

Esisuunnitellut jätevesilaitosmoduulit

Rajala Aleks

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Aleksi Rajala			
Työn nimi Esisuunnitellut jätevesilaitosmoduulit			
Päiväys	21.5.2012	Sivumäärä/Liitteet	52/16
Ohjaaja(t) Pasi Pajula, yliopettaja, Savonia - AMK ja Esa Raivio, liiketoiminnankehitysjohtaja, Econet			
Toimeksiantaja / Yhteistyökumppani (t) Econet Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämä työ on osa suurempaa liiketoiminnan kehitysprojektia, jolla Econet pyrkii kasvattamaan kilpailukykyään kiristyvillä vesitekniikan markkinoilla. Hankkeessa on tarkoituksena suunnitella 4 kpl valmiita jätevedenpuhdistamomoduleita, jotka voi myydä valmiina "avaimet käteen" – toimituksina asiakkaalle.</p> <p>Opinnäytetyöhön valittiin suunnittelukohteeksi yksi laitoskoluokka, jonka perusteella yritys myöhemmin suunnittelee myös muut tarjottavat laitoskoot. Mitoituksessa lähtötietoina käytettiin eri kirjallisuuslähteitä sekä Porvoon Sannaisten puhdistamon suunnittelumateriaalia. Mitoituksessa vaativimmaksi osuudeksi osoittautui aktiivilieteprosessin ilmastusaltaan mitoitus, jonka mitoittamiseen ei löydetty ajan tasalla olevaa lähtöaineistoa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa moduulilaitoksen yleissuunnitelma, PI -kaavio, laiteluettelo, kustannuserittely sekä jana-aikataulu laitoksen toteutuksesta.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena selvisi, että moduulirakentaminen on tehokasta ja kannattaa pienehköissä jätevedenpuhdistamoissa. Tällöin suuri osa tarvikkeista voidaan valmistaa etukäteen. Samoin pienten laitosten suuri lukumäärä mahdollistaa moduulirakentamisella saavutettavan taloudellisen edun toteutumisen. Suurissa laitoksissa betonialtaiden korvaaminen muilla menetelmillä on lähes mahdotonta. Moduulirakentaminen tuo huomattavia kustannus- ja aikataulusäästöjä normaaliin rakentamiseen verrattuna.</p>			
Avainsanat Jätevesi, jätevedenpuhdistamo, rakentaminen, moduuli			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Aleksi Rajala			
Title of Thesis Preplanned Water and Wastewater Treatment Plants			
Date	21 May 2012	Pages/Appendices	52/16
Supervisor(s) Mr Pasi Pajula Principal Lecturer and Mr Esa Raivio Business Development Director			
Client Organisation /Partners Econet Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis is part of a larger business development project by which Econet aims to increase its competitiveness in the increasingly competitive market. The goal of this project was to design four waste water treatment modules of different sizes that can be sold as turnkey products to the customer.</p> <p>One of the four plant sizes, which is also the largest of these, was chosen for this thesis. The input data consisted of literature sources and the design material on the Sannainen treatment plant. The most demanding design part turned out to be the aeration design of the activated sludge process. No up to date dimensions information was found in the source information. The objectives of the work were to produce a master plan, the PI diagrams, equipment lists, cost specification, and a line segment and the implementation schedule for the plant.</p> <p>As a result of this thesis it was found out that modular construction is more efficient and more profitable for small units, where a major part of the supplies can be prepared in advance. In large plants it is almost impossible to find an alternative replacement method for concrete pools.</p>			
<p>Keywords Waste water, waste water treatment, construction, module</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	PROJKTIN TAUSTATIEDOT.....	8
2.1	Projektin kuvaus	8
2.2	Opinnäytetyön osuus projektista.....	8
2.3	Moduulipuhdistamojen kokoluokat.....	9
3	MITOITUS	12
3.1	Mitoitusmenetelmät ja mitoituksen perusteet.....	12
3.2	Tulopumppaus.....	14
3.3	Esikäsittely	14
3.4	Kemikalointi.....	15
3.5	Esiselkeytys (2 linjaa).....	15
3.6	Ilmastus (2 linjaa).....	16
3.7	Jälkiselkeytys (2 linjaa).....	16
3.8	Lietteenkäsittely.....	17
3.9	Laitoksen lisäoptiot.....	17
3.10	Laitoksen vaatimat luvat	19
4	AIKATAULU.....	20
4.1	Laitoksen toteutus.....	20
4.2	Moduulilaitoksen tuomia etuja aikataulussa	22
4.3	Moduulilaitoksen kustannukset	22
4.3.1	Materiaalikustannukset.....	23
4.3.2	Laitekustannukset.....	23
4.3.3	Suunnittelukustannukset	23
4.3.4	Rahtikustannukset	24
4.3.5	Henkilöstökustannukset.....	24
4.4	Kustannusten alentamisen mahdollisuudet	25
4.5	Laitoksen kokonaiskustannukset.....	26
5	PROJEKTIN TOTEUTUKSEN VAIHEET	27
5.1	Tarpeiden kartoitus	28
5.2	Laitoksen tilaaminen.....	28
5.3	Moduulin modifioiminen kohteeseen sopivaksi	28
5.4	Laitoksen osien valmistus sarjatuotannolla	29
5.5	Laitoksen pystytys.....	29
5.6	Koekäyttö.....	29

5.7 Laitoksen luovutus ja ylläpito	30
6 MARKKINOINTI	31
7 Moduulipuhdistamojen tulevaisuuden näkymät Error! Bookmark not defined.	
7.1 Lupaehtojen kiristyminen	32
7.2 Konsulttien rooli	32
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	33
LÄHTEET	34
LIITTEET	35

1 JOHDANTO

Suomi on ollut yksi maailman johtavia vedenpuhdistusteknologian kehittäjämaita ja tulee jatkossakin sitä toivottavasti olemaan. Vesi on maailman tärkein luonnonvara, jota meidän tulee vaalia erityisellä pieteetillä. Suomessa vettä on käytettävissä suuret määrät väkilukuun suhteutettuna. Maailmassa on monia paikkoja, jossa vettä on todella niukasti saatavana. Tästä syystä ihmiskunnan on jatkossakin kiinnitettävä huomiota veden puhtauteen ja sen saatavuuteen.

Suomessa vesilaitoksia on ollut jo pitkään sekä vedentuotantoon että jätevesien puhdistamiseen. Tällä hetkellä suomalaisten kasvuun pyrkivien yritysten on tärkeää etsiä uusia markkinoita niistä maista, joissa vesilaitosten kysyntä on kasvamassa merkittävästi. Niin sanotut kehitysmaat ovat jo pääsemässä siihen pisteeseen, että yhdyskuntien jätevedetkin halutaan käsitellä asianmukaisella tavalla ja johtaa puhdistettuna takaisin luontoon. Tästä syystä erilaisia vesilaitoksia kysytään yhä enemmän Suomen rajojen ulkopuolella.

Usein vesilaitokset joudutaan suunnittelemaan juuri kyseiseen paikkaan, mutta pienten laitosten kokoluokassa avautuu mielenkiintoisia mahdollisuuksia myös sarjatuotannolle. Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena suunnitella yksi tällainen sarjatuotantona valmistettava jätevedenpuhdistamo. Tavoitteena on saada suunnittelu tasolle, joka mahdollistaa toimivan laitoksen toimittamisen asiakkaalle. Moduulipohjainen sarjatuotanto mahdollistaa huomattavat kustannussäästöt niin valmistajalle kuin loppukäyttäjällekin. Tarkoituksena on, että asiakkaalle toimitettavaan moduulilaitokseen tehtäisiin vain pieniä asiakaslähtöisiä räätälöintejä. Räätälöintiin vaikuttavat merkittävimmin puhdistamon sijoituspaikka ja käsiteltävän jäteveden laatu. Perusrakennusosat ovat hyvin pitkälti monistettavia ja näin sarjatuotantoon sopia yksiköitä. Sarjatuotanto mahdollistaa rahallisten säästöjen lisäksi mittavia ajallisia säästöjä projektin kokonaisuuteen.

Econet Oy:lle tämä projekti avaa uusia mahdollisuuksia tehdä liiketoimintaa pienten jätevedenpuhdistamojen markkinoilla. Tavoitteena opinnäytetyössä on tehdä yleissuunnitelma moduulipohjaiselle jätevedenpuhdistamolle, joka pystyisi hoitamaan noin 5 000 asukkaan jäteveden asukasvastineluvulla mitattuna. Yleissuunnitelma sisältää prosessien valinnan ja mitoituksen, aikataulun puhdistamon toteutukselle. Lisäksi työssä selvitetään kohdemaissa vaadittavia lupia jätevedenpuhdistukselle. Myös puhdistamon markkinointia ja toteutuksen aikataulua tarkastellaan.

Opinnäytetyön ensimmäinen vaihe on tietojen kerääminen eri lähteistä ja olennaisen tiedon etsiminen niistä. Seuraavana vuorossa on laskennallinen mitoitus, jonka perusteella saadaan esimerkiksi selville virtaamat ja allaskoot. Mitoituksen jälkeen voidaan tehdä puhdistamosta layout kuva Autocad -ohjelmistolla, josta jo valmis laitos hahmottuu. Lopuksi lasketaan rakentamisesta aiheutuvat kustannukset, rakentamisen aikataulu ja mietitään laitoksen laitteistokokoonpanoa.

2 PROJKETIN TAUSTATIEDOT

2.1 Projektin kuvaus

Opinnäytetyö on osa Tekesin rahoittamaa liiketoiminnan kehityshanketta. Econet Oy on jatkuvasti kasvava vesiosaamiseen keskittyvä yritys, jonka pääasiallinen liiketoiminta muodostuu laitosurakoinnista. Moduulipuhdistamoissa Econetin rooli kattaa kuitenkin kaiken aina suunnittelusta laitoksen saneeraukseen ja ylläpitoon.

Tuotekuvaus ja markkinat

"Konsernin kattavaa osaamista käyttäen Econet pystyy tarjoamaan kokonaisia monistettavia vesilaitoksia ja jätevedenpuhdistamoita avaimet käteen - periaatteella. Econetin ja Eco Environmentin toimittamia vesi- ja jätevesilaitoksia on mahdollista tuotteistaa moduuleiksi ja tarjota nopeaan toteutukseen, joka tuo ratkaisevaa kustannus- ja ajan säästöä." (Econet Oy:n www-sivut)

Tavoite

"Econet kokee erityisenä haasteena parantaa kilpailukykyään tarjoamalla laitosmoduuleita tilaajalle kustannussäästöä ja tehokkuutta tuottaen. Tämä vaatii hyvää myynti- ja markkinointityötä sekä uskottavaa näyttöä. Econet -konsernilla on suomalaisista alan osajista kaikkein laajimmat referenssit sekä tietotaito vesi- ja jätevesilaitoksista." (Econet Oy:n www-sivut)

2.2 Opinnäytetyön osuus projektista

Tässä insinöörityössä ei suunnitella koko jätevedenpuhdistamomodulien tuoteperhettä (4 kokoluokkaan), vaan ainoastaan suurimman kokoluokan laitos. Työssä esitetään kuitenkin myös muiden moduulilaitosten kokoluokat (AVL 500 – 5000).

2.3 Moduulipuhdistamojen kokoluokat

Laitoksien koko ilmoitetaan tässä opinnäytetyössä henkilömäärään rinnastettavalla asukasvastineluvulla, AVL (englanniksi PE = Population Equivalent). Asukasvastineluku saadaan jakamalla kaikki BOD-kuorma (Biologisesti hajoavan orgaanisen aineen määrä), yhden henkilön vuorokaudessa tuottamalla BOD-määrällä (tässä työssä 70 g / hlö / d). Kyseinen luku vastaan laitoksen viemärintialueella asuvaa henkilömäärää tilanteissa, joissa laitoksen vaikutusalueella ei ole teollisuutta. (Wikipedia, www-hakemisto)

Moduulilaitosten kokoluokiksi valittiin seuraavat laituskoot:

AVL 500

AVL 1500

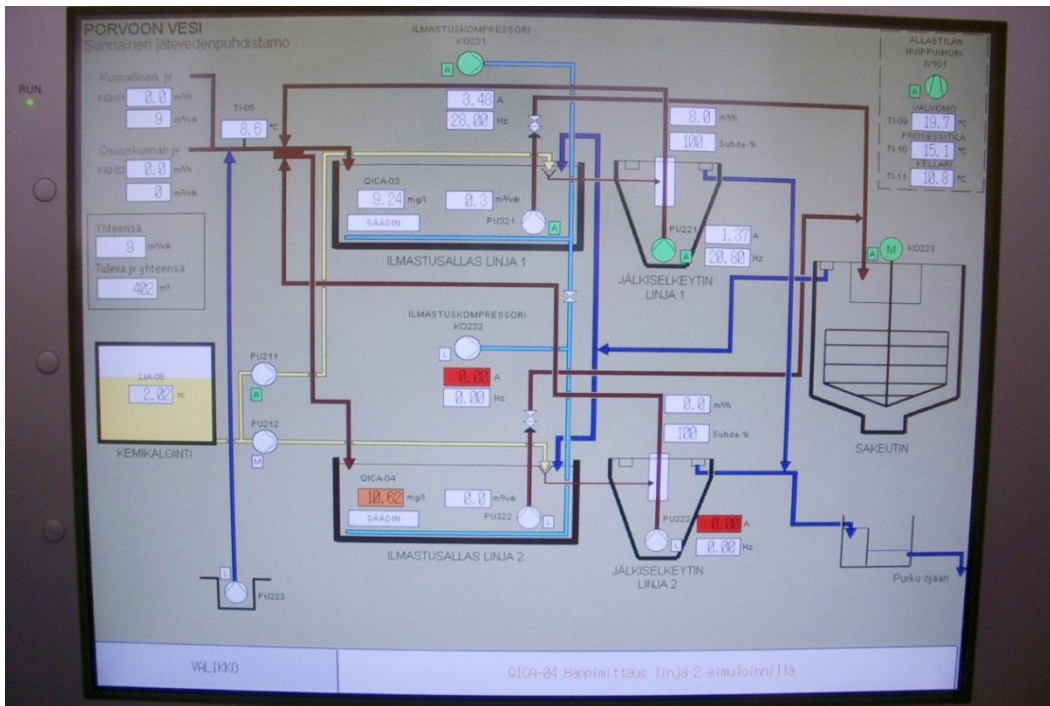
AVL 3000

AVL 5000

Laitosten kokojakauma on saatu vertailemalla valmiiden laitosten tilastoja sekä pohtimalla laitosten kokoluokkaa Econet Oy:n olemassa olevan materiaalin avulla. Jako tulee todennäköisesti edelleen tarkentumaan todellisen mitoittamisen aikana, mutta tämä toimii hyvin suuntaa antavana ohjeena. (Liite 7)

Opinnäytetyössä suunniteltava laituskoko

Valittu laituskoko on AVL 5000 eli laitoksen tulee pystyä käsittelemään 5000 henkilön jätevesimäärät (AVL = asukasvastineluku). Laitoksen tarkka mitoittaminen poikkeaa perinteisestä jätevedenpuhdistamon suunnittelusta siinä, että sijoituspaikkaa ei tiedetä. Ei myöskään tiedetä tulevan jäteveden määrää ja laatua. Apuna mitoituksessa käytetään Porvoon Sannaisten jätevedenpuhdistamon suunnitelmia ja vesitietoja. Sannaisten jätevedenpuhdistamon toteutus on moduulityyppinen ja kyseinen puhdistamo tarjoaa hyvän lähtökohdan täsmentää moduulisuunnittelua. Sannaisten puhdistamon valvomonäkymä laitoksen prosesseihin esitetään kuvassa 1.



