

Maitohuonejätevesien käsittely pienoispuhdistamossa



Jari Vilén ja Mari Viirret

Maituhuonejätevesien
käsittely
pienoispuhdistamossa

TAMPERE 2001

Alkusanat

Hajakuormituksen merkitys vesistöjen laatua heikentävänä tekijänä on lähivuosina korostunut pistemäisen kuormituksen vähennyttyä. Hajakuormituksesta valtaosa aiheutuu maatalouden harjoittamisesta, lähinnä peltoviljelystä, mutta myös muusta alkutuotannosta. Maatalouden voimaperäistyessä yksikkökoot suurenevät, jolloin tuotanto alkaa muistuttaa tehokkuudeltaan ja ympäristövaikutuksiltaan yhä enemmän teollista tuotantoa. Tällöin lienee paikallaan myös päästöjen rajoittamistoimenpiteiden saattaminen teollisen tehokkuuden tasolle.

Maitotalouden jätevedet on perinteisesti, ja vielä varsin yleisesti, totuttu johtamaan sakokaivokäsittelyn jälkeen maastoon. On selvää, että ainakin vesistöjen läheisyydessä laadultaan erittäin kuormittavat maito- ja pesuvedet aiheuttavat ympäristöhaittaa. Maitotaloudesta syntyville jätevesille on kehitelty useita käsittelyvaihtoehtoja aina yksinkertaisesta liete- tai virtsasäiliöön johtamisesta erilaisiin maahanimeytyskenttiin.

Tässä työssä kehitettiin pienoiskokoista yhdyskuntajätevesien käsittelyssä jo kauan käytössä ollutta aktiivilieteprosessia panostekniikalla, jolloin puhdistamo toimii vuorokausiohjelman mukaisesti vaiheittain. Tekniikan etuja ovat mm. sen tehokkuus, helppo muunneltavuus, puhdistustuloksen tarkkailemisen mahdollisuus sekä laitoksen pitkäikäisyys ja vikatilanteiden sietokyky. Panospuhdistamossa käsitellään maitohuonejätevesien ohessa tilalla syntyvät asumajätevedet, jolloin saadaan hajakuormitusta vähennettyä myös tältä osin.

Tilojen vesiensuojelua voidaan edistää niin pesuaineisiin ja -tekniikoihin liittyvillä valinnoilla kuin itse jätevesien käsittelytekniikan kehittämällä. Panospuhdistamo on osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi laadultaan vaihteleville jätevesille. Tekniikkaa tulisi kehittää edelleen etenkin puhdistamon toimivuuden ja tuloksen tarkkailun osalta.



Sisällysluettelo

| | |
|---|-----------|
| Alkusanat | 3 |
| 1. Johdanto | 6 |
| 2. Maitohuonejätevesien vesistövaikutukset | 7 |
| 3. Jätevesien määrä ja laatu | 9 |
| 3.1 Maidonkeruujärjestelmän pesuvedet | 9 |
| 3.1.1 Pohjalan tila, Orivesi | 9 |
| 3.1.2 Mikkolan tila, Vilppula | 11 |
| 3.1.3 Suontaan kartano, Hattula | 12 |
| 4. Jätevesien käsittely | 14 |
| 4.1 Kloorin poistokoe | 14 |
| 4.2 Jäteveden pH | 15 |
| 4.3 Täsmäneutralointi | 15 |
| 4.4 Prosessiallas | 17 |
| 4.5 Suunniteltaessa huomioitava | 18 |
| 5. Koelaitokset | 20 |
| 5.1 Pohjalan tila, Orivesi | 20 |
| 5.1.1 Rakennuskustannukset | 20 |
| 5.1.2 Ylläpitokustannukset | 20 |
| 5.2 Mikkolan tila, Vilppula | 21 |
| 5.2.1 Rakennuskustannukset | 21 |
| 5.2.2 Ylläpitokustannukset | 21 |
| 5.3 Suontaan kartano, Hattula | 22 |
| 6. Puhdistustulokset | 23 |
| 6.1 Pohjalan tila, Orivesi | 23 |
| 6.2 Mikkolan tila, Vilppula | 24 |
| 6.3 Suontaan kartano, Hattula | 25 |
| 7. Puhdistamon ylläpito ja huolto | 26 |
| 7.1 Huolto | 26 |
| 7.2 Ongelmatilanteita | 27 |
| 8. Johtopäätöksiä ja tutkimustarpeita | 28 |
| Kirjallisuus | 29 |

Johdanto

Maitohuoneissa syntyy erittäin vaikeasti käsiteltäviä jätevesiä noin 400-1000 l d⁻¹, tilakoosta, navettatyypistä sekä pesutavasta riippuen. Jätevesiä muodostuu mm. lypsykoneen, maidonkeruuputkiston, tilatankin ja lypsyastioiden pesusta. Lypsykoneet ja maidonkeruuputkisto pestään yleensä automaattipesukoneella, joka toimii vaiheittain siten, että ensimmäisessä vaiheessa huuhdellaan putkisto ja lypsykone, toinen vaihe on varsinainen pesu ja kolmannessa vaiheessa pesuautomaatti huuhtelee koko järjestelmän. Tilatankki pestään, kuten lypsykonekin, automaattipesukoneella, joko erillisellä pesuautomaatilla tai samalla kuin lypsykonekin. Pesuohjelmat ovat samat.

