

Jukka Lammentausta ja Jouko Oksjoki

Perunankuorimojätevesien käsittely panospuhdistamossa

Julkaisu on saavana myös internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>

ISBN 952-11-1573-4 (nid.)
ISBN 952-11-1574-2 (PDF)
ISSN 1238-8610

Valokuvat: Jukka Lammentausta,
Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry
Taitto: Callide/Terttu Halme

Tampereen Yliopistopaino Oy
Tampere 2004

Alkusanat

Perunankuorimoiden jätevesiä ja panospuhdistusprosessin toimintaa tutkittiin koepuhdistamossa puolen vuoden ajan, heinä-joulukuussa 2002. Koetoinimet suoritettiin Tampereen Viinikanlahden jätevedenpuhdistamon tiloissa. Työn tulosten julkaisu ja tämän raportin valmistuminen ajoittuivat syksyyn 2003. Työn suoritti Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Pirkanmaan ympäristökeskus rahoitti koetoiminnan ympäristönsuojelun edistämiseen tarkoitetuista määrärahoista.

Kokeiden tavoitteena oli selvittää panospuhdistusmenetelmän soveltuvuus perunankuorimoiden jätevesien käsittelyyn. Kokeilua varten rakennettiin pilotmittakaavan puhdistamo. Koepuhdistamoa kuormitettiin kuorintajätevesillä ja kokeilulla saatiin tuloksia panosprosessin toimivuudesta. Kokeista saatuja tuloksia on mahdollista soveltaa ja hyödyntää perunankuorimoiden ja muun vihanneskuorinnan jätevesiratkaisuja suunniteltaessa. Tähän selvitykseen osallistuneiden kuorimoiden jätevesien käsittelymenetelmiksi esitetyt ratkaisut on käyty läpi tässä raportissa. Raportti sisältää myös panospuhdistamon mitoitusohjeen, joka toimii yleisoppaana juureskuorimon jätevesille puhdistamoa suunniteltaessa.

Käytännön työstä ja raportoinnista vastasi insinööri Jukka Lammentausta Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksestä. Selvityksen ohjausryhmään kuuluivat insinööri Jouko Oksjoki vesiensuojeluyhdistyksestä, sekä Pirkanmaan ympäristökeskuksen ympäristönsuojeluosaston osastopäällikkö yli-insinööri Hannu Wirola ja rakennusmestari Ari Tuominen. Kiitokset työn onnistumisesta kuuluvat edellä mainittujen lisäksi myös Envex Oy:lle ja Viinikanlahden puhdistamon henkilökunnalle. Erityiskiitokset Ville Honkasaarelle ja Poemar Oy:n Jari Männistölle.

Sisällys

Alkusanat	3
Avainkäsitteet	6
1 Johdanto	7
2 Lähtökohdat	8
3 Kuorimojätevesien käsittelyn ongelmakohdat	9
4 Kuorintamenetelmät ja jätevesien muodostuminen	11
4.1 Kuorintamenetelmät ja jätevesien määrä	11
4.2 Jätevesien laatu	13
4.3 Jätevesikuormitus	14
5 Tutkimukset koelaitoksessa	16
5.1 Koelaitos	16
5.2 Panospuhdistusprosessi	17
5.3 Koejärjestelyt	17
6 Koetulokset	18
6.1 Poemar Oy	18
6.1.1 Vaihe 1	18
6.1.2 Vaihe 2	20
6.2 Honkasaari	23
6.3 Yhteenveto	25
7 Panospuhdistamon mitoitus- ja käyttöohjeita	29
7.1 Prosessin mitoituksessa huomioon otettavia seikkoja	29
7.2 Ilmastus ja lietteenpoisto	30
7.3 Kemikaalien käyttö	31
7.4 Hoitotoimet	33
8 Johtopäätökset	34
Lähteet	36
Liitteet	
Liite 1. Poemar Oy (tulokset, käyttöpäiväkirja, laskeumakuvat)	37
Liite 2. Poemar Oy panospuhdistamon mitoitusehdotus	44
Liite 3. Honkasaari (tulokset, käyttöpäiväkirja, laskeumakuvat)	46
Liite 4. Honkasaari panospuhdistamon mitoitusehdotus	50
Kuvailulehdet	53

Avainkäsitteet

Aktiiviliete Koostuu pieneliöistä, pääosana bakteerit. Biologinen vedenpuhdistus perustuu aktiivilietteessä olevien pieneliöiden kykyyn käyttää vedessä olevia lika-aineita ravintonaan.

BOD₇ (BHK₇) Biokemiallinen hapenkulutus eli happimäärä, joka kuluu mikro-organismien hajottaessa veden orgaanista ainetta (20 °C, 7 d)

COD_{Cr} Kemiallinen hapenkulutus eli happimäärä, joka kuluu orgaanisten aineiden kemialliseen hapettamiseen. Cr-indeksi tarkoittaa, että hapetus suoritetaan dikromaatilla.

Jätevesikuormitus Tuotantolaitokselta ulosjohdettava jätevesimäärä, joka kuormittaa ympäristöä, jätevettä vastaanottavaa käsittelyprosessia tai kunnallista viemäriä. Yleisin tunnusluku orgaaninen kuormitus, joko kg BOD/d, tai kg COD/d (tn/vuosi).

Lietepitoisuus Aktiivilietelaitoksen biomassan (bakteerit, pieneliöt) määrä, yksikkö: MLSS mg/l⁻¹ (engl. Mixed Liquor Suspended Solids).

Lieteikä Kertoo kuinka kauan liete viipyy prosessissa. Lieteikää voidaan muuttaa ylijäämalietteen poistomäärää säätämällä. Lieteikää säätämällä vaikutetaan myös nitrifointiin.

Ylijäämaliete Prosessista poistettavan lietteen määrä vuorokaudessa

SVI-indeksi Lietteen tilavuusindeksi, kertoo lietteen tiivistymisominaisuuksista, eli paljonko yksi gramma lietettä tarvitsee tilaa (yksikkö ml/g)

Tilakuorma Puhdistamolle tulevan jäteveden BOD:n määrä ilmastusaltaan tilavuuteen nähden päivässä (kg BOD/m³/d)

Lietekuorma Puhdistamolle tulevan jäteveden BOD:n määrä ilmastusaltaan lietemäärään nähden (kg BOD/kg MLSS x d)

Soluneste osa vihreiden kasvien koostumusta, sisältää mm. sokereita, happoja, valkuaisaineita ja suoloja, sekä kasvin maasta ottamia ravinteita. Solunestettä vapautuu perunan rakenteesta kuoren rikkoutuessa.

Asukasvastineluku Asukasvastineluku 1 (AVL 1) tarkoittaa orgaanisen, biologisesti hajoavan aineen kuormitusta, jonka seitsemän vuorokauden biokemiallinen hapenkulutus (BOD₇) on 70 grammaa happea vuorokaudessa

Johdanto

Perunankuorimoilla muodostuu hankalasti käsiteltäviä jätevesiä yleisesti noin 1-25 m³ päivässä kuorimon koosta ja kuorintamenetelmästä riippuen. Jätevesiä syntyy perunan esikäsitelyssä (mullanerotus), kuorinnassa, huuhteluissa ja tuotantotilojen yleispesuissa.

Kuorintatavat voidaan jakaa vedenkäytön perusteella karkeasti kahteen menetelmään, kuivakuorintaan ja märkäkuorintaan. Kuivakuorinnassa vettä käytetään ainoastaan huuhteluvaiheessa, eikä lainkaan varsinaisessa kuorintavaiheessa. Näin ollen kuivakuorinta kuluttaa vähemmän vettä kuin märkäkuorinta.

Haja-asutusalueilla kuorintalaitosten jätevedet on johdettu aiemmin saostuskaivojen kautta maastoon tai ojiin ja edelleen vesistöön. Joissakin kohteissa on hyödynnetty maahan imeytystä. Vesiensuojelun kiristyvät vaatimukset velvoittavat kuorijoita jätevesien tehokkaampaan käsittelyyn.

Tyypillinen kuorimo, joka tuottaa jätevettä 10 m³ vuorokaudessa, voi kuormittaa ympäristöä saman verran kuin 1 000 henkilön puhdistamattomat jätevedet. Nykytilanteessa tällaiset yksiköt voivat olla maakunnan suurimpien kuorimittajien joukossa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli taloudellisesti edullisen ja toiminnaltaan varman puhdistusmenetelmän löytäminen kuorimojätevesien puhdistustarpeisiin. Tutkimus aloitettiin panospuhdistusprosessin kokeilemisella, sen helppouden ja yksinkertaisuuden vuoksi. Panosprosessin etuja ovat helppo muunneltavuus, hyvä puhdistustulosten seuranta ja kokeiden matalat aloituskustannukset. Panospuhdistusprosessi mahdollistaa vaihtelevien vesimäärien käsittelyn ja soveltuu näin myös kuorimoiden käytännön olosuhteisiin. Tavoitteena oli tuottaa kokeisiin osallistuville kuorimoille ehdotus jätevesien käsittelymenetelmästä ja luoda malli panospuhdistamon mitoittamiselle.

Koetoimia varten suunniteltiin ja rakennettiin pienen mittakaavan koepuhdistamo. Puhdistamo kuormitettiin päivittäin kuorimojätevesillä. Erilaisia kuormitusasteita ja ajotapoja testattiin. Testien perusteella panospuhdistusmenetelmän käytöstä ja kuorimojätevesien käsittelystä saatiin paljon arvokasta tietoa.

2

Lähtökohdat

Hajakuormituksen merkitys vesistöjen laatua heikentävänä tekijänä on viime vuosina lisääntynyt merkittävästi. Hajakuormituksesta suurin osa aiheutuu maatalouden harjoittamisesta ja muusta alkutuotannosta.

Perunankuorimoita on Pirkanmaan maakunnassa paljon, mutta niiden toiminnasta ja olemassa olostä on varsin niukasti koottua tietoa. Toiminta alkoi alunperin melko kontrolloimattomasti, eikä kuorimoiden toimintaa valvottu riittävästi. Uuden ympäristönsuojelulain mukaan perunan tai juuresten käsittely- tai jalostuslaitos tarvitsee aina ympäristöluvan. Jäteveden aiheuttaman ympäristön pilaantumisen ehkäisemisestä säädetään ympäristönsuojelulaissa. Ympäristönsuojelulakia (YSL 86/2000) sovelletaankin sen 2 §:n mukaan toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista.

YSL 28 §:n ja ympäristönsuojeluasetuksen (YSA 169/2000) 1 §:n mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan on oltava lupa, jota kutsutaan ympäristöluvaksi. YSA 1 §:n kohdan 10 f mukaan perunan tai juuresten käsittely- tai jalostuslaitos tarvitsee ympäristöluvan. Ympäristöluvan myöntää paikallinen ympäristönsuojeluviranomainen tai kuormittavamman toiminnan ollessa kyseessä alueellinen ympäristökeskus. Toimivaltaisesta lupaviranomaisesta on säädetty YSL 31 §:ssä.

Viranomaismääräysten toteuttaminen tulee olemaan hankalaa monelle kuorimoyrittäjälle. Kuorimotoiminnan kehitys saattaa kulkea samaan suuntaan kuin maatalouden. Jäljelle jäävät kuorimot, joilla on parhaat toimintaedellytykset ja resurssit toteuttaa lainsäädännön vaatimat uudistukset. Tällöin yksikkökoot suurenevat ja tuotanto alkaa muistuttaa tehokkuudeltaan ja ympäristövaiikutuksiltaan enemmän teollista tuotantoa.

Pirkanmaan alueella on viime vuosina rakennettu useita biologis-kemiallisia panospuhdistamoita lähinnä karjatilojen maitohuoneiden jätevesien käsittelyyn. Puhdistustulokset näillä laitoksilla ovat olleet hyviä. Maitotilojen jätevesien käsittelyjärjestelmistä saatujen kokemusten perusteella voidaan olettaa, että edellä mainittu puhdistusmenetelmä on sovellettavissa myös perunankuorimoiden jätevesien käsittelyyn.

Kuorintajätevesien käsittelyn ongelmakohdat

3

Perunankuorinnassa muodostuvilla jätevesillä on erityispiirteitä, jotka tekevät käsittelystä erityisen hankalaa. Seuraavassa käydään läpi käsittelyn merkittävimmät ongelmakohdat.

1) Korkeat kuormitukset

Kuorittaessa perunan pinta rikkoutuu ja veden joukkoon vapautuu solunestettä, joka tekee jätevedestä kuormittavaa ja pitoisuuksiltaan vahvaa. Solunesteen BOD₇-arvo vaihtelee jonkin verran ja on yleensä käyntikauden alussa alhaisempi kuin käyntikauden loppupuolella. BOD₇-arvo on yleensä 10 000 – 25 000 mg/l.

Jäteveden BOD-pitoisuus kuorimoilta tulevassa vedessä vaihtelee kuorintamenetelmästä riippuen yleensä 1 000-7 000 milligrammaa litrassa. Normaalin asumajäteveden BOD-pitoisuus on noin 150-250 mg/l. Pienilläkin jätevesimäärillä kuorimoiden aiheuttama kuormitus nousee suureksi. Korkean kuorman käsittely vaatii suuren ilmastusallastilavuuden puhdistamon toimivuuden takaamiseksi. Pienillä tuotantoyksiköillä saattaa olla hankaluuksia löytää tilat ja resurssit vaaditun kokoisen puhdistamon toteuttamiseksi.

2) Vaihtelut virtaamassa ja veden laadussa

Kuorimoilla muodostuu eri viikonpäivinä erilaisia määriä jätevettä. Kuorintatoimintaa saattaa olla esim. neljänä päivänä viikossa, jolloin kolmena päivänä vettä ei virtaa lainkaan.

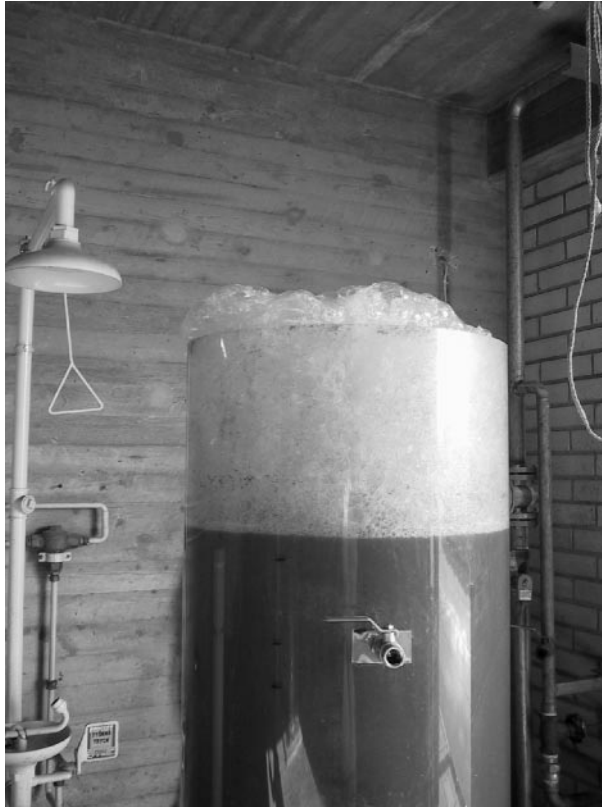
Vuodenaikoihin liittyvät vaihtelut kuorintamäärissä tuovat oman hankaluutensa jätevesien käsittelyyn. Esimerkiksi ennen joulua perunan kysyntä lisääntyy, kuorintamäärät moninkertaistuvat ja jätevesien määrä ja laatu vaihtuvat samassa suhteessa. Kuorintamäärän kasvaessa huuhteluvesien määrää saatetaan pienentää, mikä johtaa veden väkevöitymiseen. Mikäli huuhteluveden määrää ei pienennetä on hankaluutena suuren vesimäärän sovittaminen puhdistamolle. Sesonkiajat ovat rasitus puhdistamolle, joka toimii parhaiten normaalitilanteessa, vakiovesimäärällä ja vakiokuormalla.

Panospuhdistusmenetelmä soveltuukin hyvin vaihtelevien vesimäärien käsittelyyn. Ilmastusaltaan eteen rakennetaan tasausallas, johon vedet ensin kuorimolta johdetaan. Suurin osa kiinteästä aineksesta erottuu mekaanisesti tasausaltaan pohjalle.

Tasausaltaan volyyymi on moninkertainen päivittäiseen puhdistamolla käsiteltävään vesimäärään verrattuna. Tällä tavoin tasauksesta voidaan päivittäin pumpata vakiomäärä vettä puhdistamolle. Tasausallas tasaa myös vedenlaadussa tapahtuvia vaihteluita. Järjestelmä sopii hyvin perunankuorimoille, joissa kuorintaa ei harjoiteta joka päivä. Tasausaltaassa vettä riittää kuitenkin jatkuvasti ja puhdistamoa voidaan pitää tasaisessa kuormituksessa. Tasausaltaaseen tulee hajuhaittojen rajoittamiseksi järjestää ilmastus- tai sekoitusmahdollisuus esimerkiksi asentamalla altaaseen potkurisekoitin.

3) Vaahtoaminen

Peruna sisältää hyvin korkeita hiilihydraattipitoisuuksia, lähinnä tärkkelystä. Yksi käsittelyn ongelma on korkeasta hiilihydraattikuormasta johtuva vaahtoaminen. Jätevesiä käsiteltäessä vaahtoamista on kuitenkin mahdollista hillitä vaahdonestokemikaaleilla.



Kuva 1. Vaahto nousee koepuhdistamolla.

Kuorimoilla vettä pumpataan usein kovalla paineella, joka edesauttaa voimakasta vaahtoamista. Vaahdonestoaineen käyttöpaikat prosessissa on määritettävä tarkasti harkiten. Mikäli vesiä kierrätetään prosessin loppupäästä alkupäähän, on kemikaalien käytön vaikutukset ja mikrobiologiset riskit huomioitava myös siinä vaiheessa. Tällöin kemikaalia käytettäessä on selvitettävä tuotteen soveltuvuus elintarviketeollisuuden käyttöön.

4) Tärkkelys

Perunan kuorinnassa vapautuu muodostuviin jätevesiin tärkkelystä. Kiinteytymisominaisuuksiensa vuoksi sitä on hankala käsitellä. Mikäli tärkkelystä ei pestä välittömästi pinnoilta (esim. lattialta) pois, se kovettuu. Ongelmana on ollut myös saostuskaivojen tukkeutumien. Tärkkelys muodostaa pahimmillaan lähes sementinkaltaisen kiinteytymän kaivon pohjalle, jolloin sitä on mahdotonta imeä letkulla pois. Viemäröintiverkon alueella toimittaessa tärkkelys saattaa aiheuttaa tukkeumia verkostossakin.

Kuorintamenetelmät ja jätevesien muodostuminen

4

Suoritetuissa kokeissa mukana olivat Vammalan Masossa toimiva Poemar Oy, sekä Hauholla sijaitseva perunankuorintalaitos Honkasaari. Nämä kaksi kuorimoa hyödyntävät kahta erilaista kuorintamenetelmää. Tässä luvussa esitellään kuorintamenetelmien erot ja muodostuvien jätevesivirtojen määrälliset ja laadulliset erot.

4.1 Kuorintamenetelmät ja jätevesien määrä

Kuorintamenetelmä vaikuttaa itse tuotteen lisäksi myös kuorimolla muodostuvan jäteveden määrään ja laatuun. Käytössä olevat kuorintamenetelmät on lyhyesti kuvailtu seuraavassa.

Veitsikuorinta

- Pyörivät veitsikiekot kuorivat perunan, mutta säilyttävät tuotteen alku peräisen muodon
- Veitsikuoritut perunat tummuvat vähemmän kuin karbokuoritut, jolloin tummumisen estoaineiden käyttö ei ole välttämätöntä.

Karborundum-kuorinta

- Pyörivät rullat raastavat perunan kuoren irti
- Kuorintatulos on kiinni verkon silmien koosta, rullien nopeudesta ja perunan viipymästä koneessa. Karbokuoritut perunat tummuvat veitsikuorittuja herkemmin. Raakatummuminen on entsyymien aiheuttama reaktio, jossa perunan fenolihydriesteet hapettuvat värillisiksi yhdisteiksi. Yleisimmin tummumisen estoon käytetään sulfiitteja ja rikkidioksidia. Sulfiitti voi kuitenkin aiheuttaa esimerkiksi sivumakuja ja se voidaan korvata useimmilla orgaanisilla hapoilla yhdessä askorbiinihapon kanssa. Tummumisen estoon on tarjolla useita kaupallisia valmisteita.