Kuva 1 Sannaisten puhdistamon virtauskaavio valvomon monitorissa. Kuva Aleksi Rajala

Tarkoituksena on suunnitella mahdollisimman monipuolinen ja helposti muunneltava laitos suurillekin virtaamavaihteluille. Laitoksen tulee olla mahdollisimman kustannustehokas kokoonsa nähden, mutta laitoksen on toimittava hyväksyttävästi myös virtaamien ja pitoisuuksien vaihdelleessa. Suunniteltavan moduulilaitoksen on siis oltava joustava toiminnaltaan, jotta sillä kyetään kattamaan erilaiset jäteveden puhdistustarpeet. Lisäksi suunniteltavan moduulilaitoksen laatuun ja ulkonäköön panostetaan (Kuva 2). Laitos rakennetaan sisätiloiltaan viimeistellyksi ja työturvallisuus otetaan huomioon (Kuva 3).



Kuva 2 Moduulipuhdistamon päälle tuleva rakennus. *Kuva Aleksi Rajala*



Kuva 3 Sannaisten puhdistamo sisäpuolelta. *Kuva Aleksi Rajala*

3 MITOITUS

3.1 Mitoitusmenetelmät ja mitoituksen perusteet

Tarkoituksena on suunnitella sarjatuotantoon soveltuva jätevedenpuhdistamo, joten tarkka tapauskohtainen mitoitus on tässä tilanteessa mahdotonta. Yleensä jäteveden laatu vaikuttaa merkittävästi puhdistamonsuunnitteluun ja se on huomioitava myös moduulilaitoksia tarjottaessa. Jos esimerkiksi merkittävä osa jätevedestä tulee teollisuudesta, saattaa tilanne olla sellainen, ettei moduulilaitos sellaisenaan sovellu jätevesien puhdistamoksi. Tavoitteena suunnittelussa onkin saada aikaiseksi laitos, jota voidaan pienin muutoksin "virittää" kuhunkin kohteeseen soveltuvaksi. Yksilöinti tapahtuu kyseisen paikan omilla jäteveden laatu- ja virtaamatiedoilla. Suunniteltavan jätevedenpuhdistamomodulin mitoituslaskelmat esitetään liitteessä 4.

Jäteveden laatatiedot oli tarkoitus ottaa suoraan Sannaisten jätevedenpuhdistamon tiedoista, mutta tarkemmissa tutkimuksissa kävi ilmi, etteivät ne ole yleisesti hyvä pohja mitoitukselle. Sannaisten puhdistamolle tulee normaalia "väkevempiä" jätevesiä, joten mitoituslähtökohta ei olisi yleistettävissä. Erityisesti kiintoainesta tulee Sannaisten puhdistamolle huomattavasti runsaammin kuin mikä yleinen keskiarvo on. Taulukossa 1 esitetään Sannaisten puhdistamolle tulevan jäteveden laatu ja verrataan sitä keskimääräisiin jäteveden ominaisuuksiin. Taulukosta voidaan havaita, että Sannaisten jätevesi sisältää poikkeuksellisen paljon kiintoainetta. Muilta osin jätevesi on lähellä keskimääräisiä jäteveden arvoja Suomessa.

Taulukko 1 Sannaisten jäteveden laatu verrattuna yleisiin yhdyskuntajäteveden laatatietoihin

(RIL 124 – 2 Vesihuolto 2, 2004, 494)

Sannainen (mg / l)		Yleisillä mitoitusarvoilla saadut (mg / l)	
BHK ₇	554	BHK ₇	467
Kok-P	18,2	Kok-P	20
Kok-N	109	Kok-N	95
Kiintoaine	727	Kiintoaine	140

Mitoitusvirtaama q_{mit}

Mitoitusvirtaamalla tarkoitetaan jätevedenpuhdistuksessa kaiken sen veden määrää, joka päätyy puhdistamolle (kotitalouksien jäteveden, teollisuuden jätevedet, vuotovedet). Tässä laskennallisessa arvossa otetaan huomioon myös yöajan hiljaiset jaksot.

Mitoitusvirtaama saadaan kaavasta

$$q_{mit} = k_{mit} \left(\frac{Q_A}{T_A} + \frac{Q_T}{T_T} + \frac{Q_V}{24} \right) m^3/h \quad (1)$$

q_{mit}	= mitoitusvirtaama (m^3/d)
k_{mit}	= vuorokausivaihtelusta riippuva mitoitusvirtaaman kerroin
Q_A	= Asutuksen jätevesien keskimääräinen virtaama (m^3/d)
Q_T	= Teollisuuden jätevesien keskimääräinen virtaama (m^3/d)
Q_V	= Sadevesien, perustusten kuivatus- ja vuotovesien keskimääräinen virtaama (m^3/d)
T_A	= Vuorokauden niiden tuntien lukumäärä, joiden aikana pääasiallinen jätevesikuormitus tulee puhdistamolle
T_T	= Vuorokauden niiden tuntien lukumäärä, joiden aikana teollisuusjätevedet pääasiallisesti johdetaan puhdistamolle

Moduulilaitoksen mitoitusvirtaamaksi saatiin $1463 m^3/d$ eli noin $91 m^3/h$
(Jätevedenpuhdistamon yleissuunnitelma, Voitto Heikkinen, 3)

Jäteveden maksimivirtaama Q_{max}

Jäteveden maksimivirtaama on tärkeää tietää kun mitoitetaan esikäsitteilyä sekä tulopumppausta. Maksimivirtaama kertoo nimensä mukaisesti kuinka paljon laitokselle voi enimmillään tulla vettä.

Jäteveden maksimivirtaama määritettiin tässä tapauksessa kertomalla keskimääräinen virtaama noin 2,35:llä. Tämä luku saadaan, kun kerrotaan vuorokausikulutuskerroin ja huipputuntikulutuskerroin keskenään. Menetelmä on sama kuin viemäreiden mitoituksessa, joissa mietitään maksimivirtaamia. Laitoksen maksimivirtaamaksi saatiin näin laskien $2025 m^3/d$ eli noin $127 m^3/h$

3.2 Tulopumppaus

Jätevesi on kustannustehokkainta siirtää puhdistamolle viettoviemäriä pitkin. Tästä seuraa se, että vesipinta on puhdistamolle tultaessa alempana kuin puhdistusprosessi. Tämän seurauksena vesi pitää tulopumppaamon avulla nostaa prosessiin, jonka jälkeen se virtaa painovoiman avulla läpi puhdistamon. Tulopumppaus mitoitetaan selviämään 20 % isommasta virtaamasta kuin jäteveden maksimivirtaama on mitoitustilanteessa. Näin ollen laitokselle tulee kaksi pumpppua joiden tuotto on $75 \text{ m}^3 / \text{h}$. Pumput vuorottelevat normaalikäytössä (toinen varalla) ja toimivat yhtä aikaa vain suuremmilla vesimäärillä (kevät tulvat). Pumput tulevat uppoasenteisina suoraan tuloaltaan pohjalle, josta vesi pumpataan niiden avulla esikäsitteilylaitteen läpi esiselkeytykseen. Laitoksen ohitus tulee mitoitaa siten, että sähkönsäätökeskeytyksen sattuessa tuloallas ei pääse tulvimaan yli, vaan pinta nousee sopivalle tasolle ja sen jälkeen vedet ohjautuvat ohitukseen. Pumpuille asennetaan taajuusmuuttajat, jotta virtaamaan säätäminen on mahdollista ja pumpppujen elinkaari pitenee. Betonisten altaiden nouseminen ylöspäin nosteen vaikutuksesta voidaan estää tekemällä altaan pohjaan varoventtiili. Varoventtiili laskee tarvittaessa pohjaveden altaan sisälle ja näin pohjavesi ei aiheuta nostetta altaalle. Varoventtiili on suositeltavaa tehdä myös paikoissa, missä pohjavesi ei aiheuta välitöntä vaaraa. Venttiili on halpa tehdä ja siitä ei itsessään ole mitään haittaa, mutta voi parhaassa tapauksessa säästää suuria summia rahaa.

3.3 Esikäsitteily

Esikäsitteilyllä pyritään erottamaan vedestä kaikki kiinteät roskat ja ainekset. Esimerkiksi jäteveden mukana tulevat pumpulipuikot ovat tehokkaita tukkimaan monia prosessilaitteita. Tämän takia välppäys on tärkeä vaihe puhdistuksessa. Laitoksella suoritetaan koko jäteveden esikäsitteily (Välppäys, hiekan erotus ja rasvan erotus) yhdellä laitteella (liite 2). Esikäsitteily mitoitetaan ottamaan vastaan sama vesimäärä mitä tulopumppaamon pumput voivat enimmillään tuottaa. Laitoksen mitoittaminen vielä suuremmille virtaamille tulee suhteettoman kalliiksi ja haittaa laitoksen toimintaa normaaleilla virtaamilla. Ylimääräiset vedet voidaan tarvittaessa ohjata laitoksen ohitukseen. Ohitukselle on annettu omat ehdot ympäristöluvuissa, eli ne kuuluvat normaaliin puhdistamon toimintaan. Esikäsitteilylaitteen hiekka ja välpe johdetaan erillisessä tilassa olevalle kuormalavalle, josta ne voidaan kuljettaa jatkokäsittelyyn kuorma-autolla. Mikäli välpeä muodostuu vähän, voidaan hiekka ja välpe varastoida kuormalavan sijaan tavallisiin 600 l jäteastioihin (Liite 3).

3.4 Kemikalointi

Kemikaloinnilla pyritään saostamaan kiintoaines ja fosfori isoiksi partikkeleiksi, jotka saadaan myöhemmin joko laskeutumaan pohjalle tai nousemaan pintaan riippuen prosessista. Kemikalointiin käytetään ferrosulfaattia, joka annostellaan kahteen pisteeseen. Ensimmäinen kemikaalinsyöttöpiste on heti esikäsittelyn jälkeen ja toinen on ennen jälkiselkeytystä ilmastuksen lopussa. Kemikaalisäiliöt ja pumput sijoitetaan erilliseen huoneeseen valvomon viereen. Pumppaus suoritetaan kahdella kalvopumpulla, joista toinen on varapumppuna. Kemikaalilinjat rakennetaan PVC / PEM putkesta (Liite 3).