Jätevedet johdetaan vallitsevan käytännön mukaan sakokaivojen kautta maastoon tai ojiin ja edelleen vesistöön.

Maidon käsittelylaitteistojen täytyy täyttää korkeat, jatkuvasti kontrolloidut maidontuotannon hygieniavaatimukset. Tämän vuoksi joudutaan käyttämään voimakkaita desinfiioivia emäksisiä pesuaineita. Happamia pesuaineita käytetään kalkki-, maitokivi-, ym. saostumien poistoon maidon käsittelylaitteistosta. Pesurytmi happamilla pesuaineilla määräytyy tilakohtaisesti. Maidonkeruulaitteistojen pesussa käytettävien aineiden tulee olla Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos EELAn hyväksymiä. Tällaisia tuotteita oli noin 70 kappaletta 1990-luvun lopulla (Helminen ym. 1998). Pesuaineiden tarkkaa koostumusta ei liiketaloudellisten syiden takia pidetä julkisina.

Koska tiloilla käytetyt pesumenetelmät vaihtelevat lähes tilakohtaisesti, samoin kuin pesuaineetkin, suuret vaatimukset kohdistuvat käytettävään jätevesien käsittelyjärjestelmään.

Hämeen ympäristökeskuksessa (vuodesta 1998 Pirkanmaan ympäristökeskus) käynnistettiin vuoden 1996 aikana hanke, jossa kehitettiin maitotiloille nykyaikainen, yleiset jätevesien käsittelylle asetettavat vaatimukset täyttävä, joustava, eri pesumenetelmille soveltuva puhdistusjärjestelmä. Puhdistusmenetelmä täyttää myös BAT-vaatimukset (Best Available Technique), eli on parhaan saatavilla olevan tekniikan mukainen.