Höyrykuorinta

- Perunankuori pehmenetään kuumalla höyryllä, jonka jälkeen perunat hankaavat rummussa toisistaan kuoren irti
- Käytetään useimmin suurissa tuotantoyksiköissä, joissa peruna keitetään nopeasti kuorinnan jälkeen

Kuorintatulos viimeistellään kuorintamenetelmästä riippumatta aina kuorintapöydällä, jossa silmikointityö tehdään. Käsien hihnalta poistetaan huonosti kuoritut, liian pienet ja pilaantuneet perunat.

Edellä mainittujen menetelmien lisäksi viime vuosina on tutkittu entsyymiavusteista kuorintaa. Siinä peruna kuoritaan solun kemiallisia reaktioita aktivoivan proteiinin avulla. Perunankuori on kuitenkin tiukassa ja entsyymien avulla kuorittu peruna ei ole vielä nykypäivää.

Vedenkäytön mukaan kuorintamenetelmät jaetaan vielä kahteen ryhmään: märkä- ja kuivakuorintaan.

Märkäkuorinta

- Prosessissa useita vedenkäyttökohteita: esikäsitteily, kuorinta, kuorijätteen juoksutusvedet ja huuhteluvedet
- Kuorinnassa veden mukaan huuhtoutuu kuorijätteestä paljon solunestettä

Kuivakuorinta

- Prosessissa vettä käytetään ainoastaan kuorinnan jälkeiseen huuhteluun
- Kuorijäte ei joudu tekemisiin veden kanssa. Kiinteä jäte menee omana jakeenaan suoraan keräysastiaan, jolloin soluneste ei liukene jäteveden mukaan. Kuivakuorinta tuottaa näin ollen selvästi märkäkuorintaa laimeampaa jätevettä.

Märkäkuorinta kuluttaa yleensä enemmän vettä kuin kuivakuorinta. Prosessia voidaan kuitenkin muunnella erilaisilla säädöillä ja ero menetelmien välisessä vedenkulutuksessa ei ole välttämättä suuri. Useita vedenkäyttökohteita ja suurempia käyttömääriä perustellaan mikrobiologisten riskien vähentämisellä.

Honkasaari käyttää karbo-kuorintaa, kun taas Poemarilla käytetään karbo- ja veitsikuorinnan yhdistelmää. Vedenkäyttökohteiden perusteella Poemarin kuorintamenetelmä on ns. märkäkuorinta, kun puolestaan Honkasaaren Ecomatic-kuorintalinjastosta käytetään kuivakuorinta nimitystä.

Muodostuvan jäteveden määrä esitetään kuutiometreinä valmista tuotetta, tai kuorimolle tulevaa multaperunatonnia kohti. Taulukossa 1 on esitetty Poemar Oy:llä ja perunankuorintalaitos Honkasaarella muodostuvat keskimääräiset jätevesimäärät.

Taulukko 1. Muodostuvan jäteveden määrä.

	Virtaama m ³ /d	Kuorinta- päiviä/vko	Virtaama m ³ /vko	Valmista tuotetta t/d	Jätevettä m ³ /t valmisperunaa
Poemar Oy	7	4	28	2,0	3,5
Honkasaari	20	5	100	6,5	3,1

Molempia laitoksia pystytään ajamaan selvästi alhaisemmalla vedenkulutuksella. Käytännössä vedenkulutuksen taso 2,5 m³, kuorittua perunatonnia kohden, on saavutettavissa helposti molemmilla kuorimoilla. Esimerkiksi sesonkiaikaan, kun kuoritaan normaalia suurempia määriä, säädetään huuhteluveden käyttö ajoittain pienemmälle, jolloin vesimäärät kokonaisuudessaan pienentyvät. Jopa 2 m³ vedenkulutustaso kuorittua perunatonnia kohden on mahdollista alittaa, riskeeraamatta lopputuotteen mikrobiologista tai aistittavaa laatua.

Vedenkulutuksessa tulisi pyrkiä mahdollisimman alhaiseen tasoon, mikrobiologisia riskejä kuitenkin unohtamatta. Mitä vähemmän vettä kulutetaan, sitä vähemmän muodostuu jätevesiä käsiteltäväksi. Veden kulutusta voi vähentää esimerkiksi huuhteluveden määrää pienentämällä, pesuja jaksottamalla ja käyttämällä mullanerotuksessa liotusallasta juoksevan veden sijaan.

4.2 Jätevesien laatu

Kaksi eri kuorintamenetelmää tuottavat laadultaan hyvin erilaista jätevettä. Molempien kuorimoiden veden laadusta päästiin hyvin selville kokonaisuudessaan puoli vuotta kestäneiden kokeiden aikana. Seuraavassa koejakson aikaiset havainnot vedessä tapahtuneista laadun vaihteluista.

Poemar Oy (märkäkuorinta)

BOD ja COD: Biologisen hapenkulutuksen taso vaihteli välillä 4 000 – 9 000 mg/l. Yli 8 000 milligramman tasoon päädyttiin siinä vaiheessa, kun laimentavien vesien määrä oli alhaisimmillaan. Kuorimolla vedenkulutus pyrittiin minimoimaan ja huuhteluvesien määrä säädettiin mahdollisimman pieneksi. Normaalien olosuhteiden vallitessa BOD-taso kuorimolta poistuvassa vedessä on suunnilleen 5 000-7 000 mg/l.

COD_{Cr} tulokset olivat koko koejakson varsin tarkasti 1,3 - 1,4 kertaa BOD-tulosta korkeampia, vaihteluiden tapahtuessa pääasiallisesti välillä 6 000 – 11 000 mg/l.

Fosfori ja typpi: Fosforitaso pysyi koko ajan tasaisena. Keskiarvo jaksolle oli noin 70 mg/l, vaihteluvälin ollessa 60 - 77 mg/l. Vaikka BHK-kuormassa tapahtuikin heittelyjä, pysyivät fosforipitoisuuksien vaihtelut suhteellisen pieninä.

Typpipitoisuus vaihteli vedessä 150 - 300 mg/l. Keskiarvo oli 200 mg/l.

Kiintoaine ja pH: Kahta ensimmäistä erää lukuun ottamatta veden kiintoainepitoisuudet pysyivät jatkuvasti 300:n ja 500:n milligramman välissä. Muodostuva jätevesi on laadultaan melko hapanta, pH-arvot vaihtelivat välillä 4,3 - 5,0.

Honkasaari (kuivakuorinta)

BOD ja COD: Biologisen hapenkulutuksen normaalitaso on kuorimolta poistuvassa vedessä 1 000 – 1 500 milligrammaa litrassa. Koejakson loppua kohti BOD-pitoisuudet nousivat kuitenkin jopa 3 000 milligrammaan, kun lähestyttiin perunan-kuorimoiden suurinta sesonkiaikaa eli joulua. Suuren kuorintavolyymien vuoksi huuhteluveden määrä vähennettiin minimiin, jotta vesimäärät pysyisivät hallinnassa. Kun laimentavia vesiä oli vähemmän mukana, nousivat esimerkiksi BOD- ja fosforipitoisuudet vedessä korkeammiksi kuin yleensä. Koejakson viimeisintä tulevan veden erää voidaan pitää jo hyvin poikkeuksellisena. Koejakson BHK-pitoisuuksien keskiarvo oli tulevassa vedessä 1 750 mg/l.

Fosfori ja typpi: Normaaliolosuhteissa fosforipitoisuus on kuorimolta tulevassa vedessä 15 - 25 mg/l. Veden väkevöitymisen seurauksena tämä vaihteluväli ylitettiin kaksi kertaa kokeen aikana, suurimman arvon ollessa 37 mg/l. Keskiarvo koko jaksolle oli 23 mg/l.

Typpipitoisuudet vaihtelivat viimeisintä tulosta lukuun ottamatta välillä 50 - 100 mg/l, keskiarvon ollessa 80 mg/l.

Asukasvastineluvultaan kuorimoiden jätevesikuormitus on keskenään suunnilleen samalla tasolla. Pitoisuuksien ero kompensoi jäteveden määrässä olevan eron. Molempien kuorimoiden kuormitus vastaa noin 300 ihmisen jätevesikuormaa vuorokaudessa. Luvut on laskettu vuoden keskivirtaamalla painottaen, jolloin kuorintapäiviä kohden laskettuina kuormitusarvot olisivat selvästi korkeampia.

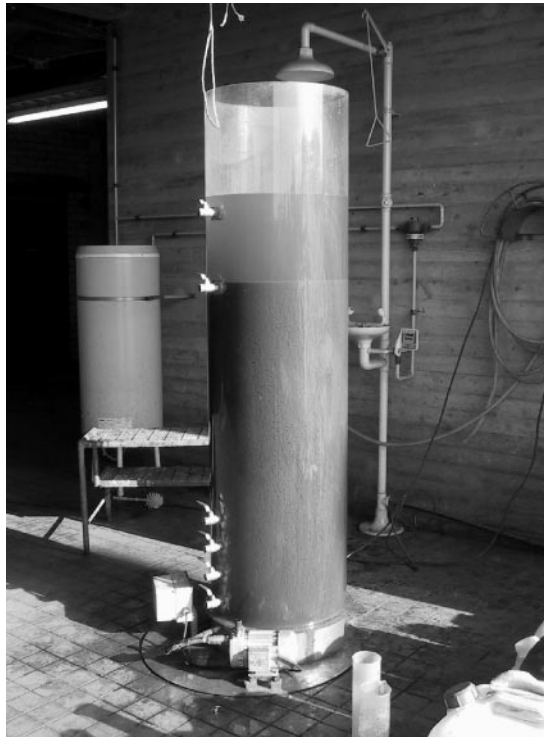
5

Tutkimukset koelaitoksessa

Tässä kappaleessa on esitelty lyhyesti koepuhdistamon koostumus, panospuhdistusprosessin toiminta ja koejärjestelyiden toteutus.

5.1 Koelaitos

Koepuhdistamo (kuva 2) suunniteltiin ja rakennettiin yhteistyössä Envex Oy:n kanssa. Se on valmistettu läpinäkyvästä akryyliputkesta jonka halkaisija on 49 cm. Kokonaiskorkeus on 180 cm ja ilmastuskorkeus 150 cm. Koepuhdistamon ilmastutilavuus on 283 litraa.



Kuva 2. Koepuhdistamo.

Koepuhdistamo:

$$H_{\text{tot}} = 1\,800 \text{ mm}$$

$$H_{\text{ilm}} = 1\,500 \text{ mm}$$

$$V_{\text{ilm}} = 283 \text{ l}$$

$$D_i = 490 \text{ mm}$$

Ilmastin Nopon KKI 215

Kompressorin Becker 4.4 230V

Puhdistamo on asetettu omalle jalustalleen, johon on kiinteästi asennettu ilmastuskompressorin. Putken pohjalle on asennettu Nopon hienokuplailmastin. Ilmastimen läpi johdetaan lietteen hapetukseen tarvittava määrä ilmaa (arvio 675 l/h). Pilotti toimii panospuhdistusmenetelmällä. Ohjauskeskuksen digitaalisella kelloilla säädetään ilmastusjaksojen kestoja ja kompressorin käyntiä. Erilaisia näytteenottoja, sekä kirkastuneen veden ja lietteen poistamista varten on asennettu poistohanoja eri korkeuksille. Läpinäkyvä akryyliputki sopii koetoimintaan erinomaisesti. Putken pinnan läpi voi seurata lietteen pinnan korkeuden vaihteluita ja muutoksia lietteen ulkonäössä.

5.2 Panospuhdistusprosessi

Panospuhdistusprosessi on aktiivilietemenetelmä, joka toimii vuorokausiohjelman mukaisesti vaiheittain ja kaikki toiminnot tapahtuvat yhdessä altaassa. Jätevettä ilmastetaan (esim. 21 h), jonka jälkeen sen annetaan selkeytyä (esim. 3 h), jolloin aktiiviliete laskeutuu altaan pohjalle. Selkeytynyt, puhdistettu vesi pumpataan pinnalta poistoviemäriin. Ilmastusvaiheen aikana prosessiin syötetään kemikaalia, joka saostaa puhdistamolle tulevan fosforin lietteeseen. Ilmastus käynnistyy uudelleen selkeytetyn veden poiston jälkeen, jota seuraa uuden jätevesipanoksen sisään pumppaus.

Ilmastus tarkoittaa lietteen sekoittamista puhaltamalla prosessiin ilmaa, yleisimmin hienokuplailmastimilla. Paineilma kehitetään kompressorilla. Hienokuplailmastimet sijaitsevat yleisesti altaan pohjalla ja sekoittavat tehokkaasti myös pohjassa olevaa vesiaktiivilieteseosta. Puhdistamo mitoitetaan siten, että aktiiviliete ehtii aina hajottaa kaiken orgaanisen aineksen ilmastusjakson aikana. Aktiivilieteprosessin seurauksena muodostuu aina ylijäämälietettä. Lietteenpoistosta tulee huolehtia säännöllisesti puhdistamon toiminnan varmistamiseksi.

5.3 Koejärjestelyt

Poemarin vesiä tutkittaessa vedenkuljetus hoidettiin peräkärryllä kuorimolta kanistereissa kuljettaen. Jätevesierä pumpattiin mekaanisen laskeutuksen jälkeen altaasta, jossa tarkkelysjauhe ja suuri osa muusta kiinteästä aineksesta on jo erotettu vedestä. Puhdistamoon pumpattavan päiväpanoksen määrä oli kokeen alussa 20 litraa. Vettä haettiin noin viikon annos kerrallaan. Tulevan veden näyte otettiin viikoittain jokaisesta saapuvasta erästä.

Kahden ensimmäisen viikon jätevesierästä tehtiin näyteanalyysit myös viikon loppupuolella. Tarkoituksena oli näin arvioida jäteveden säilyvyyttä. Viikon alussa ja lopussa otettujen näytteiden välillä ei todettu merkittäviä eroja. Säilyvyys todettiin kokeiden kannalta riittävän hyväksi ja jätevesikuorma tuotiin jatkossakin kerran viikossa.

Honkasaaren vesiä tutkittaessa jätevesierä tuotiin kuution kontissa keskimäärin kerran viikossa. Näissä kokeissa puhdistamoon syötetty päivittäinen vesimäärä (100 l) oli liian suuri kanistereissa kuljetettavaksi. Jätevesi pumpattiin samasta prosessin vaiheesta kuin Poemarin kokeessakin.

Perunankuorintajätevesiä käsiteltiin panospuhdistusperiaatteella koepuhdistamossa. Puhdistamoa kuormitettiin päivittäin vakiomäärällä jätevettä. Tulevasta vedestä otettiin näyte ja tehtiin analyysit aina uuden erän saapuessa. Näytteitä otettiin tasaisin väliajoin myös poistuvasta vedestä ja lietteestä. Näin pystyttiin seuraamaan taseita eri parametrien osalta eli:

- Mitä menee sisään
- Mitä tulee ulos
- Mitä jää lietteeseen

Taseita seuraamalla on parhaiten mahdollista ymmärtää mitä puhdistamossa tapahtuu. Puhdistamon toimintaa seurattiin päivittäin havaintoja tehden. Käyttöpäiväkirjaan (ks. liitteet) merkittiin seurannan tulokset. Tarkkailtavia asioita olivat mm. tulevan ja poistuvan veden pH-arvot, poistuvan veden liukoisen fosforin pitoisuus ja lietteen laskeuma-arvot. Lisäksi tehtiin silmämääräisiä havaintoja puhdistamon käyttäytymisessä tapahtuvista muutoksista. Seuraavassa luvussa käydään läpi kokeiden vaiheet ja tulokset.

6

Koetulokset

Koetoimet etenivät kolmessa vaiheessa

- **Vaihe 1.** 16.07 - 31.08.2002 Poemar
- **Vaihe 2.** 01.09 - 21.10.2002 Poemar jatko
- **Vaihe 3.** 23.10 - 13.12.2002 Honkasaari

6.1 Poemar Oy

6.1.1 Vaihe I

Lähtökohdat

Kokeet aloitettiin käyttämällä Tampereen Viinikanlahden puhdistamon aktiiviliettä siemenlietteenä. Tulevan veden biologisen hapenkulutuksen pitoisuuden arveltiin, varhaisempien tietojen perusteella, vaihtelevan välillä 4 000-6 000 mg/l. Päivittäiseksi täyttömääräksi laskettiin 20 litraa, jolloin tilakuorma asettuisi jonnekin välille 0,30-0,45 kg BOD/m³/d. Tämän suuruisen kuormituksen puhdistamon arveltiin kestävän.

Fosforia saostettiin rautasuolapohjaisella PIX-115 kemikaalilla. Annostus oli ensin liian pieni, koska valmisteluvaiheessa ei huomioitu, että Viinikanlahdella kemikaalia syötetään 50 prosenttiseksi laimennettuna. Virhe huomattiin ja annosmäärää nostettiin kokeen edetessä.

Koepuhdistamon ylösajovaihe tapahtui todella nopeasti. Jo viikon kuluttua käynnistyksestä tulokset olivat varsin hyviä. Totutusvaiheen laskettiin kestävän 2-3 viikkoa. Alussa lietepitoisuutta kasvatettiin, eikä ylijäämäliettä poistettu prosessista lainkaan.

Tapahtumat

Ensimmäisen kuukauden ajan puhdistamo toimi erinomaisesti. Tulokset olivat hyviä, laskeumat tasaisia ja lietepinnan taso pysyi vakaana. Lietettä prosessista ei poistettu, koska kiintoainepitoisuus tuntui nousevan hallitusti eikä suuria heilauksia tapahtunut. Lietteen happitaso pysyi myös halutulla tasolla.

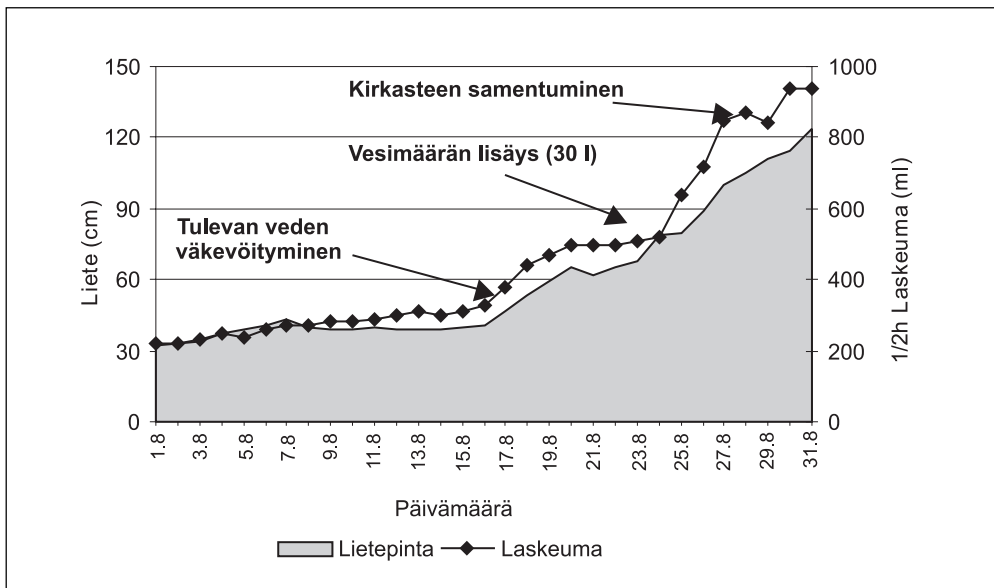
Noin kolmen koeviikon jälkeen lietepitoisuus saavutti 7 g/l tason ja lietteenpoistot aloitettiin. Poisto tapahtui selkeytysjakson lopulla tiivistyneestä lietteestä ja päivittäinen poistomäärä oli 0,5 l.

Puhdistamon toiminta vaikutti kuukauden käynnin jälkeen varsin vakaalta ja jäteveden syöttömäärää päätettiin lisätä 20 litrasta 30 litraan. Samaan aikaan kun syöttömäärää lisättiin, väkevöityi myös tulevan veden laatu (ks. liite 1). Tulevan veden BOD-pitoisuus nousi noin 4 000 milligrammasta 6 000 milligrammaan litrassa. Väkevöityminen tapahtui, kun kuorimolla pienennettiin huuhteluveden määrää vedenkäytön hallittavuuden parantamiseksi.

Tällä tavoin koepuhdistamolle tuleva kuormitus kasvoi kahdella tavalla, vesimäärän lisäämisen ja pitoisuuksien kasvun kautta. Kuormitus kokonaisuudessaan kasvoi 2,2 kertaiseksi. Tilakuorma nousi nopeasti, aiempaan verrattuna kolminkertaiseksi, tasolle 0,90 kg BOD/m³/d.