3.5 Esiselkeytys (2 linjaa)

Esiselkeytys on hyvä lisä normaaliin aktiivilieteprosessiin, koska se pienentää merkittävästi biologista kuormaa ennen ilmastusallasta ja näin pienentää tarvittavaa ilmastusallastilavuutta. Samalla se pienentää ilmastuksen tarvetta ja vaikuttaa merkittävästi myös laitoksen käyttökustannuksiin. Esiselkeytyksestä lähtien laitos on jaettu kahteen linjaan (liite 3). Mitoitusperusteena esiselkeytyksessä käytettiin 1,2 m / h pintakuormaa, joka myöhemmin osoittautui liian suureksi (Oikeampi arvo olisi ollut noin 0,5 m / h). Esiselkeytyksen tilavuus on noin 150 m³/allas laskettuna 1,2 m / h pintakuormalla. Altaat ovat suorakaiteen muotoiset ja niissä on sekä raakasekalietteen että pintalietteen poistokoneistot. Pohjakaapimeksi valittiin Slamex z2000, jossa kaavinkoneisto on sähkökäyttöinen. Kaavin työntää pohjalle painuvat lietteet altaan päässä olevaan lietetaskuun, josta ne pumpataan suoraan sakeutukseen. Pintaliete kerätään erikseen pintalietelaahaimella (Slamex z3900). Slamex Oy on Econetin tytäryhtiö ja näin ollen sen laitteet tulevat olemaan lopullisessa kokoonpanossa. Muiden valmistajien laitteita ei tässä yhteydessä juurikaan tarkasteltu. Altaan lietetaskuun laitetaan uppopumppu, jolla lietteet pumpataan sakeutukseen raakasekalietteenä. Pumpun tuotto on 50 m³ / h kuuden metrin nostokorkeuteen. Pumput varustetaan taajuusmuuttajilla. (Jätevedenpuhdistamon yleissuunnitelma, Voitto Heikkinen, 6) (Slamex, Pentti Nuutinen)

3.6 Ilmastus (2 linjaa)

Ilmastuksen tarkoituksena on mahdollistaa biomassan elämä ja lisääntyminen. Ilmastus on tärkein yksittäinen yksikköprosessi perinteisessä jätevedenpuhdistuksessa. Sen mitoittaminen on myös haasteellisin, koska olemassa oleva kirjallisuus soveltuu vain matalien ilmastusaltaiden suunnitteluun. Tässä moduulilaitoksessa on tarkoituksena tehdä syvät ilmastusaltaat, joissa happi saadaan paremmin liukenemaan veteen ja näin tarvittava allastilavuus jää pienemmäksi. Ilmastuksen mitoituksen haastavuuden takia sen teki Sultzer Oy:n Petri Ukkonen. Altaan syvyydeksi sovittiin 8 m. Ilmastusaltaan syvyys tulee olemaan joissakin olosuhteissa todennäköisesti matalampi, jos pohjaolosuhteet rakennuspaikalla ovat hankalat. Syvän altaan tekeminen hankalissa olosuhteissa on suhteettoman kallista. Syvät ilmastusaltaat auttavat hapen liukenemisessä, joten ilmaa tarvitaan vähemmän kuin normaaleissa matalissa altaissa. Haittana on se, että ilmastuskompressorien on tuotettava kovempi paine, jotta voitetaan vesimassasta aiheutuva vedenpaine. Ilmastusaltaiden yhteistilavuudeksi saatiin 240 m³. Ilmastusallas näin toteutettuna kestää suurenkin vaihtelun virtaamissa. Ilmaa pystytään syöttämään veteen 56 - 448 m³ / h ja happea näin ollen 8 - 52 kg O₂ / h. Ilmastus kattaa jätevesimäärät välillä 300 m³ / h - 2000 m³ / h. Lisäoptiona laitokseen voi hankkia typenpoiston, jolloin ilmastusosio muokataan toimimaan denitrifikaatio-nitrifikaatio-prosessina jakamalla allas hapellisiin ja hapettomiin lohkoihin. Ilmastuskompressoreiksi soveltuvat esimerkiksi Aerzenin kiertomäntäkompressorit, joiden tuotto on noin 340 m³ / h ja sallittu paine-ero 900 mbar eli noin 9 metriä vesipatsasta (MVP). Kompressoreita tarvitaan 2 kappaletta, jolloin toinen toimii yleensä varalaitteena mahdollistaen samalla ilmastuskapasiteetin hetkellisen noston. Liitteessä 3 esitetään virtauskaaviossa ilmastuksen tärkeimmät mitoitusparametrit. Ilmastus laitteiden esitteet ovat liitteestä 9.

3.7 Jälkiselkeytykset (2 linjaa)

Jälkiselkeytyksellä poistetaan vedestä saostuneet suuret partikkelit, jotka vajoavat altaan pohjalle. Jälkiselkeytyksessä pintalietettä syntyy vähemmän kuin esiselkeytyksessä. Jälkiselkeytyksellä on periaatteeltaan hyvin samanlainen kuin esiselkeytyksellä. Sen mitoitusperiaatteena on käytetty 3.3 tunnin viipymää. Altaasta kerätään pintaliete pois suoraan sakeutusaltaaseen. Altaan pohjalla olevaan

liettaskuun kerääntyvä liete pumpataan osittain kierrätyslietteenä takaisin ilmastuksen alkuun ja ylimääräinen liete pumpataan sakeutukseen ylijäämälietteenä. Altaan syvyys liettaskun pohjalla on noin 5,5 m ja muuten allassyvyys noin 4 metriä. Selkeytinkoneisto on vastaavanlainen kuin esiselkeytyksessäkin. Selkeytyksen mitoitusarvot ovat liitteessä 3.

3.8 Lietteenkäsittely

”Lietteen käsittelyllä tarkoitetaan toimenpiteitä lietteen laadun ja määrän muuttamiseksi. Tavoitteena ovat lietteen käsittelyn sekä kuljetuksen, hyväksikäytön ja sijoituksen helpottaminen”. (RIL 124 – 2 Vesihuolto 2, 2004, 555 - 581) Suunniteltavaan moduulilaitokseen tulee sakeutusallas lietteen käsittelyyn. Sakeutus tapahtuu pyöreän sylinterin muotoisessa altaassa, jossa on sekoitin parantamassa sakeutustulosta. Ylijäämälietettä laitoksella syntyy noin 216 kg MLSS/d (MLSS = kiintoaineen määrä nesteessä) (Liite 4). Sakeutettu liete voidaan myöhemmin kuljettaa suuremmalle laitokselle tai vaihtoehtoisesti laitokseen voidaan liittää lietteenkäsittelyprosessi tarpeen mukaan. Pienen puhdistamon ei välttämättä kannata investoida lietteenkäsittelyyn, mikäli liete voidaan kohtuullisin siirtokustannuksin käsitellä muualla. Mikäli kuljetus ei ole taloudellisesti tarkasteltuna mahdollista, voi laitosta täydentää tapaukseen sopivalla liete-prosessilla. (Liite 3).

3.9 Laitoksen lisäoptiot

Moduulilaitoksia myydään aluksi perusmalleina, jotka sisältävät puhdistusprosessin toiminnan kannalta kaiken olennaisen. Lisäksi moduulilaitosta on mahdollista täydentää tilaajan vaatimalla varustuksella. Eri optioita voidaan koota esimerkiksi typen poiston tehostamiseen, lietteen käsittelyyn, etäohjaukseen, huoltosopimukseen sekä henkilökunnan sosiaalityöhön.

- Typen poiston tehostaminen

Mikäli on tarve tehostetulle typenpoistolle, lisätään ilmastusaltaaseen denitrifikaatio-lohkoja. Niissä tapahtuu vain sekoitus eikä ilmastusta. Tällainen muutos vaatii myös ilmastuksen uudelleen mitoituksen. Todennäköisesti tällöinkin ilmastus pystytään toteuttamaan samalla koneistolla. Palautuslietepumppuja käytetään nitrifioituneen jäteveden kierrätykseen. Mikäli typenpoisto halutaan maksimoida, on mahdollista

vielä lisätä erillinen biosuodin ilmastuksen jälkeen. Biosuotimessa bakteerit ovat paikoillaan ja vesi ohjataan esimerkiksi kennoston läpi, jossa hajoaminen tapahtuu nopeasti verrattuna aktiivilieteprosessiin.

- Lietteiden käsittelyn tehostaminen

Sakeutuksen jälkeen lähtevä liete on vielä runsaasti vettä sisältävää, joten monessa tapauksessa on järkevää lisätä prosessiin linkous. Linkouksella saadaan merkittävä osa lietteiden sisältämästä vedestä poistettua ja näin liete mahtuu pienempään tilaan. Pienissä kohteissa linkouksen voi myös korvata suotonauhapuristimella. Mikäli kuivatusta lietteestä halutaan tehdä paremmin hyödynnettävää materiaalia, voidaan lieteeseen lisätä hygienisointijärjestelmä. Kuivatusta lietteistä on myös paljon kannattavampi kuljettaa esimerkiksi lähetyksillä olevalle biokaasulaitokselle tai kaatopaikalle.

- Kauko-ohjattava automaatiojärjestelmä

Laitoksen automaatiojärjestelmään lisätään etäohjaussysteemit, jolloin laitosta voidaan käyttää etäohjauksella toiselta laitokselta. Kaikki laitteiden hälytykset yms. tiedot välittyvät näin myös etäohjauskeskukseen.

- Käyttö- ja huoltosopimus

Laitoksen toiminta on mahdollista ostaa ulkoistettuna palveluna. Tällöin tilaajalle tulee ainoastaan kuukausittainen lasku laitoksen toiminnasta. Laitosta käyttää oma siihen palkattu ja koulutettu henkilöstö. Usein tämäntyyppinen ulkoistus tulee kysymykseen teollisuuslaitokselle tehdystä puhdistamossa. Teollisuuden tavoitteena jätevesien osalta on saada jäteveden käsiteltyä asianmukaisesti, mutta varsinaista omaa asiantuntemusta puhdistamotoimintaan ei katsota aiheelliseksi hankkia, vaan toiminta mieluummin ulkoistetaan. Usein teollisuudessa on myös ulkoistamisen taloudelliset edellytykset paremmat kuin kunnallisella vesihuoltolaitoksella.

- Sosiaalilaitat

Laitokseen on mahdollista lisätä erillinen keittiö ja pesuhuone sekä sauna. Peruslaitospaketti sisältää aina WC:n. Sopimuksen mukaan on myös mahdollista tehdä neuvottelu- ja toimistotiloja laitoksen yhteyteen.

3.10 Laitoksen vaatimat luvat

Jätevedenpuhdistamiseen vaadittavat luvat vaihtelevat eri maiden välillä, mikä johtaa siihen, että lupaprosessiin on perehdyttävä maakohtaisesti. Laitokselle asetettavat puhdistuksen lupaehdot määrittävät käytännössä laitoksen mitoituksen. Esitetyllä laitosmoduulilla on mahdollista päästä varsin korkeatasoiseen jätevesien puhdistamiseen, vaikka kohdemaan lupaviranomaiset eivät vielä tätä vaatisikaan. Laitosmoduuli on suunniteltu täyttämään Suomen ja muun Euroopan Unionin puhdistusvaatimukset tässä kokoluokassa. Tarvittavat luvat AVL 500-5000 kokoluokan jätevedenpuhdistamoille Suomessa ovat ympäristölupa ja rakennuslupa.

Euroopan Unionin mukaiset puhdistusvaatimukset ovat tavoitteena suunniteltavalle moduulipuhdistamolle. EU-normissa laitokset on jaettu ryhmiin asukasvastineluvun perusteella. Tässä yhteydessä tarkastellaan väliä AVL 2000- 10000. Tämän kokoluokan laitoksella ei vielä ole fosforin ja typenpoiston osalle vaatimuksia. Tulevaisuudessa tällekin kokoluokalle saattaa tulla vaatimukset sekä fosforinpoistolle että typenpoistolle. Tällä hetkellä EU asettaa puhdistusvaatimuksiksi biologisen kuorman osalta 90 % poistotehokkuus, kemiallisen kuorman osalta 75 % tehokkuus ja kiintoaineksen osalta 90 %.

Laitoksien puhdistustuloksia valvotaan osana viranomaistoimintaa. Ensimmäisenä toiminta vuotena kerätään laitokselta 12 näytettä. Mikäli ensimmäisenä vuotena päästään kaikkiin annettuihin tavoitteisiin, vähenee näytteiden määrä seuraavina vuosina 4 näytteeseen. Jos näytteissä tulee jatkossa huomautettavaa, palataan taas asian korjautumiseen asti 12 näytteeseen vuodessa.

(EU direktiivi, jätevesien käsittelystä, L 195 / 40) (Euroopan Unionin lainsäädäntö, [www-hakemisto](#)) (Suomen lainsäädäntö, [www-hakemisto](#))

4 AIKATAULU

4.1 Laitoksen toteutus

Laitoksen toteutusaikatauluissa ei oteta huomioon osien esivalmistukseen kuluva aikaa, vaan opinnäytetyössä perehdytään vain työmaalla tehtäviin työvaiheisiin ja niihin kuluvaan aikaan. Hyvin tehty aikataulu on projektinhallinnan tärkein työkalu, jonka avulla tehdään kustannusten seuranta, materiaalien tilauksia yms. Toteutuksen aikataulu on usein erittäin tärkeä myös tilaajalle.

Maarakennustyöt

Maarakennustyöt aloittavat laitosprojektin, niiden aikana tehdään ensin kaivanto johon saadaan sijoitettua laitoksen altaiden perustukset. Maarakennustyöt alkavat laitoksen altaiden perustustöiden vaatiman kaivannon rakentamisella. Maarakennustöissä haasteena on myös syvien altaiden tekeminen, joiden kaivutyöt tulee tehdä kahdessa kerroksessa. Ensimmäisenä kaivetaan pinnasta pois niin paljon kuin kaivinkoneella saa kaivettua ja sen jälkeen kaivetaan toinen kerros. Kaivantoon tehdään tarvittaessa ajoluiska nostureita ja betoniautoja varten.

Betonityöt

Rakenteellisesti suurimmat haasteet ovat betonialtaissa, joiden täytyy kestää suuria vedenpaineita sekä olla täysin vesitiiviitä. Esimerkiksi Suomen routivissa olosuhteissa on otettava huomioon talven aiheuttamat murtumisvaarat. Routavaurioita voidaan välttää hyvällä raudoituksella sekä liikuntasaumoilla.

Talonrakennustyöt

Talonrakennusvaihe on tämän projektin helpoin ja nopein vaihe. Puhdistamo rakennus pyritään standardisoimaan muun puhdistamon tapaan ja tilaamaan valmiina pakettina suoraan työmaalle. Rakennus kasataan nopeasti elementeistä teräsrungon päälle.

Putkistotyöt

Tämän kokoluokan laitoksessa pääosa prosessiputkistosta on tehty haponkestävästä teräksestä, joten niiden liittäminen tapahtuu hitsaamalla. Osa putkiston osista voidaan valmistaa etukäteen pajalla, mutta loput saumat on hitsattava työmaalla paikoin vaikeissakin olosuhteissa. Korkeat paikat hidastavat työtä, koska jokaiseen paikkaan on turvallisuuden takia rakennettava hyvät telineet. Hitsaukset on myös tehtävä laadukkaasti ja hitsaajilta vaaditaan pätevyys tällaisten hitsausten tekemiseen. Hitsaussaumojen tiiviyttä valvotaan pistokokein projektin aikana.