Maitohuonejätevesien vesistövaikutukset

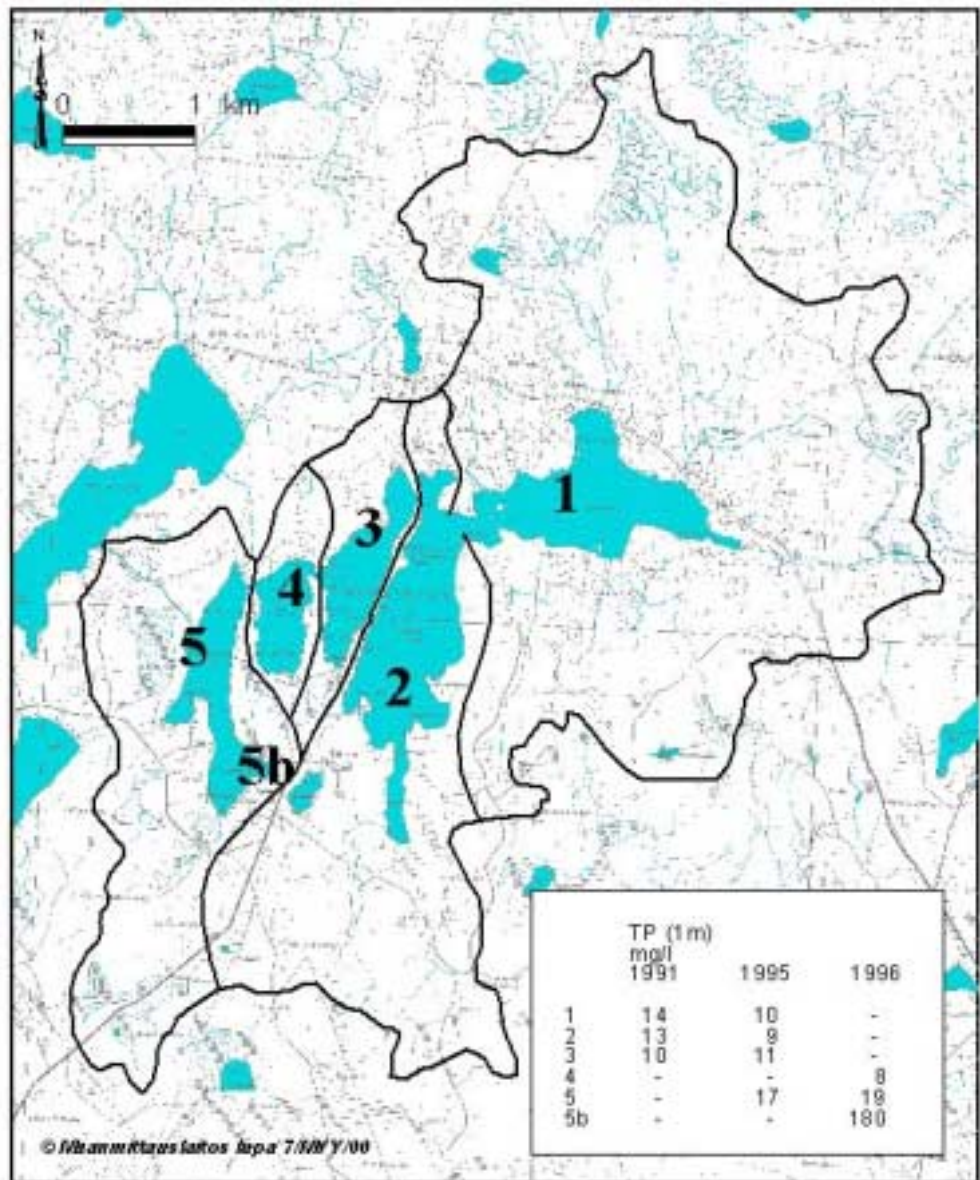
2

Maitohuonejätevesien vesistöön kohdistuva kuormitus on varsin huomattava. Maidon ja pesuaineiden sisältämä happea kuluttava aine aiheuttaa vesistössä happivajausta ja pesuaineiden fosfaatit yhdessä maidon fosforin kanssa lisäävät vesistön tuotantoa ja siten rehevöittävät purkupaikkaa. Myös maidon ja pesuaineiden tyyppi on ravinne, joka voi aiheuttaa rehevöitymistä. Maitohuonejätevesissä typpimäärät ovat pieniä verrattuna esim. asumajätevesiin. Maitotiloilla muodostuvien pesuvesien aiheuttama kuormitus asukasvastinelukuina voi nousta jopa 40:stä 70:een, mikä tarkoittaa, että kuormitus vastaa yhtä monen asukkaan käsittelemättömien jätevesien biologista hapenkulutuskuormaa.

Pesuaineissa käytetyt tehoaineet voivat aiheuttaa ongelmia vastaanottavassa vesistössä. Esimerkiksi desinfiointissa käytetty kloori on aktiivisessa muodossaan myrkyllistä, mutta reagoidessaan orgaanisen aineksen kanssa muuttuu yleensä haitattomiksi klorideiksi. Osa kloorista voi kuitenkin muodostaa ympäristölle haitallisia organoklooriyhdisteitä. Yhdistelmä- ja emäspesuaineita käytettäessä pH-arvot ovat myrkyllisen korkeita, ja hapanpesussa vastaavasti matala pH aiheuttaa ongelmia (Helminen ym. 1998).

Kuormituksella on vaikutuksia etenkin päästöjen kohdistuessa vesistönsiiniin, joissa virtaama ja veden vaihtuminen on vähäistä. Esimerkiksi Salusjärvi (kuva 1), jonka rannalla sijaitsee Mikkolan tila, on tällainen kuormitukselle herkkä järvi.

Salusjärven vesi on kirkasta ja sameus on vähäistä. Järven syvänteissä esiintyy hapen vajausta. Ravinnepitoisuuksien perusteella järvi on karu lukuunottamatta Vähäpuolta. Läntisin allas, Vähäpuoli, on fosforipitoisuuksien perusteella tulkittuna lievästi rehevä ja klorofyllipitoisuuksien perusteella rehevä. Näkösyvyys on ollut myös hieman pienempi Vähäpuolella kuin muissa osissa järveä. Vesi Salusjärvessä virtaa idästä länteen ja poistuu Vähäpuolen länsipuolelta, joten veden laadun heikentymiseen voi olla syynä vain Vähäpuolen ympäristöstä tuleva kuormitus. Tällä alueella sijaitsee yksi asuttu karjatila. Muut viisi kiinteistöä ovat kesämökkikäytössä. Havaintopaikan 5b tulokset viittaavat siihen, että juuri karjasuojan ja talouskeskuksen asumajätevesillä on merkitystä. Näiden jätevesien purkuputki sijaitsee rannalla havaintopaikan lähetyvillä.



Kuva 1. Salusjärven altaat jaettuna osavaluma-alueisiin sekä mitattuja kokonaisfosforipitoisuuksia järven eri osista.