BOD-analyysin tulos valmistuu laboratoriosta kahdeksassa päivässä. Tämän vuoksi nopea reagointi kuorman muutoksiin on hankalaa. Kokeen edetessä seurattiin COD:n ja BOD:n välistä suhdetta, koska COD-analyysin tulokset saadaan nopeammin. Näiden kahden parametrin suhde pysyi aika muuttumattomana ja COD-pitoisuuden perusteella voitiin päätellä melko pitkälle mitä jätevesierän BOD-pitoisuus ja puhdistamolle tuleva kuorma olivat.

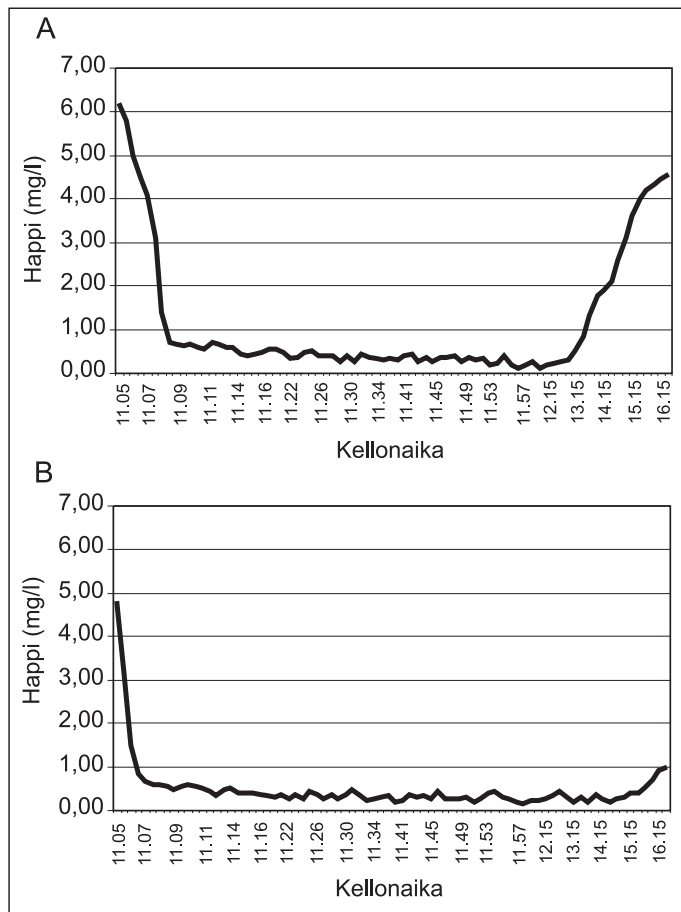
Seurauksena edellä mainituista tapahtumista kuormitus kasvoi huimasti ja lietepinta nousi kohisten (kuva 3). Muutamassa päivässä saavutettiin tila, jossa kirkastetta ei enää saatu pinnalta poistettua.



Kuva 3. Kuormituksen kasvu elokuussa.

Kokeessa käytetty lietteenpoistomenetelmä todettiin jälkikäteen virheelliseksi. Lieteikä kasvoi selvästi liian pitkäksi, kun ylijäämälietteen poistoa ei aloitettu aikaisemmassa vaiheessa, ja myöhemminkin poistot olivat määrällisesti liian pieniä.

Kuorman lisääntyessä myös happitason nousussa tapahtui muutoksia. Puhdistamoon syötettävää vesimäärää lisättiin 23. elokuuta ja samaan aikaan myös pitoisuudet nousivat. Ennen kuorman kasvua happi nousi kahdessa tunnissa takaisin yli 1 mg/l tasolle (kuva 4 a). Kuorman lisäyksen jälkeen hapen nousu oli huomattavasti hitaampaa, nousu yhteen milligrammaan kesti yli viisi tuntia (kuva 4 b). Hapeton jakso jäi lietteessä tällöin selvästi pidemmäksi kuin aiemmin, mikä osaltaan vaikutti lietteessä tapahtuneisiin muutoksiin. Koko ilmastusjakson aikana happitasoa ei saatu nousemaan yhtä ylös kuin kokeen alkuvaiheessa. Kuva 4a esittää happitason nousun 21. elokuuta ja kuva 4b 26. elokuuta.



Kuva 4. Happipitoisuus 21.8 (A) ja 26.8 (B).

Puhdistustulos

Tuloksellisesti ensimmäinen koejakso oli hyvä, vaikka vaikeuksia jakson lopulla ilmeni. pH-neutralointi onnistui biologisen prosessin seurauksena ilman apuaineita. Tulevan veden pH-pitoisuus 4,5 nousi selvästi neutraaleihin arvoihin lähtevässä vedessä (keskiarvo 8,0).

Poistuvan veden BOD-pitoisuus oli alle 20 mg/l. Alhaisesta jäännöspitoisuudesta ja korkeasta tulokuormasta johtuen poistotehokkuus oli koko ajan lähes 100 %. Laitos myös nitrifioi jatkuvasti (ammoniumtyppi <2 mg/l), ja jakson loppua kohti myös nitraattitypen pitoisuudet pienenivät olemattomiksi. Typenpoistossa mikrobit muuntavat ammoniumin ensin nitraattimuotoon (nitrifikaatio) ja edelleen ilmakehään vapautuvaksi typpikaasuksi (denitrifikaatio). Kokonaistypen vähenemän keskiarvo oli 90 %.

Fosforinpoistossa jouduttiin kokeen alussa harhateille. PIX-annostus oli selvästi liian pieni ja sen seurauksena liukoisen fosforin pitoisuudet nousivat yli 7 mg/l. Raudan annostusta lisättiin ja jakson lopulla kokonaisfosfori saatiin laskemaan 2 mg/l tasolle. Koevaiheen loppupuolella hyväksi kemikaalin annostussuhteeksi todettiin 3,5 kg rautaa yhtä tulevaa fosforikiloa kohti.

6.1.2 Vaihe 2

Lähtökohdat

Toisessa koevaiheessa lietteenpoistoa muutettiin ja lieteikä säädettiin tarkasti 60 päiväksi. Lietettä poistettiin ilmastusvaiheessa, jolloin poiston määrä on paremmin kontrollissa. Päivittäiseksi poistomääräksi valittiin 5 litraa, joka vajaan 300 litran ilmastustilavuudessa antaa lieteikäksi noin 60 päivää.

Tasapainotila menetettiin ensimmäisen koevaiheen lopussa. Tämän seurauksena lietteen laskeutumisoiminaisuudet heikkenivät selvästi, joka herätti epäilyjä rihmojen liikakasvusta lietteessä. Huonot happiolosuhteet viittasivat myös rihmakasvun mahdollisuuteen. Mikroskooppilla lietettä tutkittaessa rihmoja havaittiin kuitenkin vain vähäisessä määrin.

Laskeutumisoiminaisuuksien heikkeneminen todettiin lopulta seuraukseksi pinpoint flokin (laskeutumaton, hienoksi hajonnut flokki) muodostumisesta. Pinpoint flokkia muodostuu tietyissä olosuhteissa (pitkä lieteikä), kun bakteerit joutuvat käyttämään omia vararavintojaan energian ja hiilen lähteenä. Biopolymeerien määrä vähenee ja flokki pilkkoutuu pienempiin osiin. Toisin sanoen lietteen flokkautumiskyky ja laskeutumisoiminaisuudet heikkenevät, jonka seurauksena myös kirkaste jää sameaksi.

Samaan aikaan kun happitason ja lietteen laskeutumisen kanssa tuli ongelmia, myös puolen tunnin laskeumakoe menetti täydellisesti indikaattoriarvonsa (kuvaaja, liite 1). Laimennetulla laskeumanäytteellä (50 % vettä, 50 % lietettä) muutoksia lietteen ominaisuuksissa voitiin kuitenkin yhä seurata.

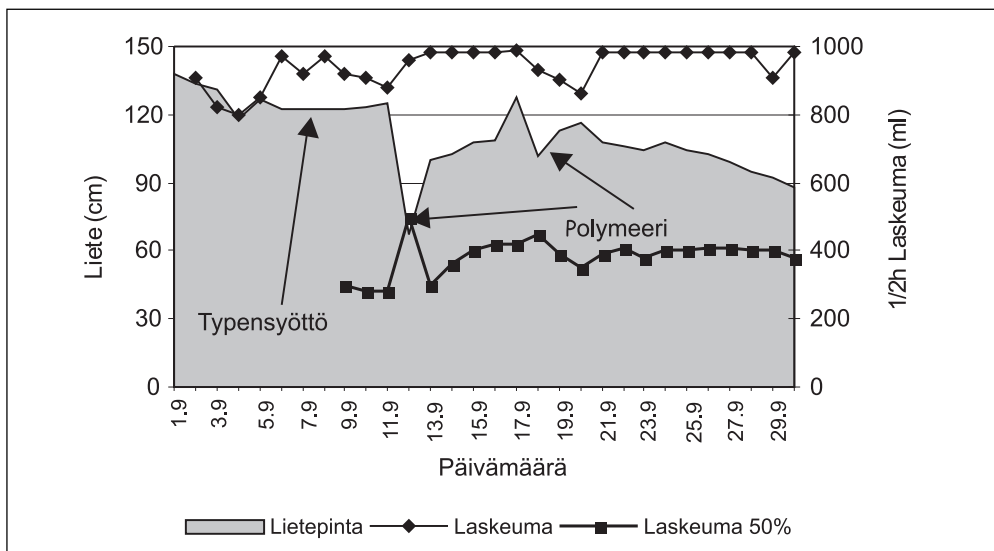
Tuleva vesi väkevöityi ensimmäisen vaiheen lopulla niin vahvasti, että päivittäinen täyttömäärä asetettiin 2-vaiheen alussa 15 litraan tilakuorman saamiseksi halutulle tasolle. Toisen koejakson alkupuolella BOD-pitoisuus nousikin korkeimmalle tasolle, 9 000 mg/l. Jakson loppua kohden tulevan veden orgaanisen aineen pitoisuudet putosivat tasaisesti.

Tapahtumat

Toisen koejakson alussa puhdistamolta poistuva vesi oli huonolaatuista. Tämä näkyy myös ensimmäisessä, 9. syyskuuta, otetussa näytteessä. Liette laskeutuminen oli heikkoa, jonka seurauksena selkeytymisaikaa pidennettiin kolmeen tuntiin 12.9 alkaen. SVI-indeksi oli tuolloin lähellä 150 ml/g tasoa.

Jakson alkupuolella lietettä poistettiin kertaalleen reilusti prosessin hallintaan saamiseksi. Tämän lisäksi suoritettiin kaksi kertaluontoista polymeerikäsittelyä (kuva 5), suuruudeltaan 4 g/m³, jotka tiivistivät lietettä. Toimet saivat aikaan halutun tuloksen ja tasapainotila saavutettiin uudelleen. Happipitoisuus saatiin niin ikään palautettua halutulle tasolle.

Nitraattitypen pitoisuudet putosivat olemattomiksi 1-vaiheen loppua kohti. Aktiiviliete tarvitsee toimiakseen typpeä, fosforia ja orgaanista ainetta sopivassa suhteessa. Lähes 100 % typenpoisto synnytti ajatuksen lietteen typpivajeesta.



Kuva 5. Liettepoiston ja polymeerikäsittelyn vaikutus tasapainotilan saavuttamiseksi.

Tämän ajatuksen pohjalta typpeä syötettiin prosessiin kaksinkertainen määrä, koska typpi on välttämätön osa biologista prosessia. Annostus suoritettiin käsin, 4 g NH₄-N päivittäin, kuuden päivän ajan (6.-11.9). Typpilisäyksellä ei kuitenkaan todettavasti saavutettu mitään. Kahden polymeeriannostuksen jälkeen prosessi haki vähitellen oman paikkansa ja vakaa tila saavutettiin.

Jakson edetessä SVI-indeksi parantui koko ajan. Lietepitoisuus nousi, mutta laskeumat paranivat tasaisesti. Lietteen laskeutumisominaisuudet kohentuivat ja poistuvan veden tulokset olivat hyviä. Jälleen jäteveden syöttömäärää päätettiin lisätä.

Vielä 60 päivänkin lieteikä osoittautui liian pitkäksi. Lietepitoisuus kohosi lähelle kymmentä milligrammaa litrassa ja kiintoainepitoisuudet poistuvassa vedessäkin nousivat jakson loppua kohden. Heikko selkeytyminen johtui liian pitkästä lieteikästä ja korkeasta lietepitoisuudesta. Lietteessä oli mukana liian paljon kuolevaa/kuollutta biomassaa ja tehokas selkeytyminen ei ollut enää mahdollista. Myös flokin hajoaminen pinpoint flokki- teorian mukaisesti oli osaltaan vaikuttamassa tilanteeseen. Kokeen lopettamisvaiheessa poistuvan veden laatu oli melko heikkoa, mutta lietteen laskeumat pysyivät loppuun asti hyvinä.

Tässä kokeessa (2-vaihe) lietteenpoisto suoritettiin ilmastusvaiheessa tarkan lieteiän saavuttamiseksi (lieteikä 300 l / 5 l = 60 d). Kun lietettä poistetaan ilmastusvaiheessa on litramääräinen poisto suurempi kuin tiivistynyttä lietettä poistettaessa. Lietettä jää tällöin enemmän jatkokäsittelyä varten, mutta etuna on lieteiän tarkan määrittämisen mahdollisuus.

Myös lietteen jatkokäsittelyä kokeiltiin. Viikon ajan ylijäämäliete poistettiin erilliseen astiaan. Viikon poistoerien jälkeen kertynyt lietemäärä jätettiin vuorokaudeksi laskeutumaan. Seuraavana päivänä lietteen todettiin tiivistyneen noin kolmasosaan. Pinnan kirkasteesta otettiin näyte ja vedenlaatu todettiin riittävän hyvän laatuiseksi poistopumppaukseen.

Puhdistustulos

Fosforitulokset kohenivat koko ajan jakson edetessä. Kolmen ja puolen kilon rautannostus fosforikiloa kohti tuntui sopivalta. Annos pienennettiin jakson lopulla 2,8 kg, jonka seurauksena liukoisen fosforin pitoisuudet nousivat aavistuksen verran.

Typpi poistui koko jakson ajan tehokkaasti. Ainoastaan alkuvaiheessa poistuvassa vedessä esiintyi nitraattia, kun typpeä syötettiin prosessiin erikseen. Nitrifikaatio toimi koko jakson ajan vahvasti, ja täydellinen typenpoisto saavutettiin jakson kuluessa.

Orgaaninen aines poistui hyvin. Koko 2-vaiheen keskiarvo BOD-reduktiolle oli 99,5 %. Jakson loppua kohden BOD- ja kiintoainepitoisuuksissa oli havaittavissa pientä nousua. BOD-pitoisuuden nousu oli seurausta heikosta selkeytymisestä, joka jätti poistuvaan veteen paljon kiintoainetta. BOD-pitoisuus viimeisissä näytteissä oli yli 50 mg/l. Nitrifikaatio kuitenkin toteutui loppuun saakka.

Kaikki tulokset Poemar Oy:n kokeiden vaiheista on esitetty liitteessä 1. Liitteessä on tulevan ja poistuvan veden, sekä lieteanalyysien tulokset. Täyttö- ja poistopumppauksista ja erilaisista seurantaparametreista kertova käyttöpäiväkirja on myös liitteessä.

Havainnot

Poemarin vesiä tutkittaessa päädyttiin ensimmäisessä vaiheessa umpikujaan. Tilakuorma nousi yli 0,80 kg BHK/m³/d tasolle, kun samaan aikaan veden väkevöitymisen kanssa syöttömäärää lisättiin. Kun vielä happitason kanssa syntyi ongel-

mia ja lieteikä kasvoi liian pitkäksi, muodostui lietteeseen ns. pinpoint flokkia. Tämän seurauksena lietteestä tuli heikosti laskeutuvaa ja kirkasteosa sameni. Lopussa kirkasteen poistaminen kävi kokonaan mahdottomaksi.

Toisen vaiheen alussa prosessi saatiin taas haltuun. Lietteenpoistoin ja kahdella polymeerikäsitteilyllä tasapainotila löytyi uudelleen. Polymeeri edesauttaa lietteen flokkausta ja parantaa näin laskeutuvuutta ja selkeytyksen tehokkuutta.

Jakson edetessä erilaisia laskeumakokeita tekemällä yritettiin seurata lietteen ominaisuuksissa tapahtuvia muutoksia. Laskeumakokeiden tekeminen on puhdistamon käyttäjälle eräs tärkeimmistä seurantamenetelmistä. Tällä tavoin hän voi seurata lietteenpinnan tasoissa tapahtuvia muutoksia. Nyt normaalisti käytettävä puolen tunnin laskeumakoe menetti täysin merkityksensä ja korvaavia menetelmiä etsittiin. Korkeilla lietepitoisuuksilla toimittaessa kannattaa lietenäyte laimentaa mittalasissa vedellä suhteessa 1:1, tai tehdä laskeumakoe puolen tunnin sijaan selkeytymisaikaa vastaavana.

Lietteenmuodostusta päästiin taseita seuraamalla hyvin perille. Puhdistamolle tulevaa BOD-kiloa kohti lietettä muodostuu näissä olosuhteissa noin 0,45 kg. Lietetiän lyhentäminen lisää lietteen tuottoa. Ensimmäisen koevaiheen aikana lietettä muodostui vain noin 0,30 kg/BOD kg. Lietteenmuodostumisen periaatteet ja laskelmat on käyty tarkemmin läpi luvussa 6.3.

6.2 Honkasaari

Lähtökohdat

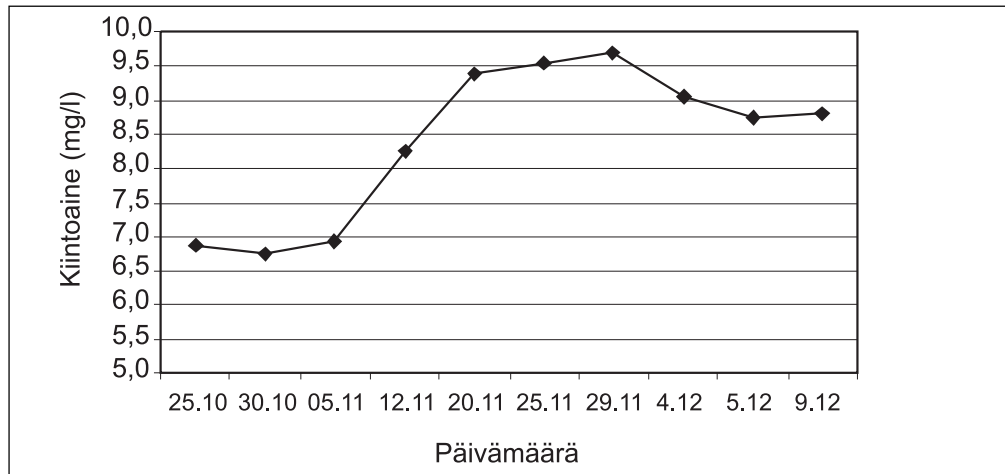
Kolmannessa vaiheessa tutkittiin perunankuorintalaitos Honkasaaren vesiä. Vedet tiedettiin aikaisempien tietojen perusteella pitoisuuksiltaan selvästi laimeammiksi kuin aiemmin tutkitut Poemarin vedet. Pitoisuuksien ollessa pienemmät kuin edellä, puhdistamoon syötettiin suurempaa vesimäärää kuormituksen pitämiseksi halutulla tasolla. Jakson loppua kohti pitoisuudet kuitenkin nousivat ja myös tilakuorma kasvoi selvästi. Päivittäinen puhdistamoon johdettu vesimäärä oli 100 litraa koko kokeen ajan.

Koe aloitettiin 30 päivän lieteiästä. Lietteenpoistoa lisättiin verrattuna Poemariin kokeen kakkosvaiheeseen. Lietettä poistettiin tiivistyneestä vaiheesta jotta pienemmällä litramääräisellä poistolla saataisiin enemmän kuiva-ainetta pois. Liitteessä 3 on mukana taulukko, jonka perusteella poistettava litramäärä laskettiin. Laskenta perustettiin lietepitoisuuden ja lietteen tiivistymisen suhteeseen. Laskeuma-arvon perusteella voitiin taulukosta lukea litramääräinen poisto, joka toteutti 30 vrk lieteiän. Käytännössä puhdistamoilla lietteen laskeuman seuraminen ja määrätyn lieteiän toteuttaminen tiivistynyttä lietettä poistamalla ei ole helppoa.