Sähkötyöt ja automaatio

Sähkötyöt ja automaatiojärjestelmät on urakoista suurin ja valmistuu viimeisenä. Sähkö- ja automaatiolaitteita päästään asentamaan vasta kun prosessilaitteet ovat paikoillaan ja rakennustyöt loppuillaan. Lisäoptiona ostettujen ominaisuuksien, kuten etäohjauksen tarve lisää tämän osion kestoa alkuperäiseen aikatauluun verrattuna merkittävästi.

Seuraavana on listattu eri työvaiheisin kuluva aika:

- Hankintapäätös 1 vrk
- Ympäristöluvan hakeminen 2-6 kk
- Laitostyyppin valinta ja lopullinen suunnittelu 2-4 vko
- Tilaaminen
 - Työt alkavat viimeistään 1 kk
- Rakentaminen
 - Maarakennustyöt 2 vko
 - Betonityöt 2 kk
 - Talonrakennustyöt 2 vko
 - Laitteiden asennus 2 vko
 - Putkistotyöt 2 - 3 vko
 - Sähköistys & automatisointi 1 kk
 - Lisäksi optioiden vaikutus aikatauluun
- Koekäyttö
 - Tiiviyskokeet 10 vrk
 - Prosessin käyttöönotto 1 vko
 - Häiriötön koekäyttö 2 vko
- Luovutus 1 vrk

Liitteessä 6 on esitettyä moduulijätevedenpuhdistamon jana-aikataulu

4.2 Moduulilaitoksen tuomia etuja aikataulussa

Moduulilaitos rakentamisella saavutetaan monia etuja, joista merkittävimmät esitetään tässä kappaleessa.

Tilaajan ei tarvitse pilkkoa urakkaa moneen eri osaan, vaan kaikki palvelut tulevat samassa paketissa. Tilaaja neuvottelee hinnan ja tarvittavat lisäoptiot ennen tilausta. Tilaajan rooli on pienempi kuin perinteisellä rakennustavalla.

Pääosa laitteista ja elementeistä on varastotavaraa. Näin aikaa ei kulu laitteiden ja elementtien valmistumista odotellessa. Hyvin suunnitellussa toteutuksessa ne saadaan toimitettua rakennuskohteeseen oikea-aikaisesti, jolloin säästöä syntyy varastoinnin osalta.

Moduulirakentamisen yksi tärkein etu on nopea valmistuminen. Elementeistä rakentamalla saavutetaan suuri ajansäästö paikalla rakentamiseen verrattuna. Moduulirakentamisessa altaat voidaan joissain tapauksissa toimittaa valmiina asennettavaksi suoraan asennusalustalle, kun taas paikallarakentamisessa altaiden muotit joudutaan rakentamaan kohteessa. Ennakkoon valmistelluissa yksiköissä on myös etuna sarjatuotanto, joka nopeuttaa ja vähentää resurssien tarvetta paikanpäällä.

Kun laitoksia tehdään useita erilaisiin paikkoihin, saadaan niiden niiden toteutuksesta ja käytöstä monipuolisesti tietoa, jota voidaan hyödyntää uusissa hankkeissa. Tällä tavalla tuotekehitys on nopeaa ja monet tyyppiviat saadaan karsittua jo alkuvaiheessa pois laitoksista.

Tilaajat, jotka haluavat ostaa moduulipuhdistamon, ovat usein kiinnostuneita laitoksen käytön ulkoistamisesta. Tämä suuntaus avaa Econet Oy:lle uuden tavan tuotteistaa palveluitaan. Yhtenä tuotteena Econet Oy:n kannattaa myydä käyttö- ja huoltosopimuksia moduulipuhdistamohankkeiden yhteydessä.

4.3 Moduulilaitoksen kustannukset

Moduulipuhdistamon kilpailukyvyn kannalta valmistuvan laitoksen hinta on merkittävässä asemassa. Useimmille tilaajille tärkein valintaperuste

tarjouskilpailussakin on halvin hinta. Joissakin tapauksissa myös laatua pisteytetään, mutta se ei ole niin merkittävässä roolissa.

4.3.1 Materiaalikustannukset

Merkittävimmät materiaaleihin kohdistuvat hinnan muutokset tapahtuvat yleensä haponkestävän teräksen hankinnassa. Näin pienessä laitoksessa se ei kuitenkaan näyttele niin suurta roolia kuin suurissa laitoksissa. Suurin yksittäinen materiaalierä on betoni jota tähän laitokseen menee runsaasti. Teräsbetonirakenteessa tarvittavaa harjaterästä käytetään myös suuria määriä. Materiaalien hinnat voivat vaihdella maittain paljon riippuen esimerkiksi maan omasta terästuotannosta. Laitokset rakennetaan kaikkialla maailmassa kuitenkin Suomen laatuvaatimusten mukaan, joten materiaalihankinnoissa on pidettävä laatu korkeana. Monissa maissa betonin sisällä käytetään huomattavasti vähemmän terästä tukirakenteena. Puhdistamorakennuksen elementtien kuljettaminen Suomesta kauemmaksi ei varmaankaan tule kannattavaksi, joten pitkien matkojen päässä olevissa kohteissa on selvítettävä mahdollisuus yhteistyöhön paikallisten pakettitaloalvalmistajien kanssa.

Materiaalikustannukset muodostuvat laitoksessa seuraavasti:

Putkisto	= 150 000 €
Kaikki rakenteet	= 200 000 €
Sähkö / automaatio	= 200 000 €

4.3.2 Laitekustannukset

Suurin osa laitteista valmistetaan nykyisin jo ulkomailla. Samankaltainen suuntaus tulee todennäköisesti jatkumaan. Ulkomainen työvoima on suhteessa niin paljon halvempaa, että pidemmät rahtimatkat ovat kannattava ratkaisu. Laitoksen kaikki päälaitteet valmistetaan haponkestävästä teräksestä. Näin ne ovat pitkäikäisiä ja laadukkaita. Kaikki laitoksen prosessin päälaitteet maksavat noin 350 000 € (Liite 8).

4.3.3 Suunnittelukustannukset

Suunnittelua tarvitaan tällaisissa laitoksissa suhteellisen vähän monistettavuuden takia, mutta jos laitoksen sijoituspaikassa on erikoisia päästölähteitä kuten teollisuutta, lisää se merkittävästi suunnittelun tarvetta. Suuren teollisuuslaitoksen jätevesikuormitus voi asettaa jätevedenpuhdistamolle aivan poikkeavat

mitoituserusteet, jolloin moduuliratkaisu ei sellaisenaan sovellu kohteeseen. Teollisuuslaitoksen osuus puhdistamolle tulevasta jätevesikuormituksesta voi olla jopa 90 %.

4.3.4 Rahtikustannukset

Nykyinen trendi näyttää vievän kohti jatkuvasti kalliimpaa öljyä ja näin ollen kalliimpia rahtikuluja. Jatkossa on tärkeää yrittää löytää optimaaliset rahtimatkat ja miettiä minne kannattaa viedä tavaraa Suomesta ja missä taas kannattaa etsiä alihankkijoita tuottamaan laitteet ja muut tarvikkeet paikallisesti. Mikäli laitosten menekki kasvaa, on järkevää tehdä yhteistyösopimus jonkun kuljetusyhtiön kanssa, jolloin saadaan kustannussäästöjä normaaleihin listahintoihin verrattuna. Suurilla määrillä voi olla kannattavaa investoida omaan kuljetuskalustoon.

4.3.5 Henkilöstökustannukset

Henkilöstökuluissa näkyy suurin ero eri maiden välillä, mikä vaikuttaa suurelta osin myös valmiin laitoksen hintaan ja sen käytön aikaisiin kuluihin. Suomessa tehdyt laitokset tulevat varmuudella olemaan hintahaitarin yläpäässä. Esimerkiksi Aasiassa ja Baltian maissa henkilöstökulut ovat huomattavasti pienemmät kuin Suomessa. Moduulirakentaminen keventää projektin aikaista organisaation tarvetta huomattavasti. Työnjohtoa ja suunnitteluhenkilöstöä tämäntyyppinen projekti kuormittaa huomattavasti vähemmän kuin paikalla rakennettava puhdistamo. Moduulirakentamisessa odottamattomat muuttajat saadaan kartoitettua muutaman ensimmäisen laitoksen jälkeen lähes täysin. Moduulirakentamisesta saadaan täysi hyöty irti muutaman rakennetun kohteen jälkeen, kun tekemisestä on karsittu kaikki turha pois.

Laitoksen rakentamisesta muodostuvat henkilöstökulut ovat noin 200 000 €.

4.4 Kustannusten alentamisen mahdollisuudet

Toteutuneiden projektien jälkiseurannan avulla sekä uusien tarkalla suunnittelulla, voidaan saada aikaan tulevissa projekteissa merkittäviä kustannussäästöjä aikaisempiin laitoksiin verrattuna. Kustannussäästöjä on mahdollista tehdä melkeinpä kaikilla osa-alueilla.

Materiaalikustannuksissa suurin kysymys liittyy haponkestävän teräksen ja betonin korvaamiseen halvemmilla materiaaleilla kuten muovilla. Tämä tulee varmasti kannattavaksi pienemmissä laitoksissa, mutta isoissa betonin korvaaminen saattaa osoittautua mahdottomaksi.

Suunnittelu- ja henkilöstökustannukset tulevat jonkin verran tippumaan tulevaisuudessa, kun henkilöstä oppii tekemään laitoksia nopeammin ja tehokkaammin. Tehokkuus lisääntyy monistettavuuden mukana. Aluksi suunnittelutyötä on enemmän, kunnes yritykselle kertyy valmiita laitospohjia erilaisiin olosuhteisiin.

Yksi mahdollisuus tuotantokustannusten pienentämiseksi on ulkomaisten toimittajien käytön lisääminen. Ulkomainen tuotanto on huomattavasti halvempaa kuin kotimaassa tuotettujen. Ulkomainen tuotanto ei aina laadullisesti kuitenkaan vastaa kotimaista. Ulkomailla tuottaminen on myös imagokysymys yhtiölle - kannattaako kaikki toiminta siirtää ulkomaille ja vähentää kotimaista työvoimaa. Ulkopuolisten toimittajien käytön riskeinä on, että suuret innovaatiot leviävät ja niitä kopioidaan luvatta kilpailijoille.

4.5 Laitoksen kokonaiskustannukset

Normaalissa moduulilaitosprojektissa suurin osa hinnasta muodostuu laite- ja materiaalikustannuksista. Poikkeuksellinen rakennuspaikka tai muut erikoisuudet puolestaan voivat nostaa henkilöstökuluja merkittävästikin. Taulukossa 2 esitetään esimerkkikokoluokan laitoksen kustannusten muodostuminen.

Taulukko 2 Laitoksen kustannusten muodostuminen
(Polarputki, putkihinnasto) (Onninen Oy; putkihinnasto)

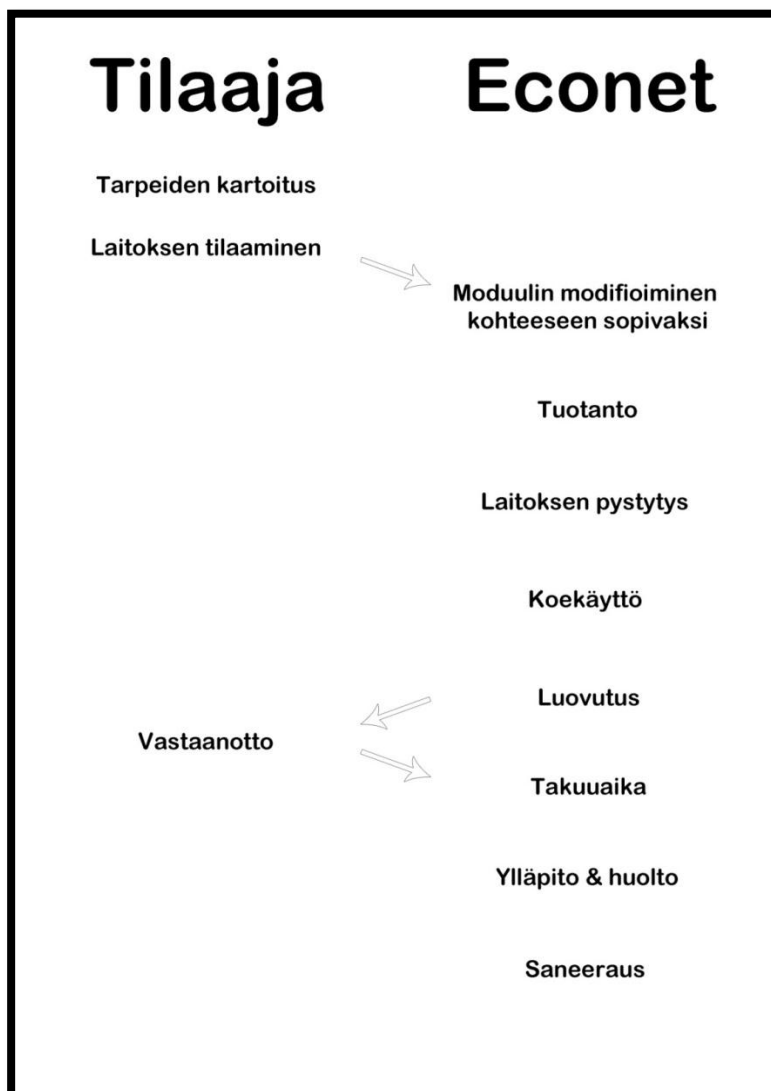
Laitoksen kustannusten muodostuminen alv 0%	
Materiaalikustannukset alv 0%	550 000 €
Laitekustannukset	350 000 €
Henkilöstökustannukset	200 000 €
	Yht. 1 100 000 €

Työvoiman osaaminen on merkittävä tekijä toteutuvien henkilöstökulujen kannalta. Kokeneempi henkilöstö pystyy tekemään saman työpanoksen pienemmällä työmäärällä, joka näkyy väistämättä kustannuksissa. Toisaalta usein kokeneempi työvoima on myös kalliimpaa kuin kokematon. Urakoitsijan on löydettävä sopivia työntekijöitä kohteeseen ja pyrittävä jatkuvuuteen myös seuraavia kohteita varten (Liite 5).