Jätevesien määrä ja laatu

Jätevesien määrää ja laatua on tässä tutkimuksessa selvitetty kolmella erityyppisellä ja -kokoisella tilalla:

| | | | | |
|-------------|-------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| 3.1. | Pohjalan tila | Orivesi | 45 lehmää | pihatto |
| 3.2. | Mikkolan tila | Vilppula | 27 lehmää | parsinavetta |
| 3.3. | Suontaan kartano | Hattula | 100 lehmää | pihatto |

Jätevesien määrää mitattiin astiamittauksin, koska tiloilla ei ollut käytössä vesimitareita. Jätevettä analysoitiin sekä kokoomanäytteistä että eri pesuvaiheissa muodostuvista jätevesijakeista. Näytteet analysoitiin Hämeen ja myöhemmin Pirkanmaan ympäristökeskuksen laboratorioissa.

Asumajätevesiä ei ole erikseen analysoitu, koska em. vesistä on riittävästi aikaisemmissa tutkimuksissa saatua tietoa. Asukasta kohden arvioitu keskimääräinen typpikuorma on 12 g vuorokaudessa ja fosforikuorma 3 g (Vesihuolto 1973). Puhdistusjärjestelmän mitoitusarvojen laskemiseen sekä jätevesien laadun vertailuun on käytetty Mannilan luomutilan asumajätevesistä mitattuja pitoisuusarvoja (taulukko 1). Vedenkulutukseksi arvioitiin noin 150 l hlö⁻¹d⁻¹. Lisäksi mitoituksessa otettiin huomioon hetkelliset kulutusvaihtelut ja muut vedenkulutusta lisäävät tekijät.

Taulukko 1. Asumajäteveden kemiallisia ominaisuuksia Mannilan tilalla.

| Mitattu suure | arvo |
|--|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 110 |
| pH | 7,3 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 690 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 150 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 24 |

Mikkolan tilalta otettiin näytteitä myös tiski- ja pyykkikoneesta muodostuvista jätevesistä, jolloin havaittiin pyykinpesuvesissä olevan runsaasti tyypeä ja tiskikoneesta tulevissa erityisen paljon fosforia. Tiskikoneesta muodostui jätevettä 40-65 litraa pesuohjelmasta riippuen, pyykkikoneesta 80-110 litraa (Kolho 1999).

3.1 Maidonkeruujärjestelmän pesuvedet

3.1.1 Pohjalan tila, Orivesi

Tilalla on pihattotyyppinen, 45 lehmän navetta. Maidontuotantovälineet pestään siten, että emäksistä pesuainetta käytetään aamu- ja iltapesuun, happamalla pesuaineella tuotantovälineet pestään kerran viikossa. Tilalla on käytössä Alwa -au-

tomaattipesukone, johon on liitettyä maidonkeruuputkistoa noin 9 metriä. Näytteitä analysoitiin emäksisestä ja happamasta pesusta muodostuvista jätevesistä, sekä käsipesun jätevedestä.

Pohjolan tilalla maidonkeruuputkisto, lypsykone ja tilatankki pestään yhdistelmäpesuaineella Alfa-Laval 1+, joka sisältää synteettisiä tensidejä, natriumfosfaattia, karbonaatteja, silikaatteja sekä orgaanisia klooriyhdisteitä.

Taulukko 2. Maitohuoneen jätevesien kemiallisia ominaisuuksia käytettäessä yhdistelmäpesuainetta Alfa-Laval 1+.

| Mitattu suure | arvo |
|---|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 510 |
| pH | 10,2 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 1600 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 49 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 77 |
| Aktiivinen kok. Cl ₂ (mg l ⁻¹) | 5,2 |

Kaikki mitatut pitoisuudet - kokonaistyyppiä lukuun ottamatta - (taulukko 2) olivat korkeita verrattuna esim. asumajätevesiin (taulukko 1). Erittäin ongelmallista jätevesien biologista puhdistusta ajatellen ovat korkea pH ja klooripitoisuus, joiden perusteella arvioituna jäteveden myrkyllisyys on huomattava. Jäännöskloorin takia on puhdistusprosessin toiminnalle oleellisten mikrobien ja muiden pieneliöiden toiminta vaarassa.

Pohjolan tilalla maidonkeräyslaitteet pestään kerran viikossa hapanpesuaineella (taulukko 3).

Taulukko 3. Maitohuoneen jätevesien kemiallisia ominaisuuksia käytettäessä hapanta Jama-pesuainetta.

| Mitattu suure | arvo |
|--|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 530 |
| pH | 2,3 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 1300 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 140 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 6,1 |

Jäteveden kuormitusta kuvaavat pitoisuudet ovat korkeat myös hapanpesussa. Tosin fosforiarvot ovat huomattavasti matalampia, kuten luonnollisesti pH-arvotkin, verrattuna normaalipesuun. Pohjolan tilalla hapanpesuun käytettiin Jama-pesuainetta, joka sisältää sulfamiinihappoa, natriumbisulfaattia, natriumsulfaattia sekä tensidejä. Syntyvän jäteveden matalat pH-arvot ovat haitallisia biologisen puhdistamon kannalta.

