 813	
				1 231 893 EUR

VE 1A: Aktiivilieteprosessi ja jäikkäsittely



 Saneerattava rakennus

 Uusi rakennus

 Tilavaraus

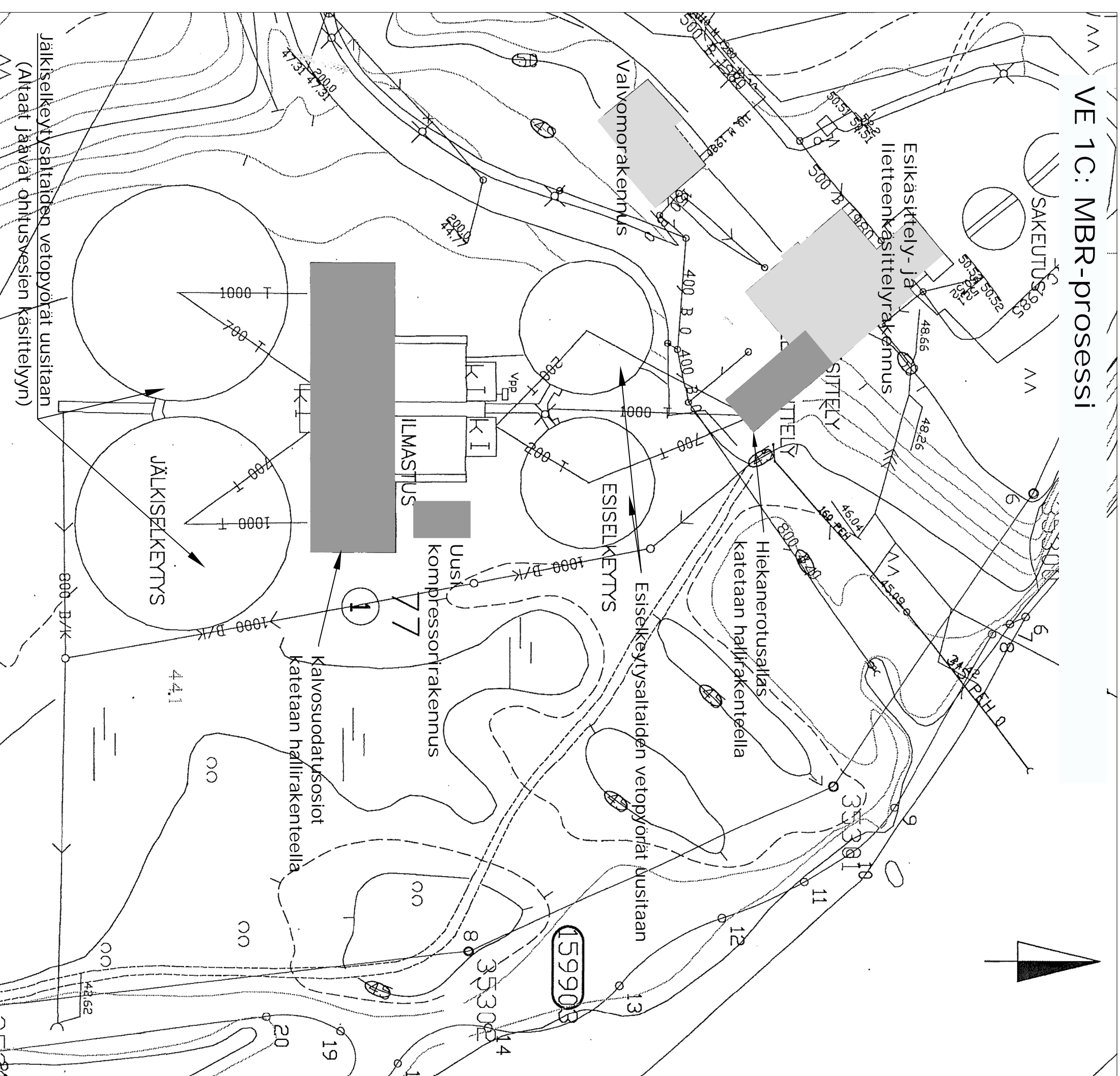
Turn.	Lukum.	Muutos	Päiväys	
k.osa/ kyla		korttel/ tila	Tontti/ Rn.o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimio/ide				Piirustussijli
SANEERAUS				ESISUUNNITELMA
Rakennuskohteen nimi ja osiole				Mittakaava
IMATTRAN VESI		VE 1A: ASEMAKUVVA		1 : 500
Jätevedenpuhdistamon saneeraus				
Suunn. ala		Työno	Tiedosto	
VH			Muutos	
Piirustusto				
101				
piir.	tark.	pvm		
VENEV	JRAU	21.11.2017		



Ramboll
Olavinkatu 24
57130 Savonlinna

Suunnittelija
JRAU

VE 1C: MBR-prosessi



- Saneerattava rakennus
- Uusi rakennus

Turnn.	Lukum.	Muutos	Päiväys	
k.osa/ kyla			korttelii/ tila	
Rakennusohjelmajide			Tontti/ Rn.o	
SANEERAUS			Viranomaisen merkintöjä	
Rakennuskohteen nimi ja osat			Pitustuslaji	
IMATRAN VESI			ESISUUNNITELMA	
Jätevedenpuhdistamon saneeraus			Pitustuksen sisäto	
			Mittakaava 1: 750	
RAMBOLL			Suunn. ala	
			VH	
			Pitustuslaji	
			102	
Suunnittelija			piv.	
JRAU			VENEV	
			tark.	
			JRAU	
			pvm	
			21.11.2017	

Meltola JVP

Kupari

(42.49-43.82)

Puhdistamo

Siirtolinjat
2 x PEH 630-10

Vallinkoski

Siirtolinjat
2 x PEH 630-10

Uusi JVP
(sijainti alustava/mahdollinen
sijoituspaikka)

Tunn.	Lukum.	Muutos	Päiväys
k.osa/ kyla	korttel/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintä
Rakennusmerkki	UUDISRAKENNUS		Piirustaji Juoksa rno
Rakennuskohteen nimi ja osoite	IMATRAN VESI Jätevedenpuhdistamon esisuunnitelma		Mittakaava VE 2: Siirtoviemärinjat 1:12500
Suunnittelija VENEV		Ramboll Olavinkatu 24 57130 Savonlinna	Suunn. ala VH Piirustusno 104 Tyyppi Tiedosto Muutos pvm 21.11.2017