Käytännössä tämä on hinta-arvio pätee vain ihanteellisessa ympäristössä ja ilman ongelmia sujuneessa toteutuksessa. Todennäköisesti hinta tulee verollisena olemaan tämän kaltaisessa laitoksessa 1 500 000 – 2 000 000 €. Mikäli laitos tehdään noin 5000 hengen yhteisölle, tulee liittyjää kohden laitokselle hintaa siis noin 400 €.

5 PROJEKTIN TOTEUTUKSEN VAIHEET

Jätevedenpuhdistamon rakennuttaminen voi olla tilaajalle pitkä ja haastava projekti. Moduulirakentamisella pyritään helpottamaan tilaajan roolia huomattavasti perinteiseen rakentamiseen verrattuna. Tilaaja valitsee tarvittavat varusteet tulevaan puhdistamoonsa ja tekee sen jälkeen laitoksesta tilauksen. Tämän jälkeen tilaajan seuraava tehtävä on vastaanottaa valmis laitos. Tilaajan etuja projektissa voi valvoa tilaajan palkkaama konsultti. Kuvassa 4 esitetään moduulijätevedenpuhdistamon toteutuksen vaiheet.



Kuva 4 Projektin toteutuksen vaiheet

5.1 Tarpeiden kartoitus

Uusi hanke alkaa aina tilaajan tarpeesta, eli tilaajalla on tiedossa kohde, jonka jätevedet pitää saada käsiteltyä. Tilaaja yleensä tietää käsiteltävän veden laadun ja määrän. Tarvittaessa tehdään lisätutkimuksia ja kartoitetaan myös tulevaisuuden näkymät, jotta valmis laitos toimii mahdollisimman hyvin kyseisessä kohteessa. Näillä tiedoilla aloitetaan sopivan laitoksen valinta yhdessä laitostoimittajan asiantuntijoiden kanssa. Laitoksen koko elinkaari pyritään miettimään, jotta se toimii kustannustehokkaasti myös 40 vuoden päästä, jolloin veden kulutus voi olla jotain aivan muuta kuin tänä päivänä. Viimeistään tässä vaiheessa projektiin tulee mukaan tilaajan osoittama konsultti, mikäli sellaista halutaan käyttää. Konsultti on projektissa mukana selvittämässä tilaajalle eri vaihtoehtojen hyötyjä ja haittoja. Konsultti hoitaa yleensä lisäksi projektiin liittyviä paperitöitä ja mahdolliset riitatilanteiden selvittelyt. Moduulipuhdistamot voidaan toteuttaa myös ilman konsulttia. Konsulttien roolia tällaisessa projektissa käsitellään myöhemmin.

5.2 Laitoksen tilaaminen

Kun oikea laitospaketti on löydetty yhdessä moduulipuhdistamostoimittajan kanssa, tekee tilaaja toimeksiannon laitoksesta. Tämän jälkeen laitos siirretään tarkempaan suunnitteluvaiheeseen. Ennen tilaamista on varmistettava, että laitokselle on tarvittavat luvat ja kuulemiset tehty. Tilaajan seuraava työvaihe on valmiin laitoksen vastaanottaminen. Tässä moduulilaitoksen tekeminen antaa suurta etua. Tilaaja voi luottaa saavansa valmiin toimivan laitoksen ilman suuria ponnisteluja.

5.3 Moduulin modifioiminen kohteeseen sopivaksi

Suunnittelija käy laitoksen läpi annetuilla tiedoilla kyseisestä paikasta ja mitoittaa tarvittaessa osia siitä uudelleen. Pääasiallisesti laitos on valmis tuotantoon, mutta jos esimerkiksi teollisuudesta aiheutuu poikkeuksellisia päästöjä, on prosessin mitoitus syytä tarkistaa. Tässä vaiheessa on myös liitettävä kaikki lisäoptiona valitut ominaisuudet kokonaisuuteen (typen poisto, automaation määrä, lietteen käsittely yms.). Tilaajan omat toiveet pyritään mahdollisuuksien mukaan toteuttamaan, mutta on myös varmistettava, etteivät ne johda ylimääräisiin kustannuksiin koko moduulijatuksen romuttuessa.

5.4 Laitoksen osien valmistus sarjatuotannolla

Moduulilaitosten tärkein etu on niiden monistettavuus. Tämä edellyttää, että suurin osa rakenneosista on määrämittäisiä. On myös varmistuttava, että osia on riittävästi varastossa. Tällaisella menetetyllä säästetään paljon aikaa rakentamisvaiheessa. Kaikkia laitoksen osia ei tietenkään voida valmistaa etukäteen, mutta ne pyritään tekemään nopeasti, kun suunnittelija on varmistanut lopullisen kokoonpanon. Suurin etu saadaan, jos esimerkiksi pienten ja suurten laitosten rakenteissa voidaan käyttää samanlaisia elementtejä. Näin ollen erilaisten elementtien määrä vähenee ja niitä voidaan tuottaa varastoon suurempia määriä. Seinäelementit ovat yksi esimerkki, joissa voidaan monistaa samaa palikkaa ja yhdistää niitä erikokoisiksi rakennuksiksi. Myös muovisten allasyksiköiden valmistus on helppo kohde monistamiselle. Laitepuolella selkeytinkoneistot voisivat olla kasattuja tietyn mittaisista palikoista jne.

5.5 Laitoksen pystytys

Laitoksen pystytys suoritetaan paikan päällä esivalmistetuista osista sekä siellä tehdyistä lisäyksistä. Asennusaikaa lyhentää merkittävästi, jos pystytysvaiheessa on käytettävissä aina sama henkilöstö. Laitoksen rakentaminen aloitetaan maarakennustöillä. Ensin perustetaan syvimmän altaan pohja. Rakentaminen jatkuu pohjalta kohti maanpintaa. Samalla rakennetaan tarvittavat putkistot, jotka jäävät altaiden alle tai ovat muuten tulevien vaiheiden aikana hankalasti saavutettavissa. Kun altaat ovat valmiit, voidaan päälle asentaa elementtitalo. Altaiden sivulle jäävään osaan sijoitetaan sähkötila, valvomo, varastot, välipelava ja muut tarvittavat oheistilat. Rakennuksen pystyttämisen jälkeen voidaan aloittaa laite- ja sähköasennukset.

5.6 Koekäyttö

Asennustöiden jälkeen on tärkeää tehdä koko laitokselle koekäyttö. Kun se on saatu onnistuneesti tehtyä, voidaan laitos siirtää takuuajan tuotannolliseen käyttöön. Tällä menettelytavalla mahdolliset viat tulevat ilmi ja asiakkaalle saadaan luovutettua toimiva ja luotettava laitos. Sarjatuotannon ansiosta niin sanotut tyyppiviat löytyvät nopeasti ja laitosten laatu paranee. Luotettavat puhdistamot luovat hyvän maineen moduulipuhdistamotoimittajalle ja luovat tulevaisuudessa paljon uusia tilauksia. Betonialtaille tehdään rakentamisen jälkeen tiiviyskokeet eli ne lasketaan täyteen

vettä, joka pidetään altaissa noin 10 vuorokautta. Mikäli vuotoja ei löydy, on testi suoritettu hyväksytysti.

5.7 Laitoksen luovutus ja ylläpito

Luovutus

Koekäytön jälkeen laitos luovutetaan toimivana pakettina tilaajan käyttöön. Ennen luovutusta laitos käydään tilaajan, konsultin ja suunnittelijan kanssa läpi ja tehdään luovutustarkastus. Tarkastuksella varmistetaan, että kaikki on tehty sopimusten mukaan ja laitos on valmis luovutettavaksi käyttöön.

Takuu

Luovutuspäivä on samalla laitoksen takuun alkamisajankohta, joka on yleensä 2 vuotta. Takuuaikana syntyvistä vioista vastaa Econet Oy sekä mahdolliset alihankkijat.

Ylläpito ja huolto

Econet Oy:lle yksi liiketoimintamahdollisuus on myydä laitoksen mukana myös ylläpito- ja huoltopalvelut. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että Econet palkkaa laitoksen tarvitseman henkilökunnan tai kunnossapitohenkilön.

Saneeraus

Saneerauspakettien myyminen tulee kysymykseen kunhan ensimmäiset laitokset ovat tulleet elinkaarensa päähän. Kaikki osat eivät kulu samaa tahtia, joten saneeraustakin on mahdollista tehdä paloittain.

Laajennus

Suuria laitoksia on vaikeampi laajentaa valmiilla moduulipaloilla, mutta pieniä laitoksia voidaan suunnitella siten, että niitä voi helposti laajentaa. Esimerkiksi altaat voidaan rakentaa muoviputkesta tms. Tämä mahdollistaa "lisälohkojen" lisäämisen edellisten perään, jolla voidaan helposti kasvattaa allastilavuutta. Suuriin laitoksiin voi tehdä valmiita laajennussuunnitelmia, jolloin samantyyppinen suunnitelma käy kaikissa muissakin saman kokoluokan laitoksissa.

6 MARKKINOINTI

Perinteinen suoraan asiakkaalle myyminen on vesihuoltopuolella edelleen tärkeä osa markkinointia. Econet Oy:n on aktiivisesti etsittävä uusille laitoksille potentiaalisia sijoituspaikkoja, sekä sellaisia saneeraukseen tulevia vanhoja puhdistamoja, jotka voisi mahdollisesti korvata moduulilaitoksella.

Perinteisen suoramarkkinoinnin lisäksi nykypäivänä on tärkeää tarjota asiakkaille tietoa tuotteista internetissä. Tärkeimpänä työkaluna uusien moduulilaitosten myynnissä tulee olemaan internet-pohjainen valintatyökalu Econetin nettisivuilla. Tämän työkalun avulla mahdolliset tilaajat voivat tutkia soveltuvia vaihtoehtoja tarpeeseensa. Valintatyökalu antaa lopuksi sopivan tyyppisen laitosehdotuksen ja vastaanottaa yhteydenottopyynnön. Internetissä toimiva työkalu madaltaa huomattavasti tilaajan kynnystä ottaa etukäteen selvää erilaisista laitoksista. Työkalun on hyvä antaa tilaajalle muutamia perustietoja, kuten aikataulu, laitoksen koko jne. On kuitenkin vältettävä antamasta hintatietoja tai muita sellaisia tietoja, jotka voivat johtaa tilaajaa alkuvaiheessa harhaan.

Econetin oma asiakaslehti sekä muiden yhteistyökumppaneiden mahdolliset julkaisut ovat myös yksi potentiaalinen väylä markkinoida tuotteita ja palveluja. On myös tärkeää, että heti alkuvaiheessa toimintaa tehdään riittävän hyvin tunnetuksi messuilla sekä muissa alan tapahtumissa. Niissä päästään näyttävästi esille ja voidaan samalla jakaa tietoa laitoksen toimivuudesta ja soveltuvuudesta erilaisiin kohteisiin. Venäjän markkinoille on erityisen tärkeää saada jalansijaa, koska maassa on totuttu valmistamaan monistettuja laitoksia eri aloilla. Edelleen yksi potentiaalinen kanava on suoramarkkinointi paikallisille vesihuollon vaikuttajille.

7 MODUULIPUHDISTAMOIDEN TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

7.1 Lupaehtojen kiristyminen

Jäteveden puhdistamisen tulevaisuudessa suuntauksena näyttäisi olevan se, että entistä pienemmät yhteisöt joutuvat järjestämään kunnollisen jätevedenpuhdistuksen. Juuri tämän seurauksena pienet pakettipuhdistamot voivat kasvattaa runsaasti kysyntäänsä. Tällä hetkellä 10000 AVL on rajapyykki, jonka jälkeen vaatimukset puhdistustehokkuudesta kovenevat (typenpoisto) ja puhdistamisesta tulee enemmän teollista. Tällä hetkellä 2000–10000 AVL on biologisen puhdistusprosessin raja. Sitä tullaan todennäköisesti laskemaan alaspäin ja pian voidaan olla tilanteessa, jossa parin tuhannen ihmisen kyläkin tarvitsevat oman pienen typenpoistolla varustetun puhdistamon. Tässä tilanteessa myyjän kannalta on tärkeää pitää pienten laitosten hinnat kilpailukykyisinä erilaisia siirtoviemäritratkaisuja vastaan. Pienten laitosten on varmistuttava siitä, että ne ovat riittävän tehokkaita.

7.2 Konsulttien rooli

Konsulttien työnkuva tulee hieman muuttumaan, mikäli valmiit pakettipuhdistamot valtaavat markkinoita. Konsultin rooli suunnittelussa pienenee. On tärkeää miettiä, kuinka laitoksista saadaan kiinnostavia kohteita myös konsultin näkökulmasta. Muuten vaarana on, etteivät konsultit halua enää suositella laitoksia tilaajille. Mikäli asiaa lähestytään oikeista lähtökohdista, voi konsultin tehtäväksi antaa lähtötietojen hankinnan, vesianalyysit ja lisäosista päättämisen sekä lupaprosessin hoidon.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella toteuttamiskelpoinen moduulipuhdistamo ja miettiä sen paikkaa kiristyvillä vesihuollon kansainvälisillä markkinoilla. Mielestäni tavoitteisiin päästiin monelta osin varsin hyvin, vaikka tämä kokoluokka ei paras esimerkki suunnitteluun ollutkaan. Suurimpia haasteita mitoituksessa olivat tiedon puute sekä olemassa olevien lähteiden ristiriitaisuus. Alkuperäiseen suunnitelmaan kuului myös talopakettitoimittajan valitseminen tai kilpailuttaminen. Tämän osion tavoitteet eivät toteutuneet, koska talopakettitoimittajilta ei saatu vastausta tarjouspyyntöihin.