Käsipesuaineet ovat koneelliseen käyttöön tarkoitettuja aineita miedompia, ja niiden pH-arvot ovat lähellä neutraalia. Pohjolan tilalla käytettävällä Tisko-käsipesuaineella pestäessä myös jätevesien kuormitusarvot jäivät konepesuaineita pienemmiksi (taulukko 4). Tilalla pestään käsin erilaisia maidonkäsittelyyn ja lypsyyntä tarvittavia astioita niin, että jätevesiä arvion mukaan muodostuu noin 150 litraa vuorokaudessa.

Taulukko 4. Maitohuoneen jätevesien kemiallisia ominaisuuksia käytettäessä Tisko-käsipesuainetta.

| Mitattu suure | arvo |
|--|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 62,3 |
| pH | 8,1 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 160 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 4,3 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 21 |

Käsipesussa syntyvät jätevedet eivät muodosta ongelmaa jätevesien biologiselle käsittelylle.

3.1.2 Mikkolan tila, Vilppula

Mikkolan 27 lehmän tilalla lypsykoneen pesussa syntyvät jätevedet analysoitiin siten, että jokaisessa pesuvaiheessa syntyvistä jätevesistä otettiin näytteet. Lisäksi analysoitiin kokoomanäyte. Mikkolan tilalla käytetyt pesuaineet olivat samat kuin Pohjalan tilalla Orivedellä. Erona Pohjalan tilaan Mikkolan tilalla hapanpesu tehdään kerran vuodessa.

Ensimmäinen huuhtelu

Ensimmäisessä huuhtelussa ei käytetä pesuaineita, joten tästä muodostuvassa jätevedessä näkyvät lähinnä maidonkeruujärjestelmän maitojäämät (taulukko 5). Huuhteluvesi sisältää verrattain paljon kiintoainetta, happea kuluttavaa ainesta ja ravinteita, mutta se ei aiheuta ongelmia biologiselle puhdistamolle pH:n ollessa lähes neutraali ja klooripitoisuuksien ollessa matalia.

Taulukko 5. Maidonkeruujärjestelmän ensimmäisestä huuhtelusta muodostuvan jäteveden ominaisuuksia Mikkolan tilalla.

| Mitattu suure | arvo |
|---|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 900 |
| pH | 8 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 2300 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 61 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 14 |
| Aktiivinen kok. Cl ₂ (mg l ⁻¹) | 0,08 |

Pesu

Varsinainen pesu Alfa Alkal 1+-yhdistelmäpesuaineella tuottaa fosforipitoista, emäksistä ja runsaasti aktiivista klooria sisältävää jätevettä, suurin osa kiintoainesta on kuitenkin jäänyt huuhteluveteen (taulukko 6).

Taulukko 6. Maidonkeruujärjestelmän varsinaisesta pesusta muodostuvan jäteveden ominaisuuksia Mikkolan tilalla.

| Mitattu suure | arvo |
|--|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 6,2 |
| pH | 10,8 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 120 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 45 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 320 |
| Aktiivinen kok. Cl (mg l ⁻¹) | 57 |

Jälkihuuhtelu

Jälkihuuhtelussa pesuaine huuhdotaan järjestelmästä. Tästä syntyvän jäteveden analyysituloksia on taulukossa 7. Tulosten perusteella tässä vaiheessa muodostuva jätevesi on jonkin verran emäksistä, mutta muutoin laadultaan varsin kelvollista biologiseen puhdistamoon.

Taulukko 7. Maidonkeruujärjestelmän jälkihuuhtelusta muodostuvan jäteveden kemiallisia ominaisuuksia Mikkolan tilalla.

| Mitattu suure | arvo |
|---|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 0,8 |
| pH | 9,9 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 15 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 2,5 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 11 |
| Aktiivinen kok. Cl ₂ (mg l ⁻¹) | 0,28 |

Kokoomanäyte

Maidonkeruujärjestelmän eri pesuvaiheiden jätevedet kerättiin yhteen ja tästä otettiin nk. kokoomanäyte. Tämän jäteveden kemialliset ominaisuudet edustavat osiensa keskiarvoa; se on varsin kuormittavaa, emäksistä ja sisältää jäämiä aktiivista klooria (taulukko 8).

Taulukko 8. Maidonkeruujärjestelmässä muodostuneiden jätevesien kokoomanäytteen kemiallisia ominaisuuksia.

| Mitattu suure | arvo |
|---|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 280 |
| pH | 10,6 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 730 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 36 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 100 |
| Aktiivinen kok. Cl ₂ (mg l ⁻¹) | 5,2 |

Jätevesianalyyseja tarkasteltaessa kiinnittyy huomio ensisijaisesti erittäin suuriin klooripitoisuuksiin, korkeaan pH-arvoon sekä korkeisiin ravinnepitoisuuksiin. Analyysien perusteella voidaan olettaa jäteveden olevan erittäin haitallista ympäristölle.