Prosessi pysyi hyvin hallinnassa kuormituksen kasvusta huolimatta. Lietteen tuotto oli suurempaa kuin edellisissä kokeissa, joka oli seurausta lieteiän lyhentämisestä. Muutamia yksittäisiä suurempia poistoja tehtiin jakson lopulla. Lietepitoisuus nousi miltei kymmeneen kiloon (kuva 6), mutta laskeutumisominaisuudet pysyivät jatkuvasti hyvinä ja raskaankin lietteen kanssa prosessi pysyi hallinnassa.

Tapahtumat

Koejakson lopussa tuleva veden pitoisuudet nousivat selvästi. Tilakuorma nousi ennen jakson puoliväliä yli 0,50 kg BHK/m³ tasolle. Kokeen viimeisellä viikolla saapui koko jakson vahvin tulevan veden annos ja nosti tilakuorman yli 1,0 kg BHK/m³ tasoon.



Kuva 6. Lietepitoisuuden kasvu.

Puhdistamo kesti kuorman nousun yllättävän hyvin. Marraskuun 8. päivä saapuneen jäteveden BHK-pitoisuus oli 1 500 mg/l (tilakuorma 0,53 kg BHK/m³). Vahvuudessa oli selvä ero ensimmäisiin kuormiin, mutta puhdistamo selviytyi hyvin. Lietteenpinta ei noussut holtittomasti, vaan laskeuma pysyi hyvänä (liite 3). Lietepitoisuus sen sijaan lähti juuri tässä kohdassa nousemaan selvästi.

Marraskuun 16. päivä saapuneessa jätevesierässä BHK-pitoisuus oli vielä suurempi ja tilakuorma nousi vieläkin korkeammaksi. Tähän kuorman nousuun puhdistamo reagoi. Liettepinna vaihtelut olivat pysyneet yli kolme viikkoa noin 5 cm sisällä, nyt laskeuma nousi kahdessa päivässä 15 cm (liite 3). Lietteen laskeutumisominaisuudet heikkenivät, joka oli seurausta kuorman kasvusta.

Puhdistamo toipui kuitenkin täyteen toimintakuntoon ilman erillisiä toimenpiteitä. Prosessi sopeutui korjaten itse itsensä, eikä ylimääräisiä kemikaaleja tai lietteenpoistoja tarvittu. Vaikka liettepitoisuus nousikin korkeaksi, palasivat laskeuma-arvot lähelle aiempaa tasoa. Tämän tapahtumasarjan seurauksena poistuvan veden arvot heikkenivät hieman, pysyen kuitenkin edelleen hyvällä tasolla (Kok.P < 1 mg/l, BOD < 20 mg/l).

Tilakuorma asettui seuraavina viikkoina noin 0,70 kiloon. Kuormitusasteena se on huomattavasti suurempi kuin alun perin kaavailtu 0,30 - 0,45 kg BHK/m³. Prosessi kesti korkean kuorman vieläkin hyvin. Lietteentuotto kuitenkin nousi ja liettepitoisuus kasvoi. Samalla lieteputjan laskeumat lähtivät nousuun ja kokeen lopussa lähestyttiin jo rajaa missä poistoa ei enää voida suorittaa.

Ennen kokeen viimeistä viikkoa suoritettiin suuria lietteenpoistoja. Näillä toimilla prosessia yritettiin saada vielä hallintaan, mutta tilakuorma kasvoi liian suureksi. Tämä koesarja vahvisti käsityksiä siitä, että yli 0,60 kg BOD/m³/d tilakuorma alkaa aiheuttaa tämän tyyppiselle panosprosessille hankaluuksia. Liettepinna lähtee helposti nousuun ja puhdistetun veden poisto tulee nopeasti mahdottomaksi.

Puhdistustulos

Poistuvan veden arvot pysyivät koko jakson ajan erinomaisina. Edes jakson lopussa tapahtunut jyrkkä kuormituksen kasvu ei ehtinyt heikentää tuloksia merkittävästi.

Orgaanisen aineen poisto oli hyvä, jakson keskiarvo BOD-pitoisuudelle poistuvassa vedessä oli 12,4 mg/l. Alhaisesta jäännöspitoisuudesta ja korkeasta tuloquormasta johtuen poistotehokkuus oli koko ajan lähellä 100 %. Pitoisuus 12,4 mg/l on keskiarvona erittäin hyvä verrattuna siihen, että perunankuorimoiden ympäristöluvuissa käytetään yleisesti tasoa 50 - 100 mgBOD/l.

COD poistui myös tehokkaasti. Reduktio koko jakson keskiarvona oli lähes 100 %. Pitoisuudet poistuvassa vedessä olivat ensimmäistä tulosta lukuun ottamatta koko ajan selvästi alle 100 mg/l. Kunnallisilla jätevedenpuhdistamoilla COD-luparaja on 125 mg/l.

Fosforinpoisto onnistui niinkään erinomaisesti. Liukoisen fosforin keskiarvo oli 0,10 mg/l. Tämä kertoo PIX-annostuksen olleen kohdallaan. Jakson loppua kohti kemikaalin syöttö pienennettiin minimiin (annostus 0,4 kg rautaa/fosforikilo), mutta tulokset eivät kuitenkaan heikentyneet. Tämä viittaa siihen että puhdistamalla tapahtui fosforinpoistoa myös edullisen ravinnesuhteen vaikutuksesta. Poistuvan veden kiintoainepitoisuudet pysyivät myös koko jakson ajan hyvinä. Keskiarvo oli alle 30 mg/l ja näin myös kokonaisfosforissa päästiin panospuhdistusprosessia ajatellen huipputulokseen (keskiarvo 0,45 mg/l). Typenpoisto onnistui tässäkin kokeessa mainiosti typpireduktion ollessa koejakson ajan jokaisessa tuloksessa yli 90 prosenttia.

Havainnot

Honkasaaren kokeet olivat selkeämpi kokonaisuus kuin ensimmäisenä suoritettut Poemarin kokeet. Pilottipuhdistamosta oli saatu käyttökokemuksia ja aikaisempien koevaiheiden erehdyksistä oli otettu opiksi.

30 vuorokauden lieteikä osoittautui hyvin toimivaksi. Lietettä poistettiin selkeytymisjakson lopussa, tiivistyneessä vaiheessa. Yleensä tiivistetyn lietteen poiston määrä on hakuammuntaa, mutta kehitetyn laskentamallin perusteella lieteikä pystyttiin kuitenkin vakioimaan. Lietettä muodostui hiukan oletettua enemmän (noin 0,65 kg/BOD kg) ja jakson loppua kohti lietepitoisuus nousi aavistuksen liian korkeaksi. Paras mahdollinen tulos saadaan lieteikää vielä vähän lyhentämällä (esim. lieteikä 25 päivää) tai väljemmällä mitoituksella.

Tulokset olivat erinomaisia koko jakson ajan. Orgaaninen aine poistui lähes sataprosenttisesti, fosforireduktio oli 98 % ja typpireduktio 96 %. Täydellinen typenpoisto ja muutenkin otolliset olosuhteet mahdollistivat myös tehokkaan fosforinpoiston. Lietteessä saavutetaan täysin anaerobiset olosuhteet, kun kaikki happi on lietteestä kulunut ja nitraatit ovat hajonneet vapaiksi typpikaasuiksi ilmaan. Tällöin mikrobit voivat sitoa fosforin polyfosfaattina soluun, jolloin fosforinpoistoa tapahtuu myös ilman kemikaalin vaikutusta.

6.3 Yhteenveto

Kokeet sujuivat suunnitelmien mukaisesti. Koejaksojen edetessä ja kokemusten karttuessa järjestelyt selkiytyivät jatkuvasti. Viimeisin koevaihe (Honkasaari) oli parhaiten valmisteltu ja toteutettu. Tuloksia saavutettiin kaikissa koevaiheissa ja halutut asiat saatiin selville. Koetulosten perusteella laadittiin molemmille kuorimoille (Poemar ja Honkasaari) panospuhdistamon mitoitus ehdotus. Mitoitusehdotukset näkyvät kokonaisuudessaan liitteissä 2 ja 4.

Vammalassa sijaitsevalle Poemarille on jo rakennettu puhdistamo, joka toimii liitteen 2 ohjeiden ja periaatteiden mukaisesti. Puhdistamo on toiminut varsin hyvin ja tulokset ovat alittaneet ympäristöluvassa määritellyt raja-arvot. Yleisohje kuorimon panospuhdistamon mitoittamiseen on tämän raportin luvussa 7.

Puhdistustulos

Puhdistustulokset oli vatkoissa erittäin hyviä. Jäteveden orgaanisen aineen, fosforin ja typen suhde on ilmeisen edullinen jäteveden biologiselle puhdistamiselle. Vedessä on huomattavan paljon orgaanista ainetta, joka biologisessa käsittelyssä hajoaa helposti. Orgaanisen aineen hajoamisen yhteydessä myös pH-arvot nousevat eikä neutralointiin tarvita erillisiä kemikaaleja, esim. lipeää. Käytetyllä menetelmällä perunankuorimoiden jätevedet on mahdollista puhdistaa lupaehdojen mukaisesti.

Typenpoisto oli kaikissa kokeissa hyvää ja ammoniumtypen pitoisuudet pysyivät koko ajan minimissä. Selkeytyminen oli suurimman osan ajasta hyvää, joka takasi vakuuttavat kuiva-aine- ja fosforitulokset.

Honkasaari-kokeen loppuvaiheessa tapahtui myös biologista fosforinpoistoa. Kemikaalin annostus pienennettiin koejakson loppua kohti minimiin, mutta fosforitulos pysyi silti hyvänä. Puhdistamalla typpi poistui täysin ja happea ei ollut selkeytysvaiheen loppupuolella enää lietteessä saatavilla. Tällaiset olosuhteet mahdollistavat fosforin biologisen poistuman.

Nykyisen käsityksen mukaan aktiivilietteiden hyvä kyky poistaa jätevesien fosforia biologisesti perustuu siihen, että tietyissä olosuhteissa lietteisiin rikastuu tiettyjä bakteereita. Määrätyissä olosuhteissa nämä bakteerit kykenevät varastoitmaan soluihinsa huomattavasti enemmän fosforia kuin mitä tarvitaan solumassan kasvuun. Näitä bakteereita kutsutaan polyfosfaattibakteereiksi.

Tässä tapauksessa fosforinpoisto ilman kemikaaleja perustuu äärimmäisen edulliseen ravinnesuhteeseen. Ihannetilanteena pidetään BOD:n, typen ja fosforin suhdetta 100:5:1. Kuorimojätevesissä päästään hyvin lähelle tätä (Poemar 100:4:1,2 ja Honkasaari 100:5:1,3).

Lietteen ominaisuudet

Lietteen muodostumisen vauhdista saatiin kokeiden aikana selkeä käsitys. Muodostuvan lietteen määrään vaikuttavat tulevan veden laatu ja lieteikä. Lieteikää lyhennettäessä lietettä muodostuu enemmän. Ensimmäisessä koevaiheessa lietteenpoisto oli vähäistä ja lietettä muodostui vain noin 0,30 kg poistettua BOD-kiloa kohti. Poemar kokeita jatkettaessa lieteikä määritettiin 60 päiväksi ja lietteentuotto nousi lähelle 0,40 kg/BODkg -tasoa. Honkasaaren vesiä tutkittaessa lieteikää lyhennettiin vielä ja lietteentuotto nousi korkeimmillaan tasolle 0,70 kg/BODkg.

Jätevesien laadun erilaisuus on lieteiän lisäksi toinen muodostuvan lietteen määrään vaikuttava tekijä. Kunnallisilla jätevedenpuhdistamoilla lietettä syntyy yleensä noin 0,7 - 1,2 kg kuiva-ainetta jokaista poistettua BOD-kg kohti. Yhdyskuntajätevesissä orgaanisen aineen määrä on huomattavasti pienempi kuin kuorimojätevesissä. Poemarin ja Honkasaaren jätevedet tuottivat myös erilaisen määrän lietettä. Honkasaaren vedet muodostivat enemmän lietettä myös lieteiän lyhentämisen vaikutus pois luettuna.

Kokeiden aikana lietteen hallinnan kanssa tuli ongelmia useampaan otteeseen. Laskeutumisoiminaisuudet ja lietteen tiivistyminen heikkenivät, joka johti karkaavan kiintoaineen määrän moninkertaistumiseen. Kokeilemalla prosessin oikeat hallinta-arvot kuitenkin löydettiin.

Tiivistyneestä lietteestä otettiin myös näytteitä. Kuiva-ainepitoisuus vaihteli 20 g/l molemmin puolin. Liete tiivistyi noin 2 %:ksi kuiva-ainepitoisuudeltaan. Kunnallisilla jätevedenpuhdistamoilla raakalietteen kuiva-ainepitoisuus selkeytysaltaan lietetaskussa on yleensä hiukan suurempi, noin 2,5 - 5,5 %.

Polymeeriä käytettiin kokeen aikana kahteen otteeseen kertaluontoisesti. Kemikaalin käytöllä voidaan tilapäisesti luoda tilaa esimerkiksi suuremman kuorituksen aikana. Polymeeri parantaa lietteen laskeutumisominaisuuksia.

Lietteenpoisto

Lietteenpoiston rytmittäminen ja tarkkuus ovat tärkeimpiä tekijöitä panospuhdistamon hyvän toiminnan kannalta. Näiden kokeiden aikana testattiin useampia erilaisia lietteenpoistotaktiikoita, joissa lieteikää ja poiston ajankohtaa vaihdeltiin. Kokeiden edetessä kävi selväksi, että lieteikää ei voi loputtomiin kasvat-
taa. Parhaaksi lieteiäksi todettiin 20-30 päivää.

Lietteenpoistotapoja on kaksi. Ensimmäinen poiston mahdollisuus on selkeytymisvaiheen lopussa, jolloin liete on tiivistyneenä ja määrällinen poisto muodostuu pieneksi. Esimerkiksi, jos 2 m³ ilmastusvaiheessa poistaa 10 kg kuiva-ainetta, niin 1 m³ poisto 50 %:iin tiivistyneestä lietteestä poistaa kilogrammoina saman määrän. Näin lietettä jää käsiteltäväksi puolet vähemmän. Ongelma tiivistyneen lietteen poistossa on lieteiän hallinta. Jos pinnankorkeuden vaihteluita ei pystytä seuraamaan, jää poistonmäärä satunnaiseksi. Esimerkiksi, jos tiivistyminen 50 % sijaan onkin 75 % kokonaistilavuudesta, niin muodostuu poiston määräksi 10 kilon sijaan alle 7 kiloa. Tiivistymistä voi kuitenkin seurata mittalasi-
kokein. Tavallisen puolen tunnin laskeuman sijaan kannattaa käyttää prosessin selkeytysaikaa vastaavaa jaksoa, jolla käyttäjä saa parhaan kuvaan lietteen tiivistymisestä.

Toinen mahdollinen toimintatapa on lietteenpoisto ilmastusvaiheessa. Poisto kannattaa tällöin tehdä erilliseen altaaseen, johon kerätään esimerkiksi yhden viikon ylijäämälietteet. Viikon aikana kerätyn lietteen annetaan laskeutua yksi vuorokausi ylijäämälietealtaassa, jonka jälkeen pinnalle jäänyt kirkaste voidaan pumpata poistoon. Suoritetun kokeen mukaan ylijäämälietteestä erotettu vesi on laadullisesti suoraan poistoon kelpaavaa. Orgaanisen aineen pitoisuudet kirkasteosassa olivat melko pieniä ja fosfori ei ollut vapautunut lietteestä takaisin veteen viikon kuluessa. Mikäli laadun kanssa on hankaluuksia, voidaan erotettu vesi pumpata myös takaisin prosessiin/tasausaltaaseen. Jäljelle jäänyt tiivistynyt liete kuljetetaan jatkokäsiteltäväksi, esimerkiksi kuivattavaksi tai kesäaikana peltolevitykseen.

Lieteiän lyhentämisen haittapuolena on mahdollinen nitrifioinnin heikkeneminen ja lietteentuoton kasvu. Lietteen uusiminen ruokkii lietteenkasvua ja poistettavat määrät lisääntyvät. Tällöin lietettä jää myös enemmän jatkokäsiteltäväksi. Hyvä ohje lietteenpoistolle on vakioitu lieteikä (esim. 25 päivää), tasaiset poistot ja lietemäärän kasvun seuraaminen laskeumakokein ja näyteanalyysin. Kertaluontoisia suurempia poistoja voidaan myös tarvittaessa suorittaa ilman prosessin häiriintymistä. Suuria kertapoistoja tehdään lietemäärän kasvaessa puhdistamolla liian suureksi.

Tasaisella lietteenpoistolla prosessi hakee oman paikkansa. Seuraavassa esimerkissä on esitetty lieteiän asettaminen ja lietteenkasvun vakiointi.

Esimerkki:

Ilmastusaltaan tilavuus 50 m^3

Päivittäinen lietteenpoisto 2 m^3 ilmastuksen ollessa käynnissä

Lietteen viipymäksi prosessissa muodostuu 25 päivää, $50/2 = 25 \text{ d}$ lieteikä

Päivittäisen poiston yhteydessä lähtee lietepitoisuuteen nähden vakiomäärä kuiva-ainetta:

Jos, lietepitoisuus ilmastuksessa $5 \text{ g/l} \rightarrow 5 * 50 \text{ m}^3 (50\,000 \text{ l})$

= $250\,000 \text{ g} = 250 \text{ kg}$ kiintoainetta

\rightarrow poisto $2 \text{ m}^3 \rightarrow 250 \text{ kg} / 50 \text{ m}^3 * 2 \text{ m}^3 = 10 \text{ kg}$ (poisto 10 kiloa päivässä)

Jos, lietepitoisuus ilmastuksessa $8 \text{ g/l} \rightarrow 8 * 50 \text{ m}^3 (50\,000 \text{ l})$

= $400\,000 \text{ g} = 400 \text{ kg}$ kiintoainetta

\rightarrow poisto $2 \text{ m}^3 \rightarrow 400 \text{ kg} / 50 \text{ m}^3 * 2 \text{ m}^3 = 16 \text{ kg}$ (poisto 16 kiloa päivässä)

Tällä tavoin prosessi ikään kuin hakee oman paikkansa. Asetettu kiinteä lieteikä ja päivittäiset lietteenpoistot mahdollistavat prosessin säätelevän itse itsensä. Lietepitoisuuden noustessa lähtee myös poistossa enemmän kuiva-ainetta pois. Näin lietepitoisuus hakeutuu automaattisesti vakiotasoon. Vakiotasoa voidaan haluttaessa muuttaa lieteikää säätämällä.

Panospuhdistamon mitoitus- ja käyttöohjeita

7

Yksi tämän selvityksen tavoitteista oli tuottaa malliesimerkki panospuhdistamon mitoittamiselle kuorimojätevesien tarpeisiin. Koetulosten perusteella Poemarille ja Honkasaarelle tehtiin ehdotus puhdistamon rakentamisesta. Mitoitusehdotukset löytyvät liitteistä 2 ja 4.

Puhdistamon mitoitus ja rakentaminen etenevät askeleittain. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi puhdistamon suunnittelun ja rakentamisen työvaiheet, sekä puhdistamon käyttöön liittyviä seikkoja.

7.1 Prosessin mitoituksessa huomioon otettavia seikkoja

1. vaihe: Veden määrän ja laadun selvittäminen/arvioiminen

Mitoitussuunnitelmaa tehtäessä muodostuvan jäteveden määrä ja laatu tulisi selvittää mahdollisimman tarkasti. Puhdistamolle tulevan jäteveden määrällisten ja laadullisten vaihteluvälien selvittäminen on ensimmäinen askel panospuhdistamon suunnittelussa. Vesimäärät voidaan selvittää tuotantomääriä ja kuorintapäiviä laskemalla, sekä virtausmittauksia tekemällä. Laadun osalta jäteveden ominaisuudet selviävät näytteitä ottamalla ja näyteanalyysyjä tekemällä. Jos puhdistamo suunnitellaan uudelle kuorimolle, täytyy jäteveden määrä ja laatu arvioida odotettavissa olevien tuotantomäärien, kuorintamenetelmän (märkä/kuiva) ja aikaisempien selvitysten tulosten perusteella (esim. tämä raportti).

Näytteitä otettaessa on pyrittävä edustavuuteen. Yksittäinen näyte kertoo vain hetkittäisen tilanteen. Veden laadun selvittämiseksi näytteitä tulisi ottaa useita, eri vuorokauden aikoina, eri viikoppäivinä ja mieluummin usean tunnin kokoomanäytteitä kuin yksittäisiä kertänäytteitä. Laadun vaihteluita saattaa esiintyä myös eri vuodenaikojen välillä. Edustavalla ja riittävän laajalla näytteenotolla saadaan varmin kuva jäteveden laadullisista ominaisuuksista.