Tulevaisuuden kiristyvillä markkinoilla jätevedenpuhdistamojen moduulirakentamisella on varmasti paikka muiden joukossa. Kustannuksista ja hankkeeseen tarvittavasta ajasta pitäisi nykypäivän rakentamisessa pystyä tinkimään ja juuri tähän kysymykseen moduulirakentaminen tuo uuden ratkaisun.

Moduulirakentamisen ongelmia on toteutettavuus isoissa kohteissa. Suurten puhdistamoiden laitteita, rakennuksia ja putkistoja on vaikea valmistaa etukäteen tai rakentaa muuten standardisoiduista palasista. Isojen laitoksien viemäröintialueella on suuremmalla todennäköisyydellä teollisuutta, mikä myös omalta osaltaan aiheuttaa esisuunnitelluille laitoksille ongelmia. Moduulipuhdistamon kilpailukyky heikkenee merkittävästi, jos suunnitelmia joudutaan tarkentamaan tai tekemään jopa uudestaan toteutusvaiheessa.

Pienistä moduulipuhdistamoista valmistajat saavat hyvän vientituotteen ulko- ja kotimaisiin uusiin kohteisiin. Suomalainen laatu ja osaaminen luovat tuotteelle hyvän imagon ja kun siihen lisätään vielä hyvä palaute asiakkailta, on kasassa ainekset menestykseen näillä markkinoilla.

LÄHTEET

Econet Oy:n www-sivu [viitattu 14.4.2012]

Saatavissa <http://www.econetgroup.fi>

Euroopan Unionin lainsäädäntö, www-hakemisto [viitattu 14.4.2012]

Saatavissa:<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:10:31991L0271:FI:PDF>

Jätevedenpuhdistamon yleissuunnitelma, Voitto Heikkinen

Karttunen, E., Tuhkanen, T., & Kiuru, H. 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II
Vammalan kirjapaino Oy

Suomen lainsäädäntö, www-hakemisto [viitattu 14.4.2012]

Saatavissa:<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060888?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=j%C3%A4tevesi>

Taloon.com www-rautakauppa [viitattu 15.4.2012]

Saatavissa:<http://www.taloon.com/maaviemariputki-pvc-sn8-200x2000-mm/LVI-2212021/dp>

Onninen Oy, putkihinnasto [viitattu 15.4.2012]

Saatavissa:http://www.onninen.com/SiteCollectionDocuments/Finland%20Documents/Palvelut/Hinnastot/Teollisuushinnasto/Palvelut_Hinnastot_Teollisuushinnasto_HST_RST%20Hinnasto.pdf

Polarputki, putkihinnasto [viitattu 15.4.2012]

Saatavissa:http://www.polarputki.fi/datafiles/userfiles/File/Polarputki_Rosterit.pdf

Wikipedia [viitattu 20.5.2012]

Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Population_equivalent

LIITTEET

- 1) Sannaisten jätevedenpuhdistamon esite
- 2) Slamex – esikäsitteilylaite tekniset tiedot
- 3) PE 5000 laitoksen virtauskaavio
- 4) Prosessin mitoitus excel
- 5) Esimerkki kustannuslaskennasta
- 6) Jana-aikataulu
- 7) Laitosten jako välillä AVL 500 – 5000
- 8) Aerzen kompressori tarjous
- 9) Sultzer ilmastimet
- 10) CAD - piirustukset

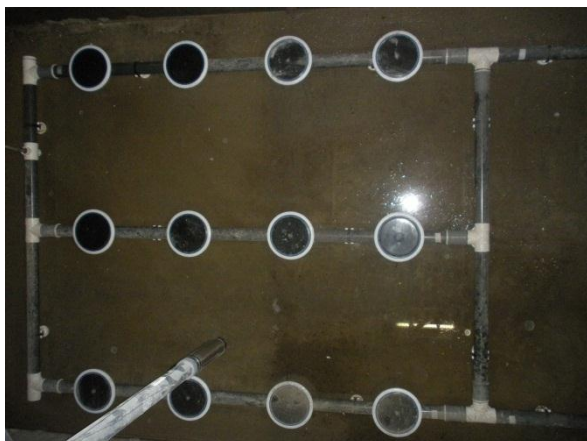
Liite 1 Sannaisten jätevedenpuhdistamon esite

ECONET SMALL WWTP MODULE PLANTS PE500 - PE5000

Scalable prefabricated module plants for wastewater treatment

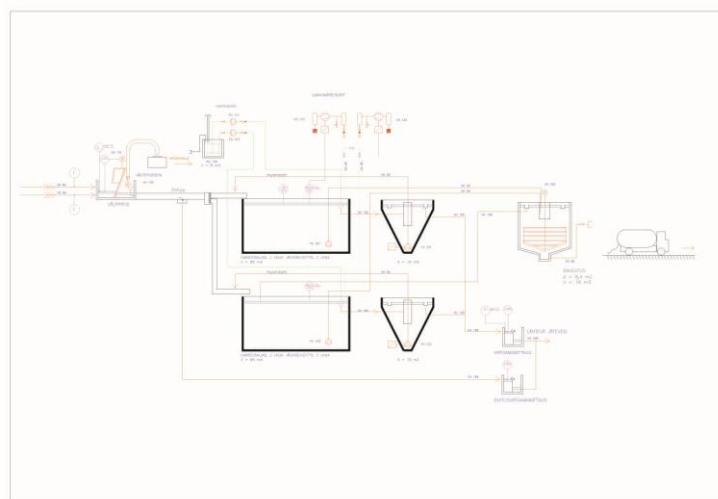
- The plant is an active sludge process with simultaneous sedimenting
- Plant has pre-treatment, chemical dosing, sedimenting, aeration, and sludge treatment
- Septic receival and tertiary treatment can be added
- Plant can be built for specific treatment levels for SS and BOD: 2/2 – 10/10
- Plant has nitrogen (N) and phosphorus (P) removal
- Plant has two lines, concrete pools and stainless steel equipment
- Plant is fully scalable to capacities PE 500 - 5000
- Plant has all necessary automation for operation, and can be connected to SCADA
- Plant fulfills all EU regulations for waste water treatment
- Plant is based on a prefabricated house, but can be built also locally from sandwich elements
- Plant has good thermal efficiency and operates normally also in heavy winter conditions
- Plant has minimal operation and service personnel needs
- Reference plant, capacity 220m³/d, built by Econet Oy to Sannainen, Finland in 2009 (performance data available from Econet)

Plant inside, pools

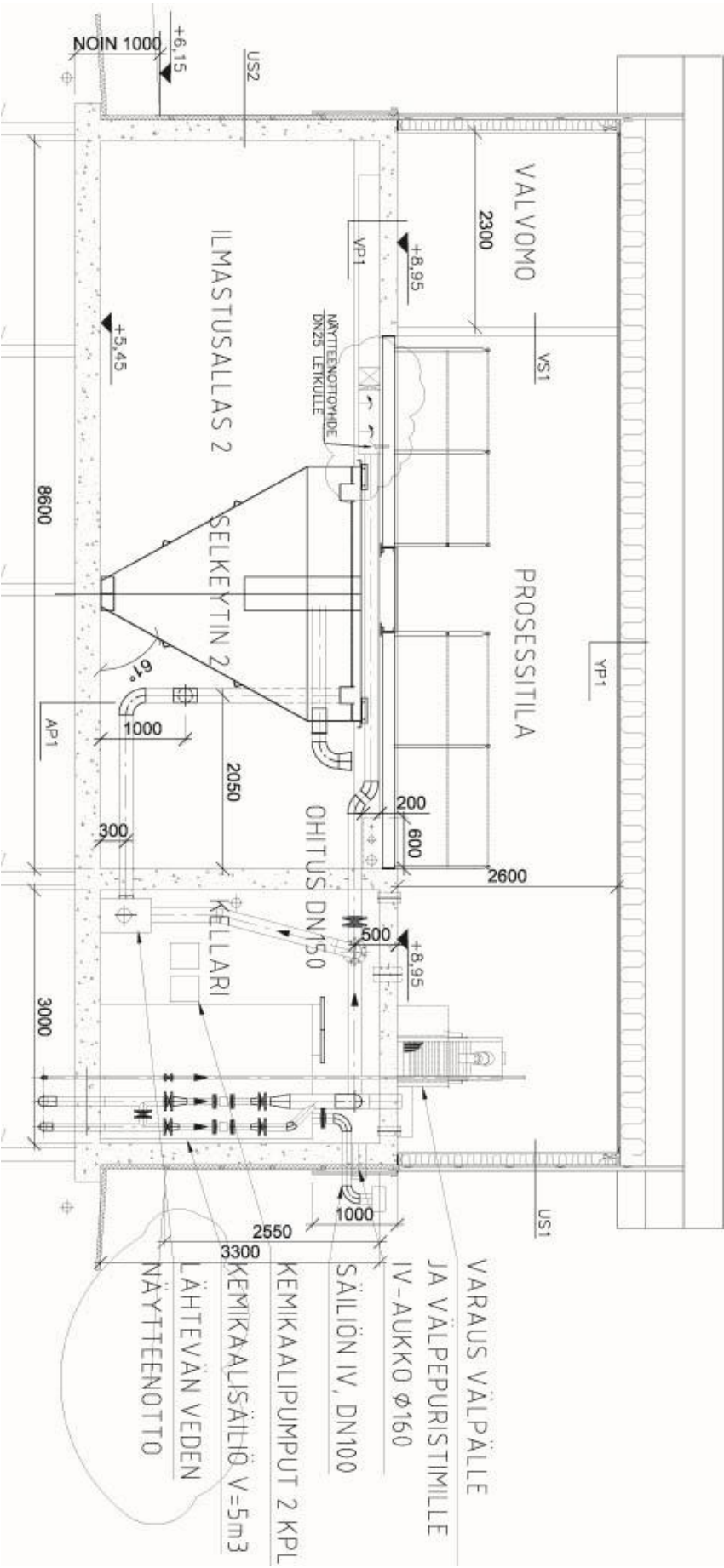


Detail of pools Aeration details (discs one option)

- SCALABLE MODULE PLANT BASIC DATA FOR REFERENCE PLANT
- Pre-treatment screening, sand and grease removal
- Aeration basins, two lines, 130m³
- Post sedimenting, two lines, 20m² / 36m³
- Sludge thickener 9m² / 30m³
- Used chemicals: Ferrisulphite
- Treatment effect: BOD₇ 97,5% / P_{tot} 96% / N_{tot} 40% / SS 98%
- Permit values: BOD₇-atu <15mg/l and 90%, Phosphorus 0,7mg/l and >90%
Nitrogen <40%, 55m³/d, 10m³/hrs, 37kg BOD₇/d, AVL=530



Reference plant process description



Liite 2 Esikäsittelylaitteen tekniset tiedot

Jäteveden esikäsittely yksikkö SSR 4.2

-Malli SSR 4.2

-Kapasiteetti 120 m³/h (35 l/s)

Käsittäen:

-1 kpl Porrasvälppä

-malli Meva RSM 8-40-5

-kanavan leveys välppälle 500mm

-kanavansyvyys 600 mm

-kapasiteetti max 120 m³/h (=35 l/s), kun tuloveden h= 400 mm

padotus 100 mm 40% tukkeutumisasteella (norm. jätevesi)

-säleväli 5 mm,

-välppeen purku korkeus 750 mm

-välppäaskelmien nousukulma muuttuva alhaalta ylöspäin (30...50 °)

-materiaali AISI 304 (pääosin)

-käyttövaihte ja sähkömoottori P=0,25 kW

-välpekanavan yläpuolinen osa varustettu umpinaisilla ja avattavilla suojuilla ja ilmanvaihtoyhteellä

-välppä kiinnitetty vain kanavan päällä, niin että välppä on helposti käännettävissä ylös ilman kanavan tyhjennystä nivelensä varassa

-ylikuormitussuoja

-välppän mittapiirustus liitteenä

-välppän esite liitteenä

Teräsallas välppälle

-koko: p_xl_xh = 1500x600x600 mm

-materiaali 1.4301

1 kpl Välpepuristin

-malli HCP 150 7 500

-kapasiteetti 400 l/h

Rakenne ja varusteet

-Käyttöyksikkö: hydraulivoimayksikkö P=1,5 kW

-Jätteen täyttösuppiloallas puristimen päällä

-Jätteensiirtoputki : (l= 2-3 m)