3.1.3 Suontaan kartano, Hattula

Suontaan kartano edustaa suurtuotantotilaa. Lypsykarjaa tilalla on noin 100 kpl. Karjakeittiön maidonkäsittelylaitteet ovat huomattavasti kookkaampia kuin edellä kuvatuilla tiloilla, mikä näkyy myös jäteveden määrässä. Jätevettä kertyy noin 1000 l vuorokaudessa. Pesumenetelmät ovat samanlaiset kuin muillakin tiloilla. Käytetyt pesuaineet ovat Alfa Alkal ja Alfa Cid -merkkisiä. Alfa-Alkal sisältää natriumhydroksidia ja natriumhypokloriittia.

Suontaan kartanon maidonkeruujärjestelmän pesuvedet vastaavat kemiallisten analyysien osalta melko hyvin Mikkolan ja Pohjalan tiloilla syntyviä pesuvesiä. Kaikkien kolmen tilan pesuvesien välillä näyttää tuloksissa olevan eroja, niin ettei sitä voida selittää pelkästään pesuaineiden erilaisuudella. Tosin näytemäärien ollessa näin pienet vertailuja voitaneen pitää lähinnä suuntaa-antavina. Ainoa selkeältä näyttävä ero on Suontaan kartanon pesuvesien matala fosforipitoisuus verrattuna muiden tilojen pesuvesiin (taulukko 9).

Taulukko 9. Suontaan kartanon maidonkeruujärjestelmän pesusta muodostuvan jäteveden ominaisuuksia. Pesuaineena on Alfa Alkal.

| Mitattu suure | arvo |
|---|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 730 |
| pH | 10,8 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | 1100 |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 69 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 11 |
| Aktiivinen kok. Cl ₂ (mg l ⁻¹) | 4,9 |

Alfa Cid -pesuaine, jolla Suontaan kartanon hapanpesu suoritetaan sisältää fosfori- ja rikkihappoa. Pesu suoritetaan kaksi kertaa viikossa, ja siitä syntyvät jätevedet ovat vahvasti happamia ja sisältävät melko runsaasti fosforia (taulukko 10).

Taulukko 10. Suontaan kartanon maidonkeruujärjestelmän hapanpesusta muodostuvan jäteveden kemiallisia ominaisuuksia. Pesuaineena on Alfa Cid.

| Mitattu suure | arvo |
|---|------|
| Kiintoaine (mg l ⁻¹) | 21 |
| pH | 2,8 |
| BOD ₇ (mg l ⁻¹) | - |
| Kok. N (mg l ⁻¹) | 2,5 |
| Kok. P (mg l ⁻¹) | 39 |
| Aktiivinen kok. Cl ₂ (mg l ⁻¹) | 0,92 |

Suurtuotantoyksikössä syntyvät jätevedet ovat samankaltaisia pitoisuuksiltaan kuin edellä esitetyt kahden pienemmän tilan jätevesien pitoisuudet. Jäteveden haitallisuus ympäristössä on oletetusti huomattava, sillä klooripitoisuudet ovat suuria sekä havaitut pH:n ääriarvot tappavia. Lisäksi typen ja fosforin pitoisuudet ovat korkeita kuten myös kuormitusta kuvaavan biologisen hapenkulutuksen arvot.

4

Jätevesien käsittely

Maito- ja eläintuotantajätevedet muodostuvat tyypillisesti kahtena ajanjaksona vuorokaudessa, aamu- ja iltalypsyjen jälkeen. Tällainen jaksollisuus sopii erityisesti nk. panospuhdistamoon (sequencing batch reactor, SBR), jossa jätevettä käsitellään jaksottain vaihtelevan ohjelman mukaisesti. Panospuhdistamo on muunnos perinteisestä yhteiskuntajätevesien käsittelyssä hyödynnetystä aktiivilieteprosessista ja sen on havaittu soveltuvan erityisen hyvin jaksottaisesti muodostuvien jätevesien käsittelyyn (Irvine et al. 1979).