Kun tulevan veden määrä ja laatu on tiedossa, voidaan tehdä puhdistamon kuormituslaskelmat ja arvioida tarvittavat kemikaaliannostukset.

2. vaihe: Kuormituslaskelmat ja altaiden mitoitus

Veden määrän ja laadun selvittyä voidaan siirtyä kuormituslaskelmiin. Kuormitus lasketaan puhdistamolle tulevan BOD-määrän mukaan. Kuormituksen perusteella voidaan laskea tilakuorma, joka määrittää puhdistamolla tarvittavan ilmastusallastilavuuden. Tilakuorma muodostuu BOD-kilojen suhteesta puhdistamon ilmastustilavuuteen.

Esimerkki:

Honkasaarikoe Puhdistamon tilavuus = 283 litraa

Jäteveden BOD-pitoisuus = 1 000 mg/l

Päivittäinen vesimäärä = 100 litraa

BOD-kuormitus = 100 l/d * 1 000 mg/l = 100 g BOD/d

Tilakuorma: 100 g BOD / 283 l = **0,35 kg BOD/m³/d**

Vastaavasti tarvittava ilmastusallastilavuus voidaan laskea jakamalla puhdistamolle tuleva BOD-kuorma halutulla tilakuormalla:

$$0,100 \text{ kg} / 0,35 \text{ kg/m}^3 = 0,286 \text{ m}^3 = \mathbf{286 \text{ litraa}}$$

Poemarin kuorimolla nyt käytössä olevalta panospuhdistamolta saatujen kokemusten mukaan panospuhdistamoa voidaan kuormittaa perunankuorintavesillä jopa yli 0,50 kg BOD/m³/d tuloksen heikentymättä. Koelaitoksessa havainnot olivat samankaltaisia. Puhdistamon toiminta alkoi huonontua kuorman noustua tasolle 0,60 - 0,70 kg BOD/m³/d. **Tilakuorma 0,35 kg on hyvä laskennallinen arvo puhdistamoa mitoitettaessa.** Mitoitus kannattaa tehdä aina mahdollisuuksien salliessa sopivan väljäksi. Tarpeeksi alas asetettu laskennallinen keskiarvo, kuten tilakuorma 0,35 kg BOD/m³/d, sallii hyvin kuormituksessa tapahtuvat normaalit vaihtelut. Kuorimotoimintaa voidaan myös jatkossa kasvattaa helpommin ilman puhdistamolaajennuksia, kun mitoituksessa on jätetty kasvatusvaraa.

Puhdistamolle tulevan fosforikuormituksen mukaan lasketaan saostuskemikaalin tarpeellinen annosmäärä. Tarkempi ohje laskutavasta on luvussa 7.3, kemikaalien käyttö.

Ilmastusaltaan koko määritellään edellä esitettyyn tapaan tekemällä kuormituslaskelmat. Ennen ilmastusaltaaseen pumpaamista jätevesi kerätään tasausaltaaseen. Tasausallas jaetaan kahteen osaan, joista ensimmäinen on pienempi ja toinen suurempi (ks. liitteet 2 ja 4). Ensimmäisen osan pohjalle jää kiinteää ainesta ja jätevesi siirtyy joko ylivuotona tai pinnasta pumpaten toiseen osaan. Ensimmäinen osa suunnitellaan siten, että kiinteän aineksen poistaminen pohjalta onnistuu helposti esimerkiksi traktorin kauhalla. Tasausaltaan toiseen osaan järjestetään sekoitusmahdollisuus (esim. potkurisekoitin) hajuhaittojen vähentämiseksi.

3. vaihe: Suunnittelun viimeistely ja käytännön työt

Viimeisessä suunnitteluvaiheessa valitaan sopiva paikka puhdistamorakennelmille. Paikka on valittava siten, että purkupaikka on helposti saavutettavissa ja normaalit hoitotoimet onnistuvat vaivattomasti (esim. riittävän hyvät kulkureitit loka-autoille). Suunnitteluvaiheessa on otettava ilmastusaltaan lisäksi huomioon myös tasausaltaan ja mahdollisen ylijäämälietealtaan koko ja sijoituspaikka. Kun altaiden koko on määritetty kuormituslaskelmien perusteella ja sijoituspaikka valittu, niin voidaan käytännön työt aloittaa.

Kuorimoyrittäjä voi toteuttaa puhdistamon suunnittelun yhteistyössä konsultoivan osapuolen kanssa ja suorittaa varsinaiset rakennustyöt omatoimisesti. Toinen vaihtoehto on antaa suunnittelu ja toteutus alusta loppuun laitetoimittajan käsiin. Tällöin laitteiston toimittaja hoitaa suunnittelu- ja rakennustyöt, sekä suorittaa puhdistamon käyntiinajon.

7.2 Ilmastus ja lietteenpoisto

Ilmastuslaitteilla tuotetaan aktiivilieteprosessin tarvitsema happi ja ylläpidetään ilmastusaltaassa tehokasta kontaktia hapen, jäteveden sisältämien orgaanisten aineiden ja mikro-organismien välillä.

Puhdistamolle tulevan orgaanisen kuorman hapettamiseen tarvitaan tietty määrä ilmaa. Tarvittava hapen määrä voidaan selvittää laskemalla ilmastusjärjestelmän hapetuskapasiteetti. Nyrkkisääntönä on mitoittaa ilman määrä noin sadan kuutiometrin suuruiseksi puhdistamolle tulevaa BOD-kiloa kohti (100 m³/BOD kg). Ilmastusaltaan pohjalle asennetaan hienokupla-ilmastimia, jotka pysyvät puhaltamaan halutun happimäärän. Kompressorin on oltava riittävän teho-

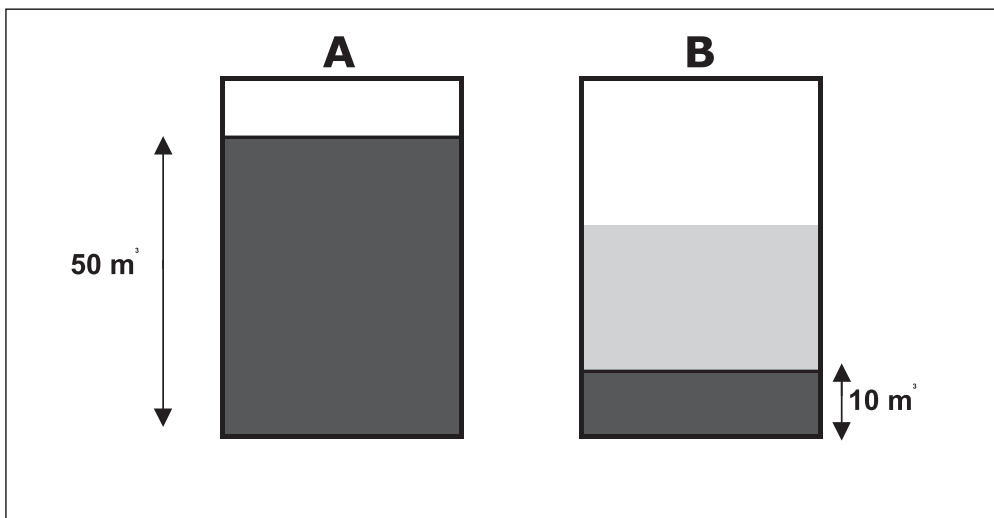
kas tuottamaan haluttu määrä ilmaa. Hapen liukenemisarvot on otettava huomioon ilmastimien upotussyvyydessä. Ilman tarve on suhteessa ilmastimien syvyyteen ja hapen liukenemiseen.

Tärkeitä prosessia ohjaavia hallinta-arvoja ovat **tilakuorma ja lieteikä**. Tilakuorman perusteella on määritetty puhdistamon ilmastusallastilavuus ja päiväpanoksen määrä. Lieteikää säädetään ylijäämälietettä poistamalla. Hyvä ohjeellinen arvo lietteenpoistoon on 25 päivän lieteikä.

Lietteenpoiston voi suorittaa kahdella tavalla: **täydessä tilavuudessa** tai selkeytysjakson lopussa **tiivistyneestä lietteestä**. Täydessä tilavuudessa poiston suorittaminen mahdollistaa lieteiän tarkan seuraamisen. Vakioitu lieteikä pitää myös lieteputoisuuden kurissa ja vakaalla tasolla, kuten luvun 6.3 esimerkissä.

Tiivistyneen lietteen poistossa etuna on määrällisesti pienempi poisto. Sama kilometriä kiintoainetta poistuu tiivistyneestä lietteestä pienemmällä litra/kuutiomäärällä ja näin lietettä jää vähemmän jatkokäsiteltäväksi. Menetelmän hankaluutena on poistomäärän arvioiminen. Selkeytymisaikaa vastaavalla laskeumakokeella käyttäjä voi kuitenkin mittalasisissa arvioida lietteen tiivistymistä ja tehdä johtopäätöksiä poiston määrästä. Esimerkiksi viidesosaan tiivistynyt liete vastaa täyden tilavuuden poistomäärää suhteessa 1:5.

Kuvassa 7 näkyy kaksi eri tilannetta (A ja B) panospuhdistamon kierrossa. Kohdassa A ilmastus on kohta pysähtymässä ja selkeytymisvaihe valmis alkamaan. Kohdassa B selkeytymisvaihe on loppuillaan ja liete on laskeutunut ilmastusaltaan pohjalle viidesosaan koko tilavuudesta. Kirkastunutta vettä on "kuorittu" päiväpanoksen verran pinnalta pois. **Kohdassa B yhden kuutiometrin poisto tiivistyneestä lietteestä toisi saman kilometriäisen poiston kiintoainetta kuin 5 m³ poisto tilanteessa A.**



Kuva 7. Lietteenpoiston vaihtoehdot.

7.3 Kemikaalien käyttö

Panospuhdistamon moitteeton toiminta vaatii kemikaalien käyttöä, ainakin kuorimojätevesiä käsiteltäessä. Vesien korkean hiilihydraattipitoisuuden vuoksi vaahdoneston käyttö on välttämätöntä ja fosforinpoisto vaatii rautasuola-annostuksen.

Ferrosulfaatti: Jätevedessä liuenneessa muodossa oleva fosfori saostetaan lietteeseen rautasulfaattia käyttämällä. Molemmille kokeilussa mukana olleille kuorimoille laadittiin kokeiden perusteella ferrosulfaatin annostusohjeet fosforin poistamiseksi. Kokeissa käytettiin PIX-kemikaalia, jonka rautapitoisuus on 11 %. Kuorimoille suositeltiin ferrosulfaatin käyttämistä, joka sisältää 18 % rautaa. Tärkeintä on oikean rautamäärän löytäminen, kemikaalilaadusta riippumatta. Annosteltava rautamäärä lasketaan suoraan puhdistamolle tulevan fosforimäärän mukaan.

Poemarin kokeiden perusteella puhdistamolle suositeltiin syötettäväksi 3,5 kg rautaa tulevaa fosforikiloa kohti. Honkasaaren kokeissa selvittiin pienemmällä rautamäärällä ja annostussuhteeksi todettiin 2 kg rautaa fosforikiloa kohti. Fosfori oli helpommin saostuvassa olomuodossa kuin aiemmassa kokeessa. Hyvä lähtökohta ferrosulfaatin annostukselle on 2,5 - 3,5 kg rautaa / fosforikilo. Seuraavassa esimerkki laskutavasta.

Esimerkki:

Tulevan veden fosforipitoisuus 50 mg/l

Päiväpanos 5 m³

Otetaan lähtökohdaksi 2,5 kg rautaa puhdistamolle tulevaa fosforikiloa kohti

Tulevan fosforin määrä, $50 \text{ mg/l} * 5\ 000 \text{ l} = 25\ 0000 \text{ mg} / 1\ 000 = 250 \text{ g/d}$

Fosforin saostamiseen tarvittavan raudan määrä, $250 \text{ g} * 2,5 = 625 \text{ g}$

Ferrosulfaatti sisältää 18 prosenttia rautaa,

jolloin ferrojauhetta tarvitaan, $625 \text{ g} / 0,18 \% = 3\ 472 \approx 3\ 500 \text{ g}$

Tässä tapauksessa annosteltavan ferrosulfaatin määrä olisi 3,5 kg/panos

Puhdistamolla ferrosulfaatin annosmäärän oikeellisuuden voi todeta poistuvan veden liukaisen fosforin pitoisuuksia seuraamalla. Pitoisuuksia voi seurata joko näyteanalyysin tai kenttäkokeena reagenssein ja komparaattorin avulla. Mikäli liukaisen fosforin pitoisuus on yli 1 mg/l, ferrosulfaatin syöttömäärää tulee lisätä. Oikea syöttömäärä löytyy kokeilemalla ja edellä mainittuja seurantatoimia toteuttamalla. Ferrosulfaatti syötetään jäteveten yleisimmin liuoksena. Liuutusohje löytyy liitteistä 2 ja 4.

Ferrosulfaatin käyttökustannukset ovat pienet. Hinta on noin 40 euroa/t. Edellisen esimerkin mukaisessa tapauksessa tuhat kiloa ferrojauhetta riittäisi puhdistamolla vuodeksi.

Muut kemikaalit: Vaahdonestokemikaalia syötetään aina uuden jätevesipanoksen pumppaamisen yhteydessä. Jos kemikaalia ei syötetä vaahto nousee nopeasti ilmastusaltaan reunojen yli. Kemikaalia tarvitsee annostella ainoastaan täyttöpumppauksen yhteydessä, koska vaahtoaminen rauhoittuu melko nopeasti täytön jälkeen. Kokeissa käytettiin Kemiran Fennodefo vaahdonestokemikaalia. Annosmäärä oli hyvin pieni, sillä vain muutama millilitra sataan litraan tulevaa vettä riitti hallitsemaan vaahton nousun.

Polymeeriä käytetään laskeutumisominaisuuksien parantamiseen. Mikäli poistuvaan veteen jää poikkeuksellisen paljon kiintoainetta, tai liete on muuten heikosti laskeutuvaa voidaan polymeerillä tehostaa selkeytymistä ja laskeutumisominaisuuksia. Polymeeriä voidaan käyttää poikkeusaikoina (esim. korkea kuormitus) lisätilan luomiseksi puhdistamolle. Kokeissa käytettiin Ciba Oy:n Zetag 7650 polymeeriä.

Mikäli poistuvan veden pH:n neutraloinnissa esiintyy ongelmia voidaan happamuutta poistaa syöttämällä prosessiin lipeää. Suoritetuissa kokeissa neutralointikemikaalin käyttö ei ollut tarpeen vaan pH neutraloitui itsestään biologisen prosessin seurauksena.

7.4 Hoitotoimet

Tärkeimmät panospuhdistamon hoitoon liittyvät toimet ovat tunnollinen lietteenpoisto sekä kemikaloinnin toiminnan varmistaminen. Lisäksi seurataan yleisesti automatiikan, sekä pumppujen ja muiden laitteiden toimintaa. Puhdistamon omistaja voi myös seurata lietteen ja poistuvan veden laatua silmämääräisesti sekä näyteanalyysin.

Lietteenpoistosta on huolehdittava tasaisin väliajoin. Paras menetelmä on lietteen päivittäinen poisto (mahdollisuuksien salliessa), jolloin myös lieteiän määrittäminen helpottuu. Lietteen kasvua on hyvä seurata laskeumakokein ja mahdollisesti näytteitä ottamalla. Laskeumakoe on puhdistamonhoitajan parhaita apuvälineitä, koska sen avulla nähdään kuinka paljon liete vie tilaa tiivistyessään. Kokeen voi suorittaa esimerkiksi kerran viikossa.

Laskeumakoe kannattaa suorittaa 1/2 tunnin sijaan selkeytymisaikaa vastaavana kokeena. Liette otetaan mittalasiin juuri ennen selkeytymisjakson alkamista.

Esimerkki laskeumakokeen tulkitsemisesta:

Puhdistamon korkeus = 180 cm

Ilmastuskorkeus = 150 cm

Poistopumpun korkeus = 100 cm

(pumppu 100 cm, vesi- / lietepatsas 150 cm = **suhde 2:3**)

Selkeytymisaika = 3 h

Jos kolmen tunnin mittalaskokeessa laskeuma jää 1 000 ml:n lasissa yli 600 ml:n, niin lietettä on poistettava. Liettepatjan pinta on tällöin nousemassa pumpun korkeudelle (**660 ml = 2:3**), jolloin poiston yhteydessä pumppautuisi myös lietettä. **Menetelmällä saadaan selville milloin lietettä on viimeistään poistettava.**

Lietteenpoistojen lisäksi puhdistamolla on huolehdittava kemikaaliannostuksen toimivuudesta. Seurantaan liittyy kemikaalipumppujen toiminnan ja liuos-ten riittävyden varmistaminen. Ferrosulfaatin annosmäärän riittävyys voidaan varmistaa seuraamalla liukoisen fosforin pitoisuuksia joko näytteitä ottamalla tai kenttäkokeena komparaattorilla seuraten.

8

Johtopäätökset

Kokeiden tavoitteena oli selvittää kuorimojätevesien asettamista erityishaasteista selviytyvä, taloudellisesti edullinen puhdistusmenetelmä. Asetetut tavoitteet saavutettiin ja panospuhdistusprosessi osoittautui kokeissa varsin hyvin toimivaksi ja kuorimojätevesien käsittelyyn soveltuvaksi. Panospuhdistamon mitoittamiseen saatiin tietoa ja kokeisiin osallistuneille kuorimoille esitettiin ehdotus panospuhdistamon rakentamisesta.

Kuorimojätevesien käsittelytulokset olivat koelaitoksessa erinomaisen hyviä. Biologinen käsittely hajotti orgaanisen kuorman tehokkaasti ja myös fosfori saatiin kemikaalisaostuksella poistettua jätevesistä. Yllättävintä koetuloksissa oli täydellisen typenpoiston saavuttaminen. Yleensä panospuhdistamossa tavoitellaan ainoastaan nitrifikaation saavuttamista, jolloin haitallisin typen muoto, ammoniumtyppi, saadaan vedestä poistettua. Denitrifikaation toteutumiseksi panospuhdistamossa käytetään yleensä lyhyitä hapettomia jaksoja ilmastusjaksojen keskellä. Perunankuorintavesissä orgaanisen aineksen, fosforin ja typen suhde on kuitenkin edullinen ja denitrifikaatio saavutettiin ilman jaksottaista ilmastusta. Liete muuttuu selkeytymisvaiheessa hapettomaksi ja nitraatti vapautuu typpi-kaasuksi ilmaan. Typpi lienee kuorintajätevesissä muutenkin denitrifikaation helposti mahdollistavassa muodossa. Vahvistuksena tälle ajatukselle on se, että Poemar Oy:n panospuhdistamolla on niinkään todettu täydellinen typenpoisto laitossmittakaavassa.

Kuorimotoiminnan jätevesien päästö aiheuttaa potentiaalisesti suuren kuormituksen purkuvesistöön. Tyypillisessä kuivakuorimossa, joka käyttää vettä 10 m³ kuorintapäivää kohti, syntyy orgaanista kuormaa noin 11 kg BOD/d. Tämän kuorman käsittelemiseksi tarvitaan tasaustilaa ja 30 - 35 m³ suuruinen ilmastusallas.

Laskuesimerkki:

Syntyvä jätevesimäärä viikossa $5 \text{ d} * 10 \text{ m}^3 = 50 \text{ m}^3$

Jätevesimäärä puhdistamolle päivää kohti $50 \text{ m}^3 / 7 \text{ d} = 7,14 \text{ m}^3/\text{d}$

Päivittäinen BOD-kuorma $7,14 * 1500 \text{ mg/l} (1,5 \text{ g}) = 10,71 \text{ kg/d}$

Vaadittu tilavuus $10,71 \text{ kg} / 0,35 \text{ kg BOD/m}^3/\text{d} = 30,6 \text{ m}^3$

Päiväpanos olisi suuruudeltaan noin 7 m³, jolla määrällä tässä käsittelytilavuudessa päästäisiin sopivaan tilakuormitukseen (0,35 kg BOD/m³/d).

Vastaavan kokoisen märkäkuorimon kuormitus on noin nelinkertainen. Puhdistamon suuruusluokka kasvaisi samassa suhteessa, jolloin ilmastusaltaan tilavuuden tulisi olla 120 m³.