-materiaali: runko, kouru, suppilo ja putki 1.4301

Jätesäkkikasettiteline

-1 kpl päätönjätesäkki, l=80 m

1 kpl Hiekaneroin

-malli SD 4.2

-allas, kansi ja kouru Aisi 304

-spiraali erikoisteräs , D285

-kourun vuoraus vulkolan

-käyttöyksikkö P=1,1 Kw

-ilmastus putket ja ilmastimet

1 kpl Ilmastuskompressori

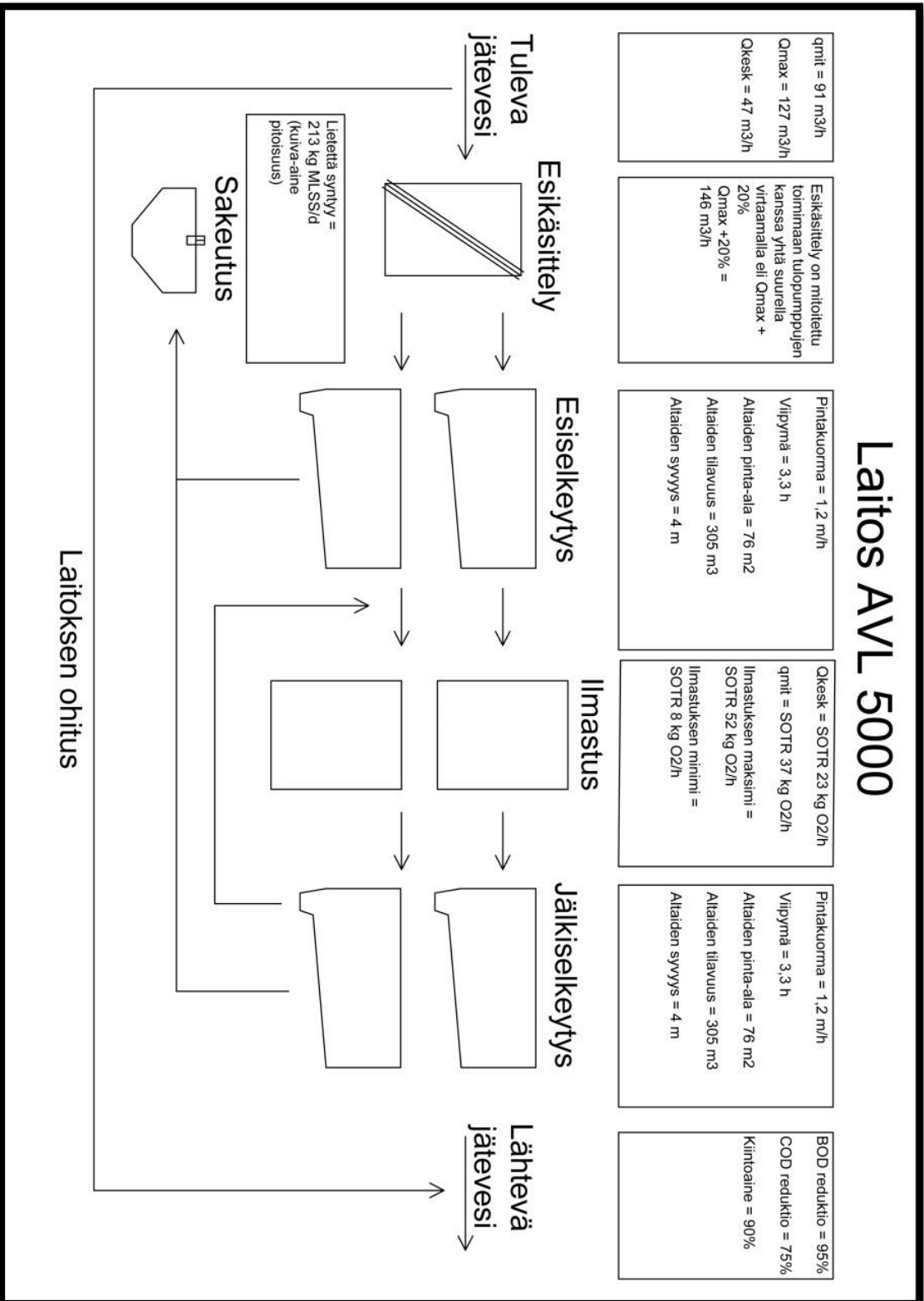
-malli Elektror SD 22

1 kpl Ohjauskeskus

-em. laitteiden automaattista toimintaa varten

-pintakytkimet tuloaltaaseen, Kari M1C

Altaan päällä kävelytaso, kaiteet ja tikkaat



Liite 4 Prosessin mitoitus Excel

Jätevedenpuhdistamo PE5000										
Jätevedenpuhdistamon keskimääräinen (Qkeski)	750	m ³ /d	46.9	m ³ /h	13.0	1/5				
Jätevesi huippuvirtaama (Qmax)	2025	m ³ /d	126.6	m ³ /h	35.2	1/5				
Ominaiskuluutus	150	l/h ² /d	0.15	m ³ /d						
Henkilömäärä	5000									
Mitoitusvirtaama ilman vuotovesiä (qmit)	1462.5	m ³ /d	91.4	m ³ /h	25.4	1/5				
Asukkasvähennys (AVL)	5000									
Jäteveden määrän keräilytaajuuksia	16	h/vrk								
Esikäsitellyn max virtaama	2329	m ³ /d	145.5	m ³ /h	40.4	1/5				
Lietteen määrä (W)	2917	kg MLSS								
Lietekuorma (LMSS)	0.12									
Ilmastuslaitaan lieteptoisuus (CMLSS)	4	kg/m ³	120	% osuus						
Ilmastuslaitaiden tilavuus (Vj)	240	m ³								
Tilavuuskuorma (LV)	1458333	BHK7/m ³ /d								
Virtaama mitoitusvirtaamalla (TI qmit)	3	h								
Virtaaman keskimääräinen (TI qkeski)	5.1	h								
lieteindeksi (SVI)	100	ml/g								
Lietteen palautussuhde (r)	50	%	30.5	m ³ /h	8 l/s					
ql30%	438.75	m ³ /d	18.3	m ³ /h	5 l/s					
ql100%	1462.5	m ³ /d	60.3	m ³ /h	17 l/s					
ql150%	2193.75	m ³ /d	91.4	m ³ /h	25 l/s					
Qmax/Qkeski	2.7	Kerros	1.3							
Jätkiselkeytyksen korkeus	4	m								
Pintakuorma tyypin s2 (Sq)	1.2	m/h								
Jätkiselkeytyksensä pintakuorma (As)	76	m ²	38	m ² /alias						
Jätkiselkeytyksen tilavuus (Vs)	305	m ³	152	m ³ /alias						
Jätkiselkeytyksen virtaama (Ts qmit)	3.3	h								
Jätkiselkeytyksen virtaama (Ts qkeski)	6.5	h								
Ylijäämälietteen määrä (We)	216	kg MLSS/d								
Lietepintakuorma (SSS)	40	kg MLSS/m ² /d								
Säkeuttamon pinta-ala (AIs)	5	m ²								
Säkeuttamon tilavuus (VIs)	16	m ³								
Säkeuttamon allasryvyys	3	m								
Esiselkeytyksen virtaama	2	h								
Esiselkeytyksen pintakuorma	1.7	m ³ /m ² h								
Esiselkeytyksen tilavuus	183	m ³								
Esiselkeytyksen pinta-ala	46	m ²								
Esiselkeytyksensä syvyys	4	m								

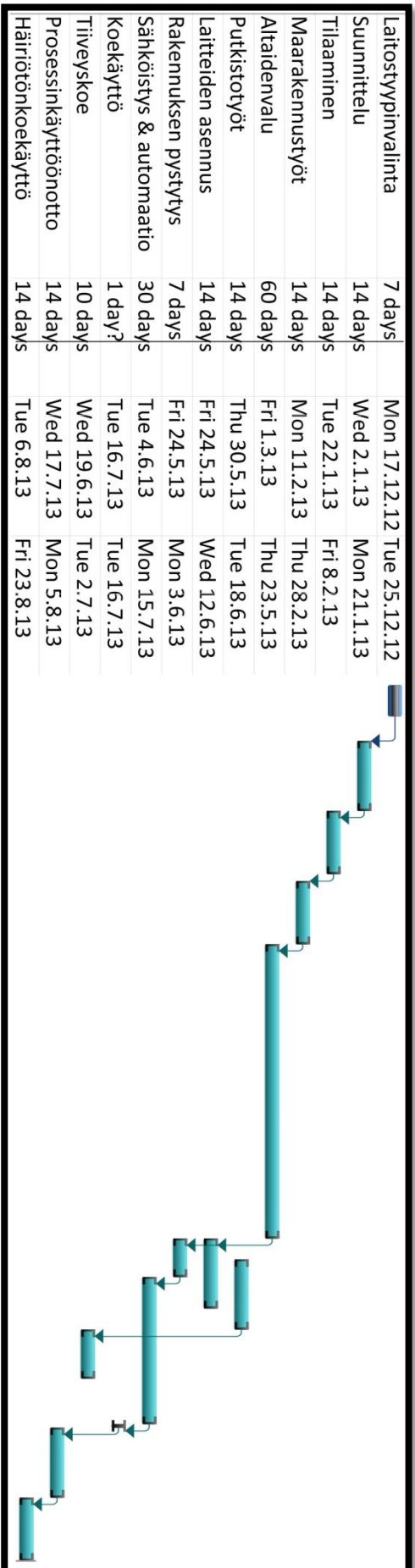
Tuleva jätevesi										
Biologinen hapenkulutus 7 vrk (BHK7)	467	mg/l	350	kg/d	70	g/h ² /d	#####	g/m ³	0.47	g/l
Kemiallinen hapenkulutus (KHT)	730	mg/l	1068	kg/d						
Kokonaistfosforin määrä (Kok-P)	20	mg/l	29	kg/d	4	g/h ² /d				
Kokonaistyppien määrä (Kok-N)	95	mg/l	139	kg/d						
Ammoniumtyppi (NH4-N)	80	mg/l	117	kg/d						
Kiltoaine	140	mg/l	205	kg/d						
										140
										g/m ³

Koneisto										
Tulopumput 1 + 1 (tuotto yhdellä)	75	m ³ /h	20.83333	1/5						
Palautusliete pumput 1+1 (tuotto yhdellä)	50	m ³ /h								
Ilmastuskompressorit 1+1 (tuotto yhdellä)	300	m ³ /h								
Ylijäämälietepumput										

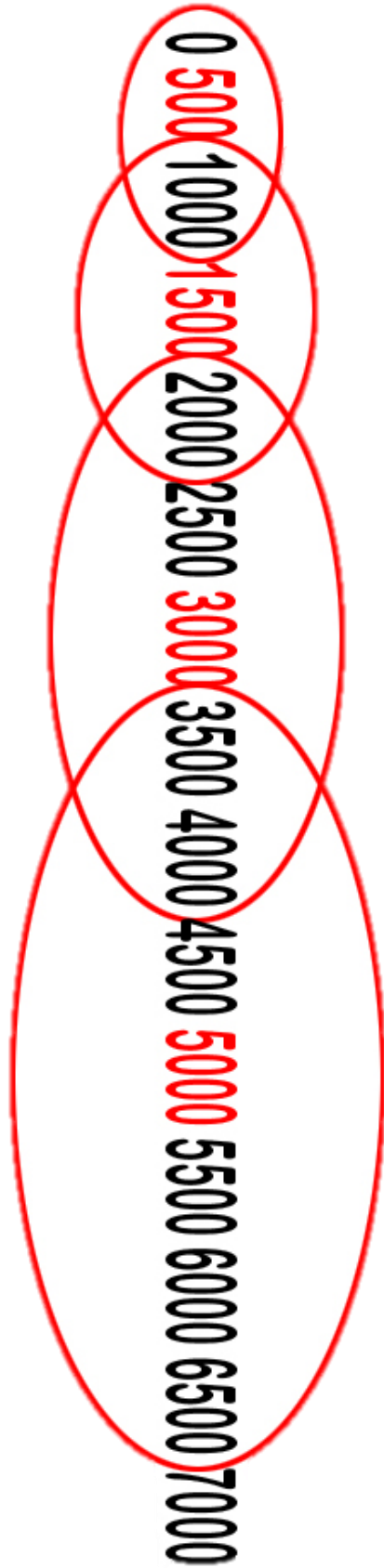
350

DN300	12	24.106	289.272	12.6	3644.827
D200	54	10.872	587.088	12.6	7397.309
DN100	66	5.624	371.184	13	4825.392
DN80	12	4.352	52.224	13	678.912
DN50	36	2.92	105.12	14.25	1497.96
Käyrät	kpl				
DN300	4	17.4	17.4	464	1856
DN200	12	5.23	5.23	105	1260
DN100	10	1.32	1.32	23.3	233
DN80	3	0.77	0.77	19.4	58.2
DN50	3	0.204	0.204	7.1	21.3
T-HAARA	kpl				
DN500					
DN300	1	12.4	12.4	776	776
DN200	1	5.58	5.58	342	342
DN100		1	1	79.4	0
DN80		0.6	0.6	59.5	0
DN50	1	0.23	0.23	34.2	34.2
Supistukset	kpl				

Liite 6 Jana-aikataulu



Liite 7 Laitosten jako välillä AVL 500 – 5000



Puhaltimet • Kompressorit • Kaasumittarit

2012-04-12

ECONET OY
Aleksi Rajala



AERZEN FINLAND OY AB

Teollisuustie 15
FI-02880 VEIKKOLA

Puhelin: (09) 8194720
Tel. int.: +358 9 8194720
Telekopio: (09) 4772225
Telefax int.: +358 9 4772225
Email: aerzen@aerzen.fi
Internet: www.aerzen.fi

TARJOUS V80714-V800

Tarjouspyyntö: puh. kesk. 10.4.2012

Projektin: 300 m³/h, 900 mbar

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme seuraavien sivujen mukaisesti.

Pyydämme huomioimaan, että kaikki tarjoamamme laitteet ovat Aerzen-standardien mukaisia.

Mitään muita normeja tai vaatimuksia ei ole huomioitu.

Hinnat sisältävät vakiodokumentaation.

Vastaamme mielellämme kysymyksiinne.