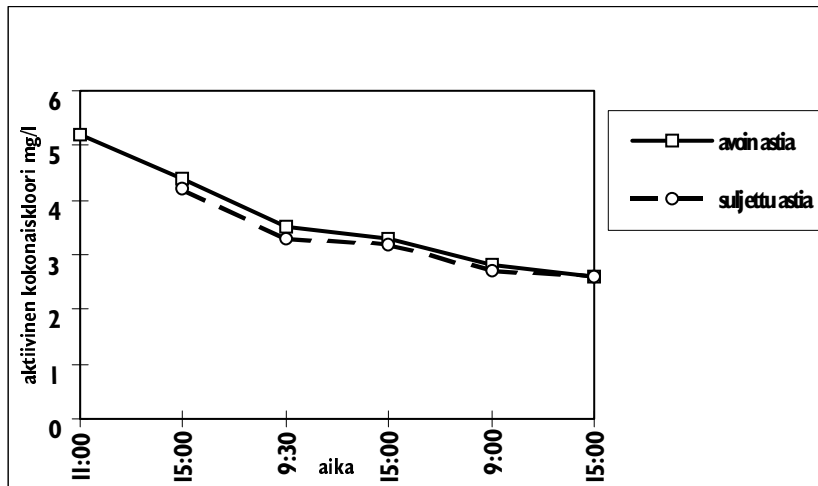
Maito- ja eläintuotantajätevesien käsittelyn lähtökohtana on jätevesien myrkyllisyyden vähentäminen niin, että ne voidaan käsitellä biologisesti. Jätevesien myrkyllisyys aiheutuu sekä pH:n ääriarvoista että jätevesien suurista klooripitoisuuksista. Biologisessa puhdistusprosessissa saadaan merkittävästi vähennettyä jäteveden happea kuluttavaa kuormitusta sekä ravinnemääriä.

4.1 Kloorin poistokoe

Vapaa kloori on myrkyllistä, mitä hyödynnetään klooriyhdisteitä sisältävissä, desinfiiovissa pesuaineissa. Kloorin käytöllä on kuitenkin negatiivisia seurauksia: suuret vapaan kloorin pitoisuudet tuhoavat biologista toimintaa niin, että biologisen puhdistamon toiminta on vaarassa. Toisaalta kloori voi muodostaa jäteveden orgaanisen aineksen kanssa reagoidessaan organoklooriyhdisteitä, joiden on todettu olevan haitallisia ympäristölle (Helminen ym. 1998).

Kloorin puhdistamolle aiheuttaman riskin sekä haittojen takia siitä ollaan erityisen kiinnostuneita. Kloorimääriä analysoitiin puhdistamolle eri pesuvaiheista tulevista jätevesistä aktiivisena vapaana kloorina sekä aktiivisena kokonaiskloorina.

Kloorin käyttäytymistä puhdistamossa pyrittiin selvittämään yksinkertaisella kokeella, jossa jäteveden klooripitoisuutta seurattiin näytettä seisotettaessa avonaisessa astiassa. Vertailunäytettä säilytettiin suljetussa astiassa. Kokeen tarkoituksena oli simuloida sakokaivo-oloja ja tarkastella jäteveden viipymän vaikutusta klooripitoisuuksiin. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kloori ei vähene riittävästi näytettä pelkästään seisotettaessa (kuva 2). Vaikka jätevesien käsittelyjärjestelmä rakennettaisiin siten, että jäteveden viipymä on pitkä, ei toivottavaa myrkyllisyyden vähenemistä tapahdu.



Kuva 2. Aktiivisen kokonaiskloorin käyttäytyminen näytteitä seisotettaessa avo-
naisessa ja suljetussa astiassa.

4.2 Jäteveden pH

Maituhuoneessa syntyvät jätevedet purkautuvat vaiheittain jätevesien käsittelyjärjestelmään. Jätevedet ovat usein joko vahvasti happamia (pH esim. 2,8) tai emäksisiä (pH 10,6) ja sellaisenaan hyvin haitallisia prosessin mikrobitoiminnalle. Tämän takia pH-arvojen tasaaminen on tärkeää.