Puhdistuslaitoksia suunniteltaessa tulevan jäteveden määrä ja laatu on selvitettävä mahdollisimman tarkasti. Mitä tarkemmin jäteveden määrä ja laatu vaihtelut ovat tiedossa, sitä paremmat mahdollisuudet toimivan puhdistusyksikön rakentamiseen ovat. Näiden tietojen perusteella lasketaan puhdistamolle tuleva

kuormitus, jonka perusteella määritetään puhdistamon mitat ja tilavuus. Näytteenotto tulisi aina suorittaa mahdollisimman edustavasti. Yksittäinen näyte voi vääristää tulosta huomattavasti. Mahdollisuuksien salliessa tulisi pyrkiä useisiin mittauskertoihin, sekä kokoomanäytteisiin kertonäytteiden sijasta. Huolimattomasti tehty valmistelutyö johtaa helposti mitoitustuloksiin. Virheiden korjaaminen ja muutostöiden tekeminen jälkikäteen tulee melko varmasti kalliiksi.

Tässä selvityksessä saatujen tulosten perusteella annettiin perusohje panospuhdistamon mitoituksen suunnitteluun. Kuorimon omistaja voi laatia mitoitussuunnitelman esimerkiksi yhdessä konsultoivan osapuolen kanssa. Suunnitelmat ja piirustukset tehdään tällöin yhteistyössä konsultin kanssa, mutta puhdistamon varsinaisen rakentamisen kuorija hoitaa itse. Hän palkkaa haluamansa urakoitsijat ja hoitaa laitehankinnat parhaaksi katsomallaan tavalla. Kuorimoyrittäjä voi teettää puhdistamon myös laiteomittajalla. Tällöin laitteiston toimittaja laskee kuormitukset, tekee piirustukset ja hoitaa puhdistamon rakennustyöt, sekä suorittaa koeajot puhdistamolla.

Etu laitteistotoimittajalta puhdistamoa hankittaessa on koeajojen järjestäminen. Nämä takaavat puhdistamon toimivuuden. Laitteistotoimittajalla on myös takuu puhdistamon toiminnalle ja sen eri komponenttien kestävyydelle. Pakettiratkaisun etuna on myös mahdollisesti tarvittavien varaosien varma saatavuus. Tee-se-itse-mies ottaa vastuun puhdistamon toiminnasta itselleen, mutta säästää alkukustannuksissa merkittävästi.

Ympäristöluvuissa kaikilta kuorijoilta tullaan jatkossa edellyttämään jäteveden ja kiinteiden jätteiden asianmukaista käsittelyä. Biologis-kemiallinen panospuhdistamo pystyy vastaamaan asetettuihin haasteisiin jätevesien käsittelyn osalta. Oikein mitoitettu panosprosessi toimii varmasti. Tämän raportin koetulokset ovat saaneet vahvistuksen Vammalassa Poemar Oy:n täyden mittakaavan panospuhdistamon puhdistuksessa perunankuorimon jätevedet. Panosprosessi on toimintavarma ja taloudellisesti suhteellisen edullinen menetelmä juureskuorimoiden jätevesienkäsittelyyn.

Lähteet

Kirjallisuuslähteet

- Hakala, Iina: Aktiivilietteen mikroskopointi opas. Turun vesilaitos, 1995.
- Hakala, Iina; Myllymäki, Johanna; Saarinen, Risto: Rihmaopas, käsikirja rihmamaisten bakteerien tunnistamiseksi ja niiden aiheuttamien ongelmien torjumiseksi. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys, 2000.
- Järvensivu, Heikki: Perunanjalostusteollisuuden jätevesistä ja niiden käsittelystä. Vaasan vesipiirin vesitoimisto, Vesihallitus, 1979.
- Kervinen, Riitta: Luentomonisteet: raakojen kasvisvalmisteiden prosessointi; kuoritun perunan laadun varmentaminen; raakojen kasvisvalmisteiden pakkaaminen. VTT Biotekniikka, 2003.
- Oksa, Tanja-Riitta: Juureskuorimon jätevesien käsittely. Jyväskylän yliopisto, pro gradu-tutkielma, 2002.
- Seppälä J., et.al.: Perunan solunesteen merkitys tärkkelysteollisuuden jätevesien käsittelylle ja solunesteen lannoituskäytön vesistökuormitus. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 383. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki, 1992.
- Vesihallitus: Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden selkeytys ja mitoitus. Vesihallituksen monistesarja 1982:134. Vesihallitus, Helsinki, 1982.
- Vilen, Jari; Viirret, Mari: Maito huonejätevesien käsittely pienoispuhdistamossa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 208, Pirkanmaan ympäristökeskus, 2001.

Verkkolähteet ja linkit

- Finlex, Valtion säädöstietopankki. Ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja ympäristönsuojeluasetus (169/2000): <http://www.finlex.fi/lains/> (Haettu 31.3.2003).
- Rintala, Jukka; Hänninen, Kari: Jätevesien käsittelyprosessit ja -laitokset. Jyväskylän yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos, 2001: <http://www.jyu.fi/bio/ymp/alisivut/ymp321s100.doc> (Haettu 31.3.2003).
- Suomen ympäristökeskus, Jätevesilietteen käsittely: <http://www.vyh.fi/hoito/vesihuo/jatevesi/liete.htm> (Haettu 31.3.2003).

Liite 1. Poemar Oy (tulokset, käyttöpäiväkirja, laskeumakuvat).**TULOKSET (1-vaihe)****TULEVA**

pvm	pH	BOD ₇ (ATU) mg/l	COD(Cr) mg/l	Kiintoaine mg/l	Fosfori mg/l	Typpi mg/l	COD/BOD	Tilakuorma
16.7	4,3	6 600	9 300	1 030	73	330	1,4	0,5
24.7	4,3	4 200	5 700	610	62	180	1,4	0,3
01.8	4,4	3 900	5 200	580	68	150	1,3	0,3
07.8	5,0	4 300	5 800	320	60	160	1,4	0,3
14.8	5,0	6 200	8 200	380	69	220	1,3	0,4
21.8	4,8	7 500	9 900	370	74	250	1,3	0,8
28.8	4,8	8 100	11 000	320	68	270	1,4	0,9
Keskiarvo	4,7	5829	7871	515,7	67,7	222,9	1,3	0,5

POISTUVA

20 litraa pvm	pH	BHK ₇ (ATU) mg/l	COD(Cr) mg/l	Kok.P mg/l	Liu.P mg/l	Kok.N mg/l	NH ₄ mg/l	Nitraatti mg/l	Kiintoaine mg/l
18.7	7,2	110	230	3,8	1,0	30	1,0	16	110
21.7						24	1,1	22	
23.7	8,0	5,9	89	1,9	1,8	17	0,7	15	6,4
25.7						17	0,6	15	6,8
28.7						19	1,3	14	
30.7	7,8	16	220	9,7	7,2	39	1,7	33	120
1.8						35	2,0	26	
3.8				8,7	7,7	20	1,5	15	40
5.8	8,0	11	130	8,7	8,4	12	1,4	6,3	29
8.8	8,1	10	130	9,1	7,8	20	1,5	15	45
12.8	8,0	11	140	7,4	5,9	15	1,1	8,4	67
15.8	8,1	12	170	7,6	4,5	15	1,5	7,7	100
19.8	8,2	8,4	120	4,9	4,2	12	1,1	5,5	33
22.8	8,1	6,6	110	4,4	4,0	11	1,3	6,9	23
30 litraa									
26.8	8,1	8,1	140	2,4	1,8	10,0	1,6	4,3	27
29.8	8,1	9,7	100	2,0	1,4	6,2	1,4	0,1	25
Keskiarvo	8,0	19,0	143,5	5,9	4,6	18,9	1,3	13,1	48,6

TULOKSET (2-vaihe)**TULEVA**

pvm	pH	BOD7(ATU) mg/l	COD(Cr) mg/l	Kiintoaine mg/l	Fosfori mg/l	Typpi mg/l	COD/BOD	Tilakuorma
28.8	4,8	8 100	11 000	320	68	270	1,4	0,4
05.9	4,8	9 000	11 000	400	77	270	1,2	0,5
16.9	4,5	7 800	10 000	370	71	180	1,3	0,4
26.9	4,5	6 500	8 400	320	75	140	1,3	0,3
03.10	4,3	6 100	7 900	410	73	120	1,3	0,7
14.10	4,4	5 800	8 200	480	68	150	1,4	0,6
Keskiarvo	4,6	7 217	9 417	383	72,0	188,3	1,3	0,5

POISTUVA

15 litraa pvm	pH	BHK ₇ (ATU) mg/l	COD(Cr) mg/l	Kok.P mg/l	Liu.P mg/l	Kok.N mg/l	NH ₄ mg/l	Nitraatti mg/l	Kiintoaine mg/l
09.9	7,8	28	380	12	1,9	54	3,9	33	410
12.9	7,9	10	210	3,3	1,4	42	2,6	33	90
16.9	8,0	12	190	2,9	1,6	10	2,4	0,8	42
19.9	7,9	14	180	2,3	1,2	9,5	1,8	0,04	50
23.9	7,8	13	170	1,9	1,2	7,1	1,5	0,04	45
26.9	8,1	14	150	1,6	0,9	6,8	1,6	0,02	48
02.10	7,9	19	120	1,7	0,9	7,9	1,4	0,01	61
09.10	7,9	43	240	3,2	1,0	12	1,3	0,01	150
Keskarvo	7,9	19,1	205	3,6	1,3	18,7	2,1	8,4	112,0

(Tilakuorma keskimäärin 0,42 kg BHK/m³/d)**30 litraa**

16.10	8,1	52	210	1,8	0,5	7,0	0,5	0,01	160
21.10	8,1	86	340	3,5	1,105	11	0,5	0,03	300

(Tilakuorma keskimäärin 0,63 kg BHK/m³/d)

KÄYTTÖPÄIVÄKIRJA Poemar Oy**16.7. - 31.7.2002****I-VAIHE Poemar Oy****Ilmastus 22h (11-9), selkeytys 2h (9-11)****Heinäkuu**

Pvm	Tuleva vesi, l	Poistuva vesi, l	pH tuleva	pH poistuva	Liu.P mg/l	Rauta kg/kg P	Laskeuma ml, l/2h	Lietepatjan pinta, cm	Lietteen- poisto, l	Lietepit. g/l	Tiivistymä* %
16.7	20	x	4,8			0,2	120	15	x	3,8	3,8
17.7	20	20	4,7	6,3	0,0	0,2	120	18	x		
18.7	20	20	4,3	7,0	0,0	0,2	110	19	x	3,8	3,0
19.7	20	20	4,3	7,4	0,0	0,2	120	21	x		
20.7	20	20	4,4	7,2	0,2	0,2	160	22	x		
21.7	20	20	4,6	7,4	0,3	0,2	200	25	x	4,5	2,7
22.7	20	20	4,8	7,7	0,3	0,2	210	28	x	4,8	2,6
23.7	20	20	5,0	7,7	1,3	0,2	230	32	x	5,1	2,4
24.7	20	20	4,3	7,8	1,5	0,2	290	38	x		
25.7	20	20	4,3	8,0	1,2	0,2	310	41	x	5,2	1,9
26.7	20	20	4,3	7,9	>1,5	0,2	320	42	x		
27.7	20	20	4,4	7,8	>1,5	0,2	300	41	x		
28.7	20	20	4,4	7,9	>1,5	0,2	270	38	x	5,2	2,1
29.7	20	20	4,5	7,7	>1,5	0,5	210	31	x	5,4	2,6
30.7	20	20	4,5	7,7	>1,5	0,5	190	28	x		
31.7	20	20	4,2	7,6	>1,5	0,5	200	30	x		

* = Tiivistyneen lietteen kuiva-ainepitoisuus

1.8. - 31.8.2002**I-VAIHE Poemar Oy****Ilmastus 22h (11-9), selkeytys 2h (9-11)****Elokuu**

Pvm	Tuleva vesi, l	Poistuva vesi, l	pH tuleva	pH poistuva	Liu.P mg/l	Rauta kg/kg P	Laskeuma ml, l/2h	Lietepatjan pinta, cm	Lietteen- poisto, l	Lietepit. g/l	Tiivistymä * %
1.8	20	20,0	4,3	7,8	>1,5	0,5	220	32	x		
2.8	20	20,0	4,5	7,9	>1,5	0,5	220	33	x	5,0	2,3
3.8	20	20,0	4,8	7,5	>1,5	0,7	230	34	x		
4.8	20	20,0	5,2	7,8	>1,5	0,7	250	37	x		
5.8	20	20,0	5,2	7,6	>1,5	0,7	240	39	x	7,2	2,8
6.8	20	20,0	5,7	7,1	>1,5	1,1	260	41	x		
7.8	20	19,5	4,5	7,3	>1,5	1,1	270	43	0,5	7,2	2,5
8.8	20	19,5	4,6	7,4	>1,5	1,1	270	40	0,5	5,8	2,2
9.8	20	19,5	4,5	7,3	>1,5	1,5	280	39	0,5		
10.8	20	19,5	4,7	7,3	>1,5	1,5	280	39	0,5	5,9	2,3
11.8	20	19,5	4,6	7,6	>1,5	1,9	290	40	0,5		
12.8	20	19,5	4,7	7,3	>1,5	1,9	300	39	0,5		
13.8	20	19,5	4,6	7,3	>1,5	2,4	310	39	0,5	6,2	2,4
14.8	20	19,5	4,6	7,2	>1,5	2,4	300	39	0,5		
15.8	20	19,5	4,3	7,4	>1,5	2,4	310	40	0,5	6,4	2,4
16.8	20	19,5	4,4	7,3	>1,5	2,4	330	41	0,5		
17.8	20	19,5	4,5	7,3	>1,5	2,4	380	47	0,5	6,6	2,1
18.8	20	19,5	4,4	7,5	1,5	2,4	440	53	0,5		
19.8	20	19,5	4,5	7,7	1,5	2,4	470	59	0,5	7,1	1,8
20.8	20	19,5	4,6	7,8	1,5	2,4	500	65	0,5		
21.8	20	19,5	4,8	8,1	>1,5	2,4	500	62	0,5		
22.8	20	19,5	4,8	8,1	>1,5	2,4	500	65	0,5	5,7	1,3
23.8	30	29,5	4,8	8,3	>1,5	3,9	510	68	0,5		
24.8	30	28,5	4,8	8,1	>1,5	3,9	520	79	1,5		
25.8	30	28,5	4,9	8,0	1,5	3,9	640	80	1,5		
26.8	30	28,5	4,9	8,2	1,5	3,9	720	89	1,5	8,6	1,4
27.8	30	28,0	4,9	8,1	1,5	3,9	850	100	2,0		
28.8	30	27,5	5,0	8,0	1,0	3,9	870	105	2,5		
29.8	30	27,5	4,7	8,5	1,0	3,9	840	111	2,5	7,8	1,1
30.8	30	27,5	4,8	8,3	1,3	3,9	940	114	2,5		
31.8	30	27,5	4,8	8,2	1,5	3,9	940	124	2,5		

* = Tiivistyneen lietteen kuiva-ainepitoisuus

1.09. - 30.9.2002**2-VAIHE Poemar Oy****12.9 alkaen: Ilmastus 21h (11-8), selkeytys 3h (8-11)
Ilmastus 22h (11-9), selkeytys 2h (9-11)**

Syyskuu

Pvm	Tuleva vesi, l	Poistuva vesi, l	pH tuleva	pH poistuva	Liu.P mg/l	Rauta kg/kg P	Laskeuma ml, 1/2h	Laskeuma 50%, 1/2h	Lietepatjan pinta, cm	Lietteen- poisto, l	Lietepit. g/l	Tiivistymä * %
1.9	x	x			x	x		138	x			
2.9	x	x			x	x	910	134	x			
3.9	20	x	4,8		x	3,5	820	131	20	6,9	0,8	
4.9	20	15			1,3	3,5	800	118	5,0			
5.9	15	10			1,3	3,5	850	127	5,0			
6.9	15	10			1,3	3,5	970	122	5,0	7,6	0,9	
7.9	15	10	4,7	7,9	1,2	3,5	920	122	5,0			
8.9	15	10	4,8	7,9	1,2	3,5	970	122	5,0			
9.9	15	10	4,8	7,9	1,2	3,5	920	300	122	5,0	7,0	0,9
10.9	15	10	4,8	7,8	1,0	3,5	910	280	123	5,0		
11.9	15	10	4,8	7,9	0,8	3,5	880	280	125	5,0		
12.9	15	10	4,8	8,0	0,8	3,5**	960	500	67	5,0	6,5	1,5
13.9	15	10	4,8	8,0	0,8	3,5	980	300	100	5,0		
14.9	15	10	4,9	8,0	0,8	3,5	980	360	103	5,0		
15.9	15	10	4,9	8,1	0,8	3,5	980	400	108	5,0		
16.9	15	10	4,9	8,1	1,0	3,5	980	420	109	5,0	6,9	0,9
17.9	15	10	4,6	8,0	1,0	3,5	990	420	128	5,0		
18.9	15	10	4,6	8,2	0,8	3,5**	930	450	102	5,0		
19.9	15	10	4,7	8,2	0,8	3,5	900	390	113	5,0	6,5	0,9
20.9	15	10	4,8	8,1	0,8	3,5	860	350	116	5,0		
21.9	15	10	4,6	8,2	0,8	3,5	980	390	108	5,0		
22.9	15	10	4,7	8,2	0,8	3,5	980	410	106	5,0		
23.9	15	10	4,7	8,2	0,8	3,5	980	380	104	5,0	7,2	1,0
24.9	15	10			0,7	3,5	980	400	108	5,0		
25.9	15	10			0,7	3,5	980	400	104	5,0		
26.9	15	10	4,5	8,1	0,7	3,5	980	410	103	5,0	7,4	1,1
27.9	15	10	4,6	8,1	0,7	3,5	980	410	99	5,0		
28.9	15	10	4,6	7,9	0,5	3,5	980	400	95	5,0		
29.9	15	10	4,6	8,0	0,3	3,5	910	400	92	5,0		
30.9	15	10	4,6	8,1	0,5	3,5	980	380	88	5,0		

* = Tiivistyneen lietteen kuiva-ainepitoisuus

** = Polymeeri 4 g/m³

1.10. - 31.10.2002**2-VAIHE Poemar Oy****Ilmastus 21h (11-8), selkeytys 3h (8-11)****Lokakuu**

Pvm	Tuleva vesi, l	Poistuva vesi, l	pH tuleva	pH poistuva	Liu.P mg/l	Rauta kg/kg P	Laskeuma ml, 1/2h	Laskeuma 50%, 1/2h	Lietepatjan pinta, cm	Lietteen- poisto l,	Lietepit. g/l	Tiivistymä* %
1.10	15	10	4,7	8,1	0,5	3,5	980	360	85	5,0		
2.10	15	10	4,7	8,2	0,5	3,5	980	350	84	5,0	7,3	1,3
3.10	15	10	4,9	8,1	0,5	3,5	980	360	82	5,0		
4.10	20	15	4,8	8,1	0,5	2,8	970	350	80	5,0		
5.10	20	15			0,5	2,8	970	320	79	5,0		
6.10	20	15			0,5	2,8	960	350	77	5,0		
7.10	20	15	4,3	8,1	0,5	2,8	970	330	78	5,0	7,9	1,5
8.10	20	15	4,4	8,0	0,5	2,8	900	330	77	5,0		
9.10	20	15	4,4	8,0	0,5	2,8	960	310	76	5,0		
10.10	30	25	4,4	8,1	0,5	2,8	960	360	75	5,0		
11.10	30	25	4,5	8,0	0,7	2,8	960	320	75	5,0	8,0	1,6
12.10	30	25	4,5	8,2	0,7	2,8	970	350	75	5,0		
13.10	30	25	4,5	8,2	0,7	2,8	960	340	73	5,0		
14.10	30	25	4,6	8,2	0,5	2,8	960	340	74	5,0	8,8	1,8
15.10	30	25			0,7	2,8			75	5,0		
16.10	30	25	4,6	8,2	0,7	2,8	960	330	75	5,0		
17.10	30	25	4,6	8,1	0,5	2,8	960		76	5,0		
18.10	30	25	4,6	8,2	0,5	2,8	960	350	75	5,0	9,3	1,9
19.10	30	25			0,5	2,8			75	5,0		
20.10	30	25			0,5	2,8			75	5,0		
21.10	30	25		8,2	0,5	2,8			74	5,0	9,4	1,9