Ystävällisin terveisin
AERZEN FINLAND OY AB

Ville Kotamäki

Sivuja: 4



ECONET OY

Aerzen-kiertomäntäkompressori GM 4 S

Sovite: Delta Blower G5

Tuottoarvot:

taajuusmuuttajakäytölle

Puhallettava aine		ilma		
Imutilavuusvirta	Q ₁	m ³ /min	5	3,15
Imutilavuusvirta	Q ₁	m ³ /h	300	189
Tilavuusvirta normitilassa T1=273°K, p1=1,013 bar, rF=0%	Q _N	Nm ³ /h	276	174
Massavirta	m	kg/h	357	225
Tiheys imupuolella	Rho ₁	kg/m ³	1,188	1,188
Imupaine (abs.)	p ₁	bar	1,000	1,000
Loppupaine (abs.)	p ₂	bar	1,900	1,900
paine-ero	Δp	mbar	900	900
Imulämpötila	t ₁	°C	20	20
Loppulämpötila	t ₂	°C	120	135
kompressorin kierrosluku	n _G	rpm	4780	3450
kompressorin tehonotto akselilla	P _k	kW	10,82	7,59
Moottorin kierrosluku	n _M	rpm	2950	2065
Moottorin teho	P _{Mot}	kW	15	
Moottorin taajuus	f	Hz	50	35

Toleranssit

imuilmavirralle	%	+5 / -5
tehonotolle akselilla	%	+5 / -5

Konemelu yhdelle laitteelle

Äänenpainetaso ilman vaimennuskoppaa	L _p (A)	dB(A)	92
Äänenpainetaso vaimennuskopalla n.	L _p (A)	dB(A)	70

Mitattuna vapaalla kentällä 1 m etäisyydellä laitteesta, huomioimatta putkistoon johtuvaa melua. (Toleranssi ± 2 dB(A)). Mittaus DIN EN ISO 2151 mukaisesti. Huonetilan melutason suhteen huomioi suunnitteluoheje TN01184 (saatavilla pyynnöstä).

Putkiyhteet

Painepuoli DN 80, ISO 88,9 mm Ø

Piirros

ZG-00798



ECONET OY

1.1.0 Aerzen Delta Blower -kompessoripaketti

Koostuu seuraavista osista, jotka on valmiiksi asennettu tehtaallamme

Pos.	kpl	Kuvaus
1.1.1	1	Aerzen-kiertomäntäkompressorin GM 4 S
1.1.2	1	kolmisiipisillä kierronmännillä sekä sisäisellä pulsaationvaimennuksella vääntöjäykkä konealusta integroidulla paineäänenvaimentimella, painelaitedirektiivin PED 97/23/EG mukaisesti, ilman absorptiomateriaalia ja ilman kuluvia sisäosia. Moottorin kannatin toimii automaattisena hihnojen kiristimenä; ylimääräisiä jousituksia tai muita tukia ei tarvita. Elastiset konejalat runkomelun vaimentamiseksi. Liitospesä sisäänrakennetulla takaiskuventtiilillä.
1.1.3	1	painevaroventtiili, malli B, DN 50, PED 97/23/EG mukaisesti, kompressorin suojaamiseksi, asetusarvo: 950 mbar
1.1.4	1	imuäänenvaimennin, absorptiomateriaali sijoitettu virtaussuunnassa ennen suodatinelementtiä
1.1.5	1	joustava liitin (ISO) kiristimin, DN 80 / Ø 88,9 mm, painepuoli
1.1.6	1	kapeakiliahihnakäyttö

Toimituslaajuus ja hinta:

Pos.	Määrä		yksikkö paino n.	Yksikköhinta	Kokonaishinta
1.1.0	1	Aerzen Delta Blower G5 tyyppi: GM 4 S, edellä kuvattuna	kg 176		
1.2.0	1	Käyttömoottori IEC mukaisesti, B3, 15 kW, 2950 r/min, rakennekoko: 160 M suojausluokka IP 55, 400 V, 50 c/s, valmistaja: Aerzen, Tehokkuusluokka: IE3, kolmella sisäänrakennetulla termistorilla	124		
1.3.0	1	Moottorin asennus			
1.4.0	1	Äänenvaimennuskoppa sinkittyä teräslevyä, öljynkeräyspohjalla. Jauhemaalattu värisävyllä RAL 5001 / etupaneeli RAL 7047. Lohkorakenteinen, sisältä vuorattu, tuuletus kompressorin akselin käyttämällä tuulettimella; erillistä tuuletinta ei tarvita. Äänenvaimennuskopan rakenne mahdollistaa useiden aggregaattien sijoittamisen vierekkäin. Siirtäminen trukilla tai pumppukärryllä mahdollista. Äänenvaimennuskoppa sisäasennukseen.	130		
1.5.0	1	Painemittari 63 Ø mm liittimin			
1.6.0	1	Huollonilmaisimien imuodattimen tarkkailuun			
1.7.0	1	Huoltopaketti öljytäytöllä	1		
1.8.0	1	Pakkaus, lautahäkki, käsiteltyä puuta (Sirex)	120		
1.9.0	1	FCA Veikkola			

Yhteensä:

5.940,00 €

Huom. Taajuusmuuttajan alarajaa määriteltäessä on huomioitava loppulämpötilaan (max. 139°C) vaikuttava imulämpötila.



ECONET OY

Huomioitavaa

Moottorin toimittaminen:

Jos moottorin toimittaa asiakas, on huomioitava seuraavaa: Moottorin tulee vastata AM-normia TN01159. Lisäksi tarvitsemme tilauksen yhteydessä seuraavat tiedot: Valmistaja, IEC-koko, suojausluokka, kierrosluku, jännite, taajuus, paino ja sitova mittapiirros.

Toleranssit:

Takuutuottoarvot (toleranssi $\pm 5\%$) koskevat ainoastaan imutilavuusvirtaa sekä kompressorin tehonottoa akselilla. Loppulämpötilaan vaikuttavat sekä käyttöolosuhteet että valmistustoleranssit, joten se voi poiketa annetusta laskennallisesta arvosta.

Konemeluarvot:

Äänenpainetasoarvot ovat yhdelle laitteelle toleranssilla ± 2 dB(A), mitattuna vapaalla kentällä (ilman heijastusta), 1 m etäisyydellä laitteesta. Käytännössä, riippuen huoneen akustisista ominaisuuksista ja laitteiden lukumäärästä, todellinen melutaso tulee olemaan korkeampi. Myöskään putkistosta johtuvaa melua ei ole meluarvoissa huomioitu, joten nämäkin saattavat nostaa todellisia arvoja asennuspaikalla.

Yleistä:

Pidätämme oikeuden tuotantoteknisistä syistä aiheutuviin osatoimituksiin sekä näiden toimitusten erillislaskuttamiseen.

Kaupalliset ehdot

Voimassaoloaika:

3 kuukautta

Toimitusaika:

tällä hetkellä n. 3-4 viikkoa, välilyyntivarauksin

Toimitusehto:

FCA Veikkola (Incoterms 2010)

Hinnoittelu:

netto ALV 0 %. Hintoihin lisätään ALV.

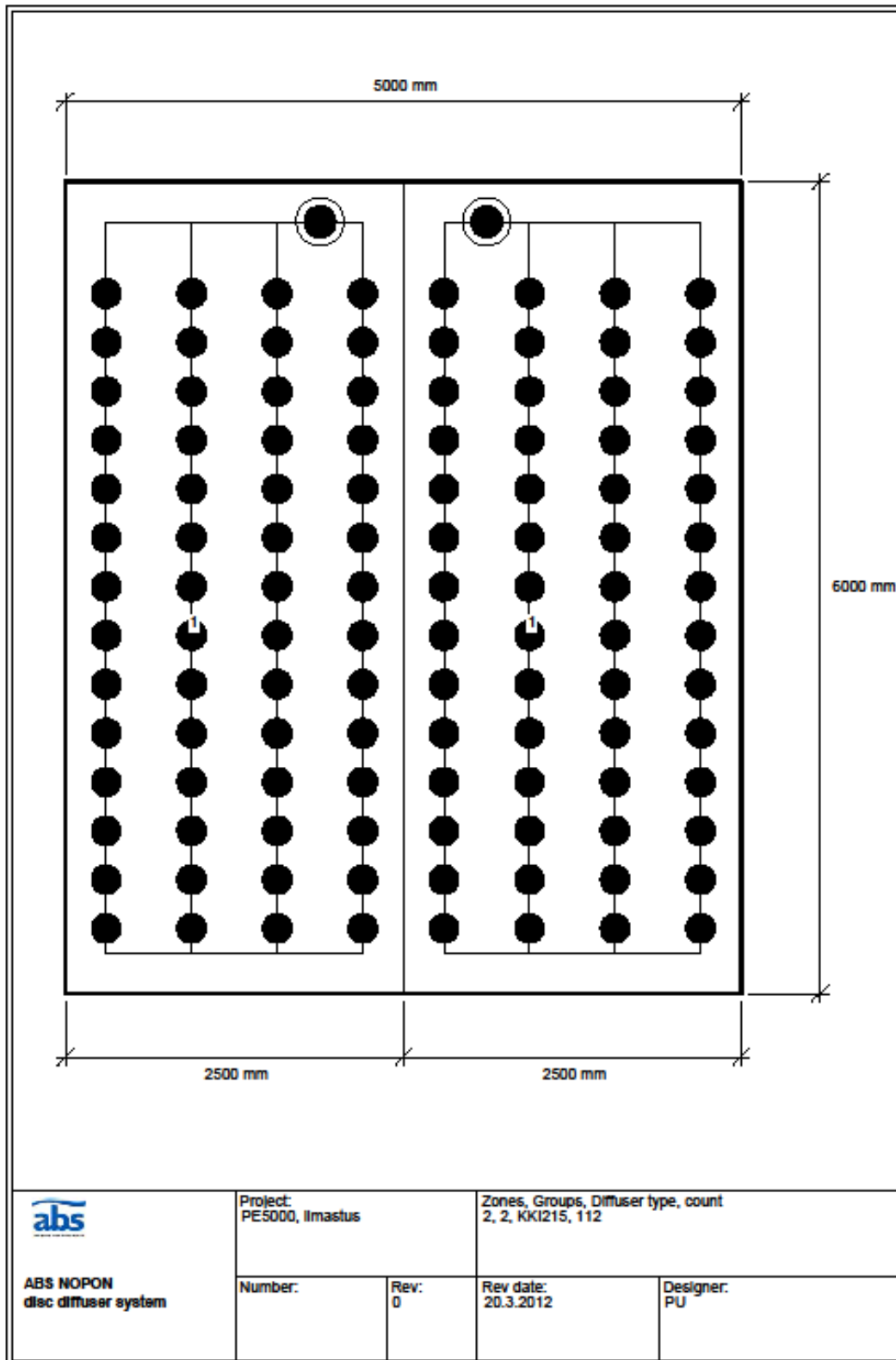
Maksuehto:

sopimuksen mukaan

Liite

Alustava mittakuva ZG-00798_B.dwg

Liite 9 Sultzer ilmastimet



ABS Nopon disc diffuser system KKI 215

Membrane disc diffusers for reliable and energy-efficient fine-bubble aeration of tanks in wastewater treatment plants. Suitable for normal continuous aeration systems as well as where intermittent aeration is required, e.g. biological nutrient removal and SBR processes.

Features

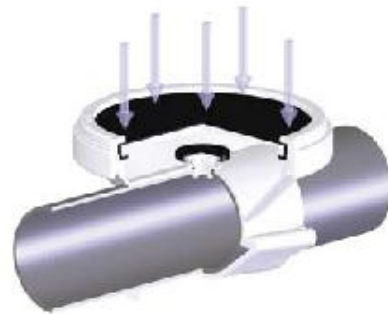
- Self-cleaning EPDM membrane with slits
- Membrane is fixed by a threaded screw-on ring
- Elastic non-return valve
- ABS Nopon wedge piece fixing to the pipe means that no glue, solvent or welding is needed in assembly
- Thread based fixing available as an option
- Wedge piece fixing makes it easy to increase, decrease or relocate diffusers when process requirements change
- Applicable to various pipe materials and dimensions
- Option for deep basins
- Possibility for future increase of aeration capacity by installing 300 mm PRF retrofit discs on existing KKI bodies.
- Inlet air temperature is up to 80°C

Working principle

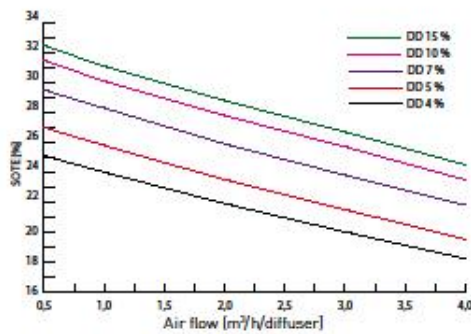
The membrane bulges and slits open during aeration by the pressure of compressed air. The support plate distributes the air evenly over the entire surface of the membrane. Air is spread into small bubbles, when released through the membrane.



When the air flow is turned off, the pressure of the water above presses the membrane disc tightly to the support plate closing the small slits on the membrane. The non-return valve closes and makes sure that no water enters the pipeline.

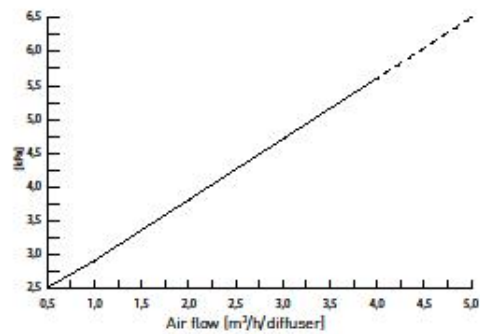


Standard oxygen transfer rate, SOTE



Clean tap water, standard conditions (+ 20 °C, 101,3 kPa), TDS level 1000 mg/L, submerison depth 4 m, diffuser density, DD= total diffuser area / total bottom area

Wet pressure loss



Liite 10 CAD – piirustukset