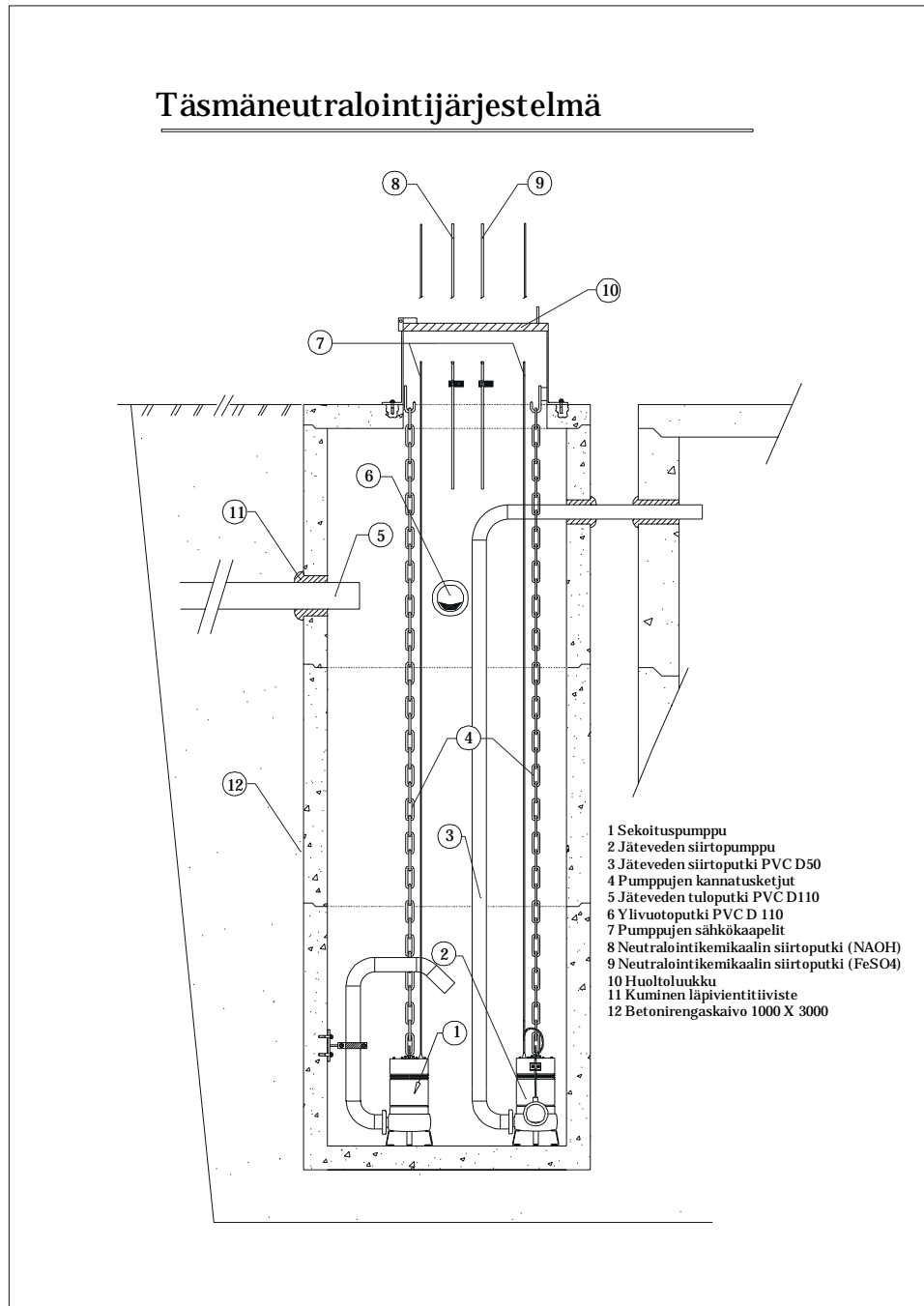
Vuoropesua käyttävillä tiloilla pestään laitteistot vuorotellen emäksisellä ja happamalla pesuaineella. Tällöin neutralointi tuntuisi varsin yksinkertaisesti toteutuvan aamu- ja iltalypsyvesien yhdistämisellä. Tätä keinoa testattiin muutamalla vuoropesua käyttävällä tilalla, mutta tulokset osoittivat, että lopputulokse-
na saatava jätevesi jäi usein liian happamaksi ja siten neutralointia vaativaksi.

4.3 Täsmäneutralointi

Tässä tutkimuksessa kehitetyssä tekniikassa maidonkeruujärjestelmän jätevedet kerätään ennen varsinaista puhdistusreaktoria esikäsitteilyyn, jossa pH säädetään lähelle neutraalia. Tämä tapahtuu nk. täsmäneutralointijärjestelmän avulla (kuva 3). Esikäsitteilyssä jäteveteen lisätyt kemikaalit ovat yleensä ferrosulfaatti ja toisinaan myös lipeä, jota lisätään hapanpesun yhteydessä pH:n nostamiseksi. Neutralointikaivon tilavuuden tulee olla ainakin 1 m³, mutta mikäli rakennusteknisesti on helpompaa tehdä suurempi (esim. yhtä korkea kuin prosessialtaasta), kannattaa näin tehdä.

Neutralointia ohjaa automaattinen ohjauskeskus, joka saa toimintakäskynsä lypsykoneen ja tilatankin pesukoneelta tai manuaalisesti. Ohjauskeskus antaa käskyt neutralointikemikaalien syöttöpumpuille sekä sekoittimelle, kun maidonkeruujärjestelmän pesu on tehty ja kaikki jätevedet ovat kerättynä. Neutralointi tapahtuu betonirenkaista valmistetussa tiiviissä kaivossa, jonka pohjalla on pumpu veden sekoittamista varten sekä siirtopumppu käsitellyn veden siirtämiseen varsinaiseen prosessialtaaseen. Kaivon täytyessä, esimerkiksi poistopumpun rikkoutumisen takia, kaivoon asennettu ylivuotoputki estää kaivon täyttymisen. Tällöin myös kaivojen toimintaa ohjaavat laitteet hälyttävät käyttäjälle.

Täsmäneutralointijärjestelmä