* = Tiivistyneen lietteen kuiva-ainepitoisuus

LIETE Poemar Oy

I-Vaihe

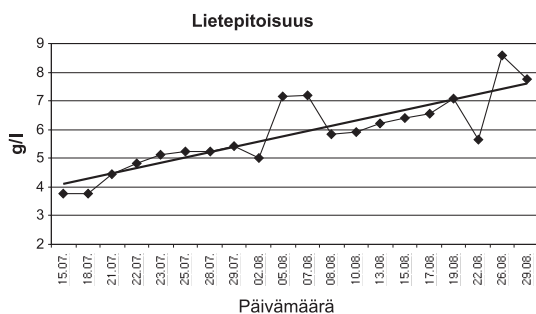
Ilmastuksen ollessa päällä

Pvm	Kiintoaine g/l	Laskeuma l/2h (ml)	SVI ml/g	Fosfori g/kg ka	Typpi g/kg ka	Rauta g/kg ka
15.7	3,8					
18.7	3,8	110	29,1	16,7	36,0	130,0
21.7	4,5	200	44,9	18,6	35,0	110,0
22.7	4,8	210	43,7			
23.7	5,1	230	45,0	18,6	37,0	100,0
25.7	5,2	310	59,4			
28.7	5,2	270	51,5	21,7	36,0	110,0
29.7	5,4	210	38,8			
2.8	5,0	220	44,0			
5.8	7,2	240	33,6	38,3	35,0	110,0
7.8	7,2	270	37,6			
8.8	5,8	270	46,4	27,2	35,0	98,0
10.8	5,9	280	47,4			
13.8	6,2	310	49,8			
15.8	6,4	310	48,4	28,0	33,0	110,0
17.8	6,6	380	58,0			
19.8	7,1	470	66,4			
22.8	5,7	500	88,5			
26.8	8,6	720	84,0	25,8	36,00	82,00
29.8	7,8	840	108			

2-Vaihe

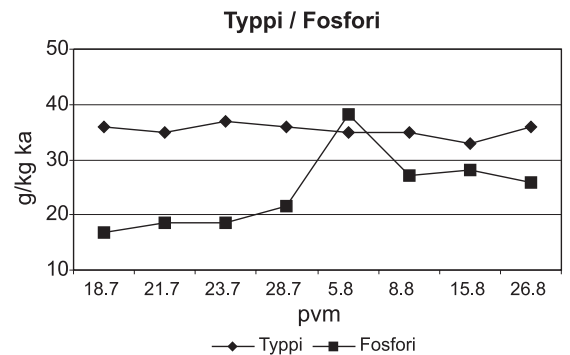
Ilmastuksen ollessa päällä

Pvm	Kiintoaine g/l	Laskeuma l/2h (ml)	Laskeuma 50% (ml)	SVI ml/g	SVI (50%) ml/g
3.9	6,9	820		119,2	
6.9	7,6	970		127,6	
9.9	7,0	920	300	131,4	85,7
12.9	6,5	960	500	147,9	154,1
16.9	6,9	980	420	142,0	121,7
19.9	6,5	900	390	137,6	119,3
23.9	7,2	980	380	136,7	106,0
26.9	7,4	980	410	133,0	111,3
2.10	7,3	980	350	134,2	95,9
7.10	7,9	970	330	122,5	83,3
11.10	8,0	960	320	120,0	80,0
14.10	8,8	960	320	109,1	72,7
18.10	9,3	960	350	103,2	75,3
21.10	9,4			0,0	0,0



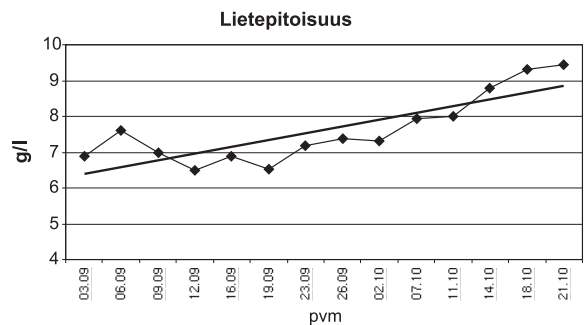
Selkeytyksen lopussa

Piste 1	Piste 2	Piste 3	Piste 4	
Pvm	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg
25.7			16,2	
02.8			20,2	
07.8	7,6	14,8	15,2	21,5
19.8				15,3
22.8				13,7
29.8			10,2	10,7

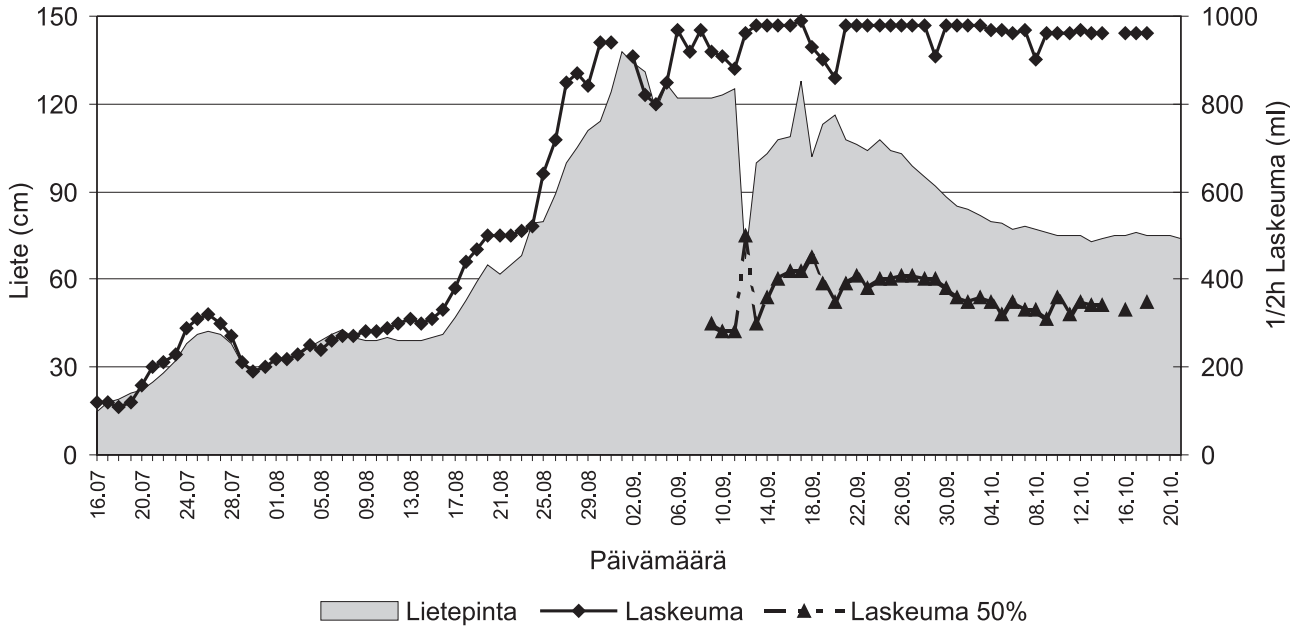


Piste 1	Piste 2	Piste 3	Piste 4	
Pvm	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg
9.10.	14,6			14,7
21.10.				

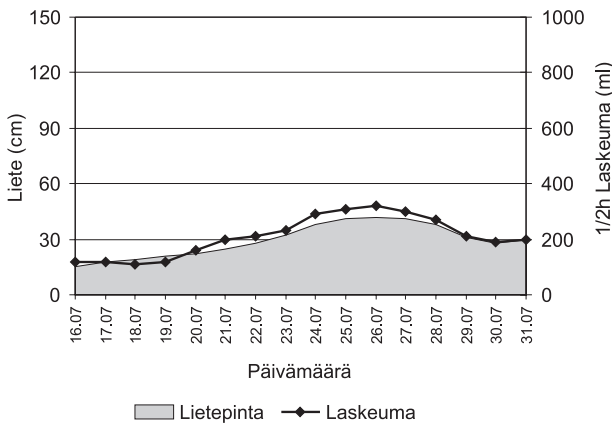
Lietteen tuotto 15.7 - 19.8 0,28 kg /BHK kg
Lietteen tuotto 3.9 - 21.10 0,38 kg /BHK kg
Lietteen tuotto 19.9 - 21.10 0,48 kg /BHK kg



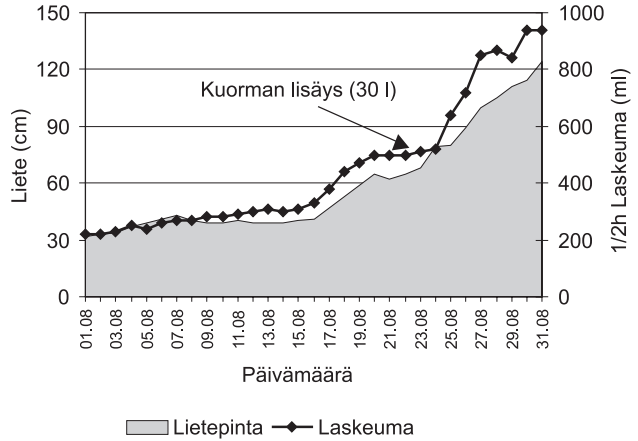
Laskeumat 16.7-20.10.2002



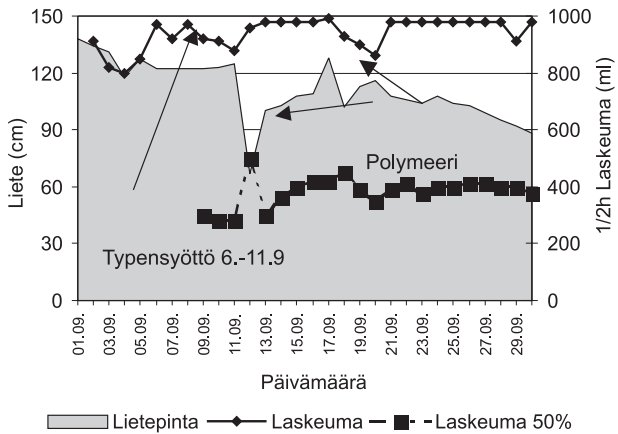
Heinäkuu



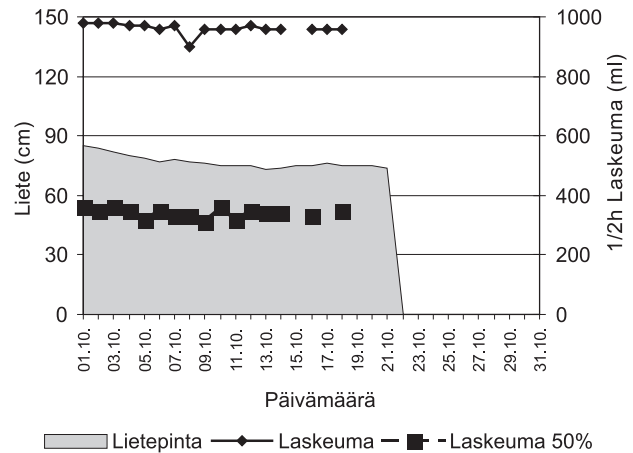
Elokuu



Syyskuu



Lokakuu



Liite 2. Poemar Oy panospuhdistamon mitoitusehdotus.

Altaiden mitoitus

Ilmastusaltaan tilavuus on 70 m^3 . Kuorimolla muodostuvan jäteveden tyypillinen BOD-pitoisuus on $6\,000 \text{ mg/l}$, jolloin päiväpanos on 4 m^3 ja tilakuormaksi muodostuu $0,35 \text{ kg BOD/m}^3/\text{d}$.

Esimerkki ilmastusaltaan mitoista:

Altaan muoto: ympyrälieriö, korkeus = $4,0 \text{ m}$
halkaisija = $4,7 \text{ m}$ ($V = n. 70 \text{ m}^3$)

Altaan **täyttökorkeus on neljä metriä**, kokonaiskorkeuden tulisi vaahdon hallitsemiseksi olla noin metrin korkeampi. Allas upotetaan osittain maan sisään jääty-
misen ehkäisemiseksi ja hoitotoimien helpottamiseksi.

Ennen varsinaista puhdistamoa vedet johdetaan tasausaltaaseen. Tasausallas varustetaan sekoitusmahdollisuudella (esim. potkurisekoitin) hajuhaittojen rajoittamiseksi. Tasauksesta ilmastukseen pumpataan päivittäin vakiomäärä vettä (4 m^3), jolloin puhdistamoa voidaan pitää tasaisessa kuormassa ja näin taata hyvät edellytykset puhdistamon toiminnalle.

Tasausallas jaetaan kahteen osaan. Ensimmäisen osan pohjalle (esim. $V = 7 \text{ m}^3$) laskeutuu suurin osa kiinteästä aineesta, tätä tyhjennetään tarvittaessa. Vesi siirtyy ylivuotona altaan toiseen osaan (esim. $V = 20 \text{ m}^3$), josta se pumpataan ilmastukseen. Puhdistamossa lietettä ilmastetaan 21 tuntia, selkeytymisjakso kestää 3 tuntia.

Kaikki kuorimon toiminnasta aiheutuvat vedet tulisi johtaa tasausaltaaseen, mukaan lukien pesuvedet. Ylijäämälietteen käsittelyä varten rakennetaan oma allas.

Puhdistamolle tulevan kuorman hapettamiseen tarvitaan ilmaa noin $150 \text{ m}^3/\text{h}$. Määrän varmistamiseksi tulee ilmastusaltaaseen hankkia riittävä määrä hienokuplailmastimia.

Kompressorin tulee olla riittävän tehokas tuottamaan haluttu määrä ilmaa. Mahdollisesti aiheutuva meluhaitta on myös huomioitava ja kompressorihuone varustetaan asianmukaisilla eristyksillä.

Pumppaukset

Selkeytysjakson loppuvaiheessa pumpataan $2,5 \text{ m}^3$ kirkastunutta vettä pois. Ilmastuksen lähdettyä käyntiin pumpataan $1,5 \text{ m}^3$ lietettä ylijäämälietealtaaseen. Lietettä kerätään viikon ajan (yht. $10,5 \text{ m}^3$). Keräysajan päätyttyä lietettä laskeutetaan vuorokauden ajan. Tämän jälkeen voidaan kirkastunutta vettä pumpata poistoon vielä n. 7 m^3 . Tiivistynyt liete, jota muodostuu noin $3,5 \text{ m}^3/\text{viikko}$, siirretään jatkokäsittelyyn (esim. peltolevitys, kuivaus).

Fosforinpoisto

Fosfori saostetaan jätevedestä kemikaalin avulla. Päivittäisessä 4 m^3 annoksessa on fosforia noin 300 grammaa . Tämän määrän saostaminen vaatii noin 6 kg ferrosulfaattiannostuksen. Annoksen pitäisi riittää laskemaan liuenneen fosforin pitoisuus alle 1 mg/l .

Ferrosulfaattiliuos valmistetaan sekoittamalla 25 kg ferrosulfaattijauhetta 80 litraan lämmintä vettä. Liuoksen väkevyys on tällöin noin 310 grammaa ferrosulfaattia litrassa vettä (310g/l). Tätä liuosta annostellaan 20 litraa 4 m³:n päiväpanosta kohti.

Mitoitusarvot:

Ilmastusallas:	70 m ³
Tasausallas:	7 m ³ + 20 m ³ (yht. 27 m ³)
Ylijäämälieteallas:	15 m ³
Ilman tarve:	150 m ³ /h
Veden täyttö ilmastukseen:	4 m ³ /d
Kirkasteen poisto:	2,5 m ³ /d
Lietteen poisto:	1,5 m ³ /d
Tilakuorma:	0,34 kg BOD/m ³ /d
Lieteikä:	47 d
Ferrosulfaatin syöttö:	6,0 kg/d
Ilmastus:	21 h
Selkeytys:	3 h

Liite 3. Honkasaari (tulokset, käyttöpäiväkirja, laskeumakuvat).**TULOKSET Honkasaari****TULEVA**

Pvm	pH	BOD7(ATU) mg/l	COD(Cr) mg/l	Kiintoaine mg/l	Fosfori mg/l	Typpi mg/l	COD/BOD	COD/BOD	Tilakuorma
8.10.	5,1	830	1 200	190	19,0	49	162,75	1,45	0,29
23.10.	4,8	1 100	1 700	260	15,0	57	229,17	1,55	0,39
30.10.	4,6	990	1 700	420	16,0	56	215,22	1,72	0,35
8.11.	4,6	1 500	2 300	570	x	72	326,09	1,53	0,53
16.11.	4,3	1 800	3 000	580	27,0	76	418,60	1,67	0,64
22.11.	4,4	1 800	2 800	660	24,0	97	409,09	1,56	0,64
29.11.	4,3	2 100	3 300	750	22,0	100	488,37	1,57	0,74
5.12.	5,2	3 000	4 700	1 220	37,0	150	576,92	1,57	1,06
Keskiarvo	4,6	1 755,7	2 785,7	637,1	23,5	86,9	319,63	1,60	0,51

POISTUVA**100 litraa**

Pvm	pH	BHK7(ATU) mg/l	COD(Cr) mg/l	Kok.P mg/l	Liu.P mg/l	Kok.N mg/l	NH4 mg/l	Nitraatti mg/l	Kiintoaine mg/l
28.10	7,1	35,00	130	1,30	0,08	5,70	0,5	0,01	120,0
31.10	7,0	13,00	38	0,35	0,03	1,60	0,5	0,01	29,0
6.11	7,2	x	61	0,33	0,05	1,40	0,5	0,01	17,0
11.11	7,8	6,20	40	0,25	0,05	1,60	0,5	0,01	10,0
20.11	6,6	15,00	76	0,66	0,39	3,50	1,1	0,02	16,0
25.11	7,6	5,10	52	0,24	0,11	6,70	4,8	0,89	8,0
2.12	7,8	5,70	52	0,25	0,07	2,40	0,5	0,20	12,0
3.12						2,50	0,5	0,14	19,0
4.12						2,60	0,7	0,04	13,0
9.12	8,3	9,30	75	0,30	0,06	6,10	2,7	1,60	15,0
12.12	7,9	10,00	71	0,34	0,07	6,60	6,2	0,89	15,0
Keskiarvo	7,5	12,4	66,1	0,45	0,10	3,70	1,7	0,35	24,9

LIETE

Ilmastuksen ollessa päällä

Pvm	Kiintoaine g/l	Laskeuma l/2h (ml)	Laskeuma 50% (ml)	SVI ml/g	SVI (50%) ml/g	Selkeytyksen lopussa				
						Piste 1	Piste 2	Piste 3	Piste 4	
						pvm	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg	Kiintoaine g/kg
25.10	6,9	950	300	138,3	87,3	23.11			19,6	
30.10	6,7	940	350	139,5	103,9	25.11			21,8	
5.11	6,9	950	370	137,1	106,8	3.12			19,4	
12.11	8,3	950	420	115,0	101,7					
20.11	9,4	930	380	99,1	81,0					
25.11	9,5	950	440	99,7	92,3					
29.11	9,7	950	460	97,9	94,8					
04.12	9,1	940	410	103,9	90,6					
05.12	8,7	940	360	107,7	82,5					
09.12	8,8	940	410	106,8	93,2					
13.12	10,0	950	420	95,3	84,3					

1.12. - 13.12.2002

HONKASAARI

Ilmastus 21h (11-8), selkeytys 3h (8-11)

Pvm	Tuleva vesi (l)	Poistuva vesi (l)	pH Tuleva	pH Poistuva	Liu.P mg/l	Rauta (kg/kg P)	Laskeuma (ml,1/2h)	Laskeuma (50%, 1/2h)	Lietepatjan pinta (cm)	Lietteen- poisto (l)	Lietepit. (g/l)	Tiivistymä* (%)
1.12.	100,0	95,3		7,9	0,0	1,5	950	460	76	4,7		
2.12.	100,0	95,0	4,5	7,9	0,0	1,5	960	490	82	5,0		
3.12.	100,0	80,0		7,9	0,0	1,5	940	410	80	20,0		
4.12.	100,0	80,0			0,0	1,5	940	410	80	20,0	9,1	1,7
5.12.	100,0	80,0		7,9	0,0	0,9	940	360	67	20,0	8,7	1,9
6.12.	100,0	96,2		8,1	0,0	0,4	940	390	62	3,8		
7.12.	0,0	0,0								0,0		
8.12.	100,0	95,9			0,0	0,4	940	420	65	4,1		
9.12.	100,0	95,9		8,0	0,0	0,4	940	410	66	4,1	8,8	2,0
10.12.	100,0	95,9		8,0	0,0	0,4	950	420	67	4,1		
11.12.	100,0	95,9		8,0	0,0	0,4	950	440	69	4,4		
12.12.	100,0	95,3			0,0	0,4	950	420	75	4,7		
13.12.					0,0				81		10,0	1,9

* = Tiivistyneen lietteen kuiva-ainepitoisuus

KÄYTTÖPÄIVÄKIRJA Honkasaari**23.10. - 31.10.2002****HONKASAARI****Ilmastus 21h (11-8), selkeytys 3h (8-11)**

Pvm	Tuleva vesi (l)	Poistuva vesi (l)	pH tuleva	pH poistuva	Liu.P mg/l	Rauta (kg/kg P)	Laskeuma (ml, l/2h)	Laskeuma (50%, l/2h)	Lietepatjan pinta (cm)	Lietteenpoisto (l)	Lietepit. (g/l)	Tiivistymä* (%)
23.10	80,0	x	x	x	x	3,7			51	x		
24.10	60,0	56,5	5,2	8,1	0,5	4,1	950	300	56	3,5		
25.10	100,0	96,5				3,3			56	3,5	6,9	1,8
26.10	100,0	96,5			0,3	3,3	960	340	55	3,5		
27.10	100,0	96,4	4,7	7,7	0,3	3,3			55	3,5		
28.10	100,0	96,5		8,0	0,3	3,3	930		55	3,5		
29.10	100,0	96,2		8,0	0,2	3,3			60	3,8		
30.10	100,0	96,2			0,2	2,8			61	3,8	6,7	1,6
31.10	100,0	96,2	4,7	8,1	0,2	2,8	940	350	61	3,8		

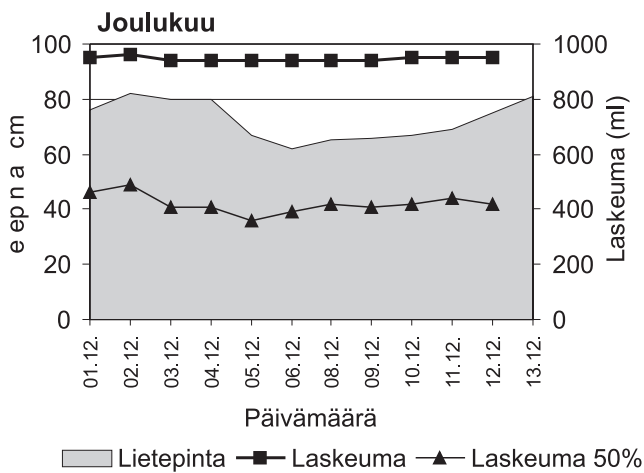
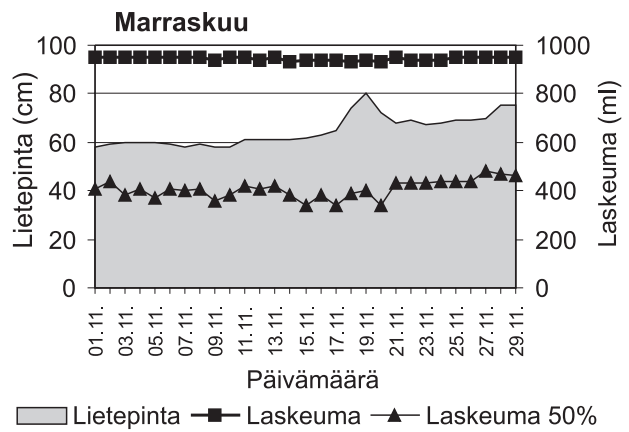
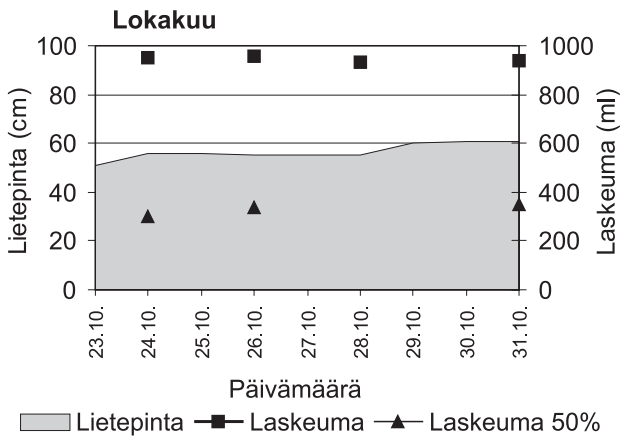
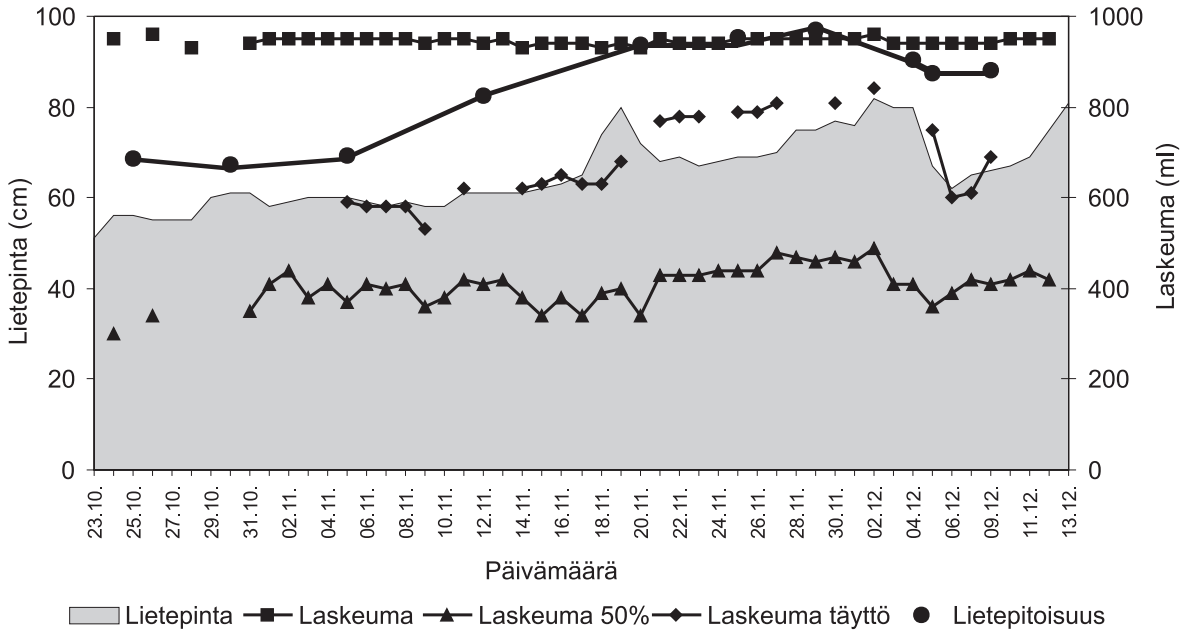
* = Tiivistyneen lietteen kuiva-ainepitoisuus

1.11. - 30.11.2002**HONKASAARI****Ilmastus 21h (11-8), selkeytys 3h (8-11)**

Pvm	Tuleva vesi (l)	Poistuva vesi (l)	pH tuleva	pH poistuva	Liu.P mg/l	Rauta (kg/kg P)	Laskeuma (ml, l/2h)	Laskeuma (50%, l/2h)	Lietepatjan pinta (cm)	Lietteenpoisto (l)	Lietepit. (g/l)	Tiivistymä* (%)
01.11	100,0	96,2		7,8	0,2	2,8	950	410	58	3,8		
02.11	100,0	96,2		7,7	0,1	2,8	950	440	59	3,8		
03.11	100,0	96,2		7,7	0,2	2,8	950	380	60	3,8		
04.11	100,0	96,2	4,7	7,7	0,2	2,8	950	410	60	3,8		
05.11	100,0	96,2			0,2	2,8	950	370	60	3,8	6,9	1,7
06.11	100,0	96,2			0,2	2,8	950	410	59	3,8		
07.11	100,0	96,2			0,2	2,8	950	400	58	3,8		
08.11	100,0	96,2			0,2	2,1	950	410	59	3,8		
09.11	100,0	96,2	4,8	7,3	0,2	2,1	940	360	58	3,8		
10.11	100,0	96,2			0,2	2,1	950	380	58	3,8		
11.11	100,0	96,2	4,6	7,3	0,2	2,1	950	420	61	3,8		
12.11	100,0	96,2		7,6	0,1	2,1	940	410	61	3,8	8,3	2,0
13.11	100,0	96,2		7,4	0,10	2,1	950	420	61	3,8		
14.11	100,0	96,1		7,8	0,2	2,1	930	380	61	3,9		
15.11	100,0	96,2	5,1	7,9	0,2	2,1	940	340	62	3,8		
16.11	100,0	95,9		7,8	0,2	1,5	940	380	63	4,1		
17.11	100,0	95,9		7,7	0,2	1,5	940	340	65	4,1		
18.11	100,0	95,3		7,9	0,2	1,5	930	390	74	4,7		
19.11	100,0	95,0		7,9	0,2	1,5	940	400	80	5,0		
20.11	100,0	95,6		7,9	0,1	1,5	930	340	72	4,4	9,4	2,0
21.11	100,0	95,6		8,0	0,1	1,7	950	430	68	4,4		
22.11	100,0	95,6		8,0	0,1	1,7	940	430	69	4,4		
23.11	100,0	95,9		8,0	0,1	1,7	940	430	67	4,1		
24.11	100,0	95,6		7,9	0,0	1,7	940	440	68	4,4		
25.11	100,0	95,6	4,5	7,8	0,0	1,7	950	440	69	4,4	9,5	2,1
26.11	100,0	95,6		7,9	0,0	1,7	950	440	69	4,4		
27.11	100,0	95,6		7,8	0,0	1,7	950	480	70	4,4		
28.11	100,0	95,3		7,9	0,0	1,7	950	470	75	4,7		
29.11	100,0	95,3		7,9	0,0	1,5	950	460	75	4,7	9,7	1,9
30.11	100,0	95,3		7,8	0,0	1,5	950	470	77	4,7		

* = Tiivistyneen lietteen kuiva-ainepitoisuus

Laskeumat 23.10-13.12.2002



Liite 4. Honkasaari panospuhdistamon mitoitusehdotus.

Altaiden mitoitus

Ilmastusaltaan tilavuudeksi tulisi n. 50 m³. Kuorimolla muodostuvan jäteveden tyyppillinen BOD-pitoisuus on 1 000 mg/l, jolloin päiväpanos on 15 m³ ja tilakuormaksi muodostuu 0,30kg BOD/m³/d.

Esimerkki ilmastusaltaan mitoista:

Altaan muoto: ympyrälieriö, korkeus = 3,5 m
halkaisija = 4,3 m ($V = n \cdot 50 \text{ m}^3$)

Altaan **täyttökorkeus on kolme ja puoli metriä**, kokonaiskorkeuden tulisi vaahdon hallitsemiseksi olla ainakin metrin korkeampi. Allas upotetaan osittain maan sisään jäätyämisen ehkäisemiseksi ja hoitotoimien helpottamiseksi.

Ennen varsinaista puhdistamoa vedet johdetaan tasausaltaaseen. Tasausallas varustetaan sekoitusmahdollisuudella (esim. potkurisekoitin) hajuhaittojen rajoittamiseksi. Tasauksesta ilmastukseen pumpataan päivittäin vakiomäärä vettä (15 m³), jolloin puhdistamoa voidaan pitää tasaisessa kuormassa ja näin taata hyvät edellytykset puhdistamon toiminnalle. Tasausallas vaimentaa myös veden laatuvahteluiden vaikutuksia.

Tasausallas jaetaan kahteen osaan. Ensimmäiseen osaan (esim. $V=20 \text{ m}^3$) jää pohjalle laskeutuvaa kiinteää ainesta, jota tyhjennetään tarvittaessa. Vesi siirtyy ylivuotona altaan toiseen osaan ($V=50 \text{ m}^3$), josta se pumpataan ilmastukseen. Puhdistamossa lietettä ilmastetaan 21 tuntia, selkeytymisjakso kestää 3 tuntia.

Kaikki kuorimon toiminnasta aiheutuvat vedet tulee johtaa tasausaltaaseen. Ylijäämälietteen käsittelyä varten rakennetaan oma allas ($V = 20 \text{ m}^3$).

Puhdistamolle tulevan kuorman hapettamiseen tarvitaan ilmaa noin 100 m³/h. Kompressorin on oltava riittävän tehokas tuottamaan haluttu määrä ilmaa. Ilmastusaltaan pohjalle asennetaan hienokuplailmastimia, jotka pystyvät puhaltamaan halutun happimäärän. Mahdollisesti aiheutuva meluhaitta huomioidaan myös ja kompressorihuone varustetaan asianmukaisilla eristyksillä.

Pumppaukset

Selkeytysjakson loppuvaiheessa pumpataan puhdistamolta 12,5 m³ kirkastunutta vettä pois. Ilmastuksen lähdettyä käyntiin pumpataan 2,5 m³ lietettä ylijäämälietealtaaseen. Tämän jälkeen uusi panos tulevaa vettä siirtyy tasauksesta puhdistamolalle.

Ylijäämälietealtaassa lietettä kerätään viikon ajan (yhteensä n. 18 m³). Keräysajan päätyttyä lietettä laskeutetaan yhden vuorokauden ajan. Tämän jälkeen voidaan kirkastunutta vettä pumpata poistoon vielä noin 10 m³. Tiivistynyt liete, jota muodostuu noin 8 m³ viikossa, siirretään jatkokäsittelyyn (esim. peltolevitys, kuivaus).

Fosforinpoisto

Fosfori saostetaan jätevedestä kemikaalin avulla. Päivittäinen 15 m³:n erä sisältää 300 g fosforia. Tämän määrän saostaminen vaatii 3,5 kg ferrosulfaattiannostuksen (2 kg rautaa fosforikiloa kohti). Annos riittää laskemaan liuenneen fosforin pitoisuuden alle 1 mg/l. Ferrosulfaattiannostuksen riittävyys voi tarkistaa seuraamalla fosforipitoisuuksia reagenssikokein tai näyteanalyysin.

Ferrosulfaattiliuos valmistetaan sekoittamalla 25 kg ferrosulfaattijauhetta 80 litraan lämmintä vettä. Liuoksen väkevyys on tällöin noin 310 g ferrosulfaattia litrassa vettä (310 g/l). Tätä liuosta annostellaan 12 litraa 15 m³:n päiväpanosta kohdeni.

Mitoitusarvot:

Ilmastusallas:	50 m ³
Tasausaltaat:	70 m ³ (20 m ³ + 50 m ³)
Ylijäämälieteallas:	20 m ³
Ilman tarve:	100 m ³ /h
Veden täyttö ilmastukseen:	15 m ³ /d
Selkeytyneen veden poisto:	12,5 m ³ /d
Lietteenpoisto:	2,5 m ³ /d
Tilakuorma:	n. 0,30 - 0,45 kg BOD/m ³ /d
Lieteikä:	20 d
Ferrosulfaatin syöttö:	3,5 kg/d
Ilmastus:	21 h
Selkeytys:	3 h

Kuvailulehti

Julkaisija	Pirkanmaan ympäristökeskus	Julkaisu-aika Helmikuu 2004
Tekijä(t)	Jukka Lammentausta ja Jouko Oksjoki	
Julkaisun nimi	Perunankuorimojätevesien käsittely panospuhdistamossa	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavilla myös internetistä: http://www.ymparisto.fi/julkaisut	
Tiivistelmä	<p>Perunan teollinen kuorinta on yleistynyt viemäröimättömillä alueilla toiminnan sopiessa maatalouden sivuelinkeinoksi. Elintarviketeollisuus on halukkaasti ulkoistanut kuormittavia toimia tuotannon alkulähteille. Myös ravintolat ja suurkeittiöt ovat siirtyneet kuoritun perunan käyttöön. Samalla haja-asutusalueelle on siirtynyt ympäristöä kuormittavaa potentiaalia melkoisesti. Haja-asutusalueen vesistökuormaan on alettu kiinnittää huomiota yksittäisten kiinteistöjen osalta. Lainsäädännössä on määrätty myös, että perunan tai juuresten käsittely- ja jalostuslaitos tarvitsee ympäristöluvan. Jo 10 m³/d vettä käyttävä kuorintalaitos voi kuormittaa ympäristöä saman verran kuin 1 000 asukkaan käsittelemättömät jätevedet. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli taloudellisesti edullisen ja toiminnaltaan varman puhdistusmenetelmän löytäminen kuorimojätevesien puhdistustarpeisiin. Päädyttiin panospuhdistusprosessin kokeiluun sen helppouden ja yksinkertaisuuden vuoksi. Lisäksi kyseisen tyyppin puhdistamoista oli saatu hyviä kokemuksia mm. maittiloilla. Tavoitteena oli luoda mitoitus- ja käyttömalli vihanneskuorinnan jätevesille. Suoritettujen kokeiden perusteella päädyttiin suosittamaan reilulla tasauksella varustettua, väljästi mitoitettua panospuhdistamoa kuorintavesien käsittelyyn. Kuorimitustasolla 0,35 kg BOD₅/m³* d ja ohjeellisella lieteiällä 25 vuorokautta päästään lähes 100 %:n käsittelytehoon niin orgaanisen aineen kuin fosforinkin osalta. Typenpoisto oli kokeissa yli 90 %. Puhdistamon väljä mitoitus ja riittävät tasaustoimet mahdollistavat melko yksinkertaisin ja päivittäin samanlaisin hoitotoimin vakaan käsittelytuloksen.</p>	
Asiasanat	peruna, kuorinta, elintarviketeollisuus, vesien suojeleminen, jätevesi, jätevedenkäsittely, jätevedenpuhdistamot, pienpuhdistamot	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Alueelliset ympäristöjulkaisut 330	
Julkaisun teema		
Projektihankkeen nimi ja projektin numero		
Rahoittaja/toimeksiantaja	Pirkanmaan ympäristökeskus	
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1573-4
		952-11-1574-2 (PDF)
	Sivuja 54	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 8 EUR
Julkaisun myynti/ jakaja	Pirkanmaan ympäristökeskus, puh. (03) 2420 111, faksi (03) 2420 266 Edita Publishing Oy, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita, puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380	
Julkaisun kustantaja	Pirkanmaan ympäristökeskus	
Painopaikka ja -aika	Tampereen Yliopistopaino Oy, Tampere 2004	

Presentationsblad

Utgivare	Birkalands miljöcentral	Datum Februari 2004
Författare	Jukka Lammentausta och Jouko Oksjoki	
Publikationens titel	Behandling av avloppsvatten från potatisskaleri i satsreningsverk	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: http://www.ymparisto.fi/julkaisut	
Sammandrag	<p>Industriell potatisskalning har blivit allt mera allmän på områden som saknar avlopp. Verksamheten passar väl som binäring till jordbruket. Livsmedelsindustrin har föredragit att placera funktioner med märkbar miljöbelastning till produktionskedjans urskälla. Även restauranger och storkök har börjat använda skalad potatis. Samtidigt har en hel del verksamhet med miljöbelastande potential flyttats till glesbygden. För de enskilda fastigheternas del i glesbygden har man börjat fästa uppmärksamhet vid den belastning som de åsamkar vattendrag. Lagstiftningen föreskriver också, att ett företag som bearbetar och förädlar potatis eller rotfrukt behöver ett miljötillstånd. Redan ett verk som brukar vatten 10 m³/d för skalningen kan belasta miljön lika mycket som orenat avloppsvatten från 1000 invånare. Syftet med denna utredning var att finna en ekonomisk och driftssäker reningsmetod för behandlingen av avloppsvatten från skaleriet. Man stannade för att testa ett satsreningsverk eftersom förfarandet ansågs vara lätt och enkelt. Dessutom fanns det goda erfarenheter av dylika reningsverk bl.a. från mjölkgårdar. Som mål hade man att få fram en modell som beräknar den optimala dimensioneringen och behandlingen för rengöringen av avloppsvatten som kommer från rotfruktskalningen. På basen av de utförda proven valde man att rekommendera ett tillräckligt dimensionerat satsreningsverk försedd med en tillräckligt stor utjämningsbassäng. Med en belastningsnivå på 0,35 kg BOD₅/m³* d och med en rekommenderad ålder av 25 dygn kommer man till en nästan 100 % behandlingsgrad beträffande både organisk substans och fosfor. Kvävereduktionen översteg vid de utförda proven 90 %. En tillräcklig dimensionering och utjämning av reningsverket möjliggör tillsammans med dagligen rutinmässigt utförda serviceåtgärder ett stabilt slutresultat.</p>	
Nyckelord	potatis, skalning, livsmedelindustri, vattenvård, avloppsvatten, avloppsrening, reningsverk, litet reningsverk	
Publikationsserie och nummer	Regionala miljöpublikationer 330	
Publikationens tema		
Projektets namn och nummer		
Finansiär/ uppdragsgivare	Birkalans miljöcentral	
Organisationer i projektgruppen		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1573-4
		952-11-1574-2 (PDF)
	Sidantal 54	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	Pris 8 EUR
Beställningar/ distribution	Birkalands miljöcentral, tel. +358 - 3 - 2420 111, fax +358 - 3 - 2420 266 Edita Publishing Ab, Kundservice, PB 800, FIN-00043 Edita, Finland, tel., +358 20 451 05, telefax +358 20 450 2380	
Förläggare	Birkalands miljöcentral	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Tampereen Yliopistopaino Oy, Tammerfors 2004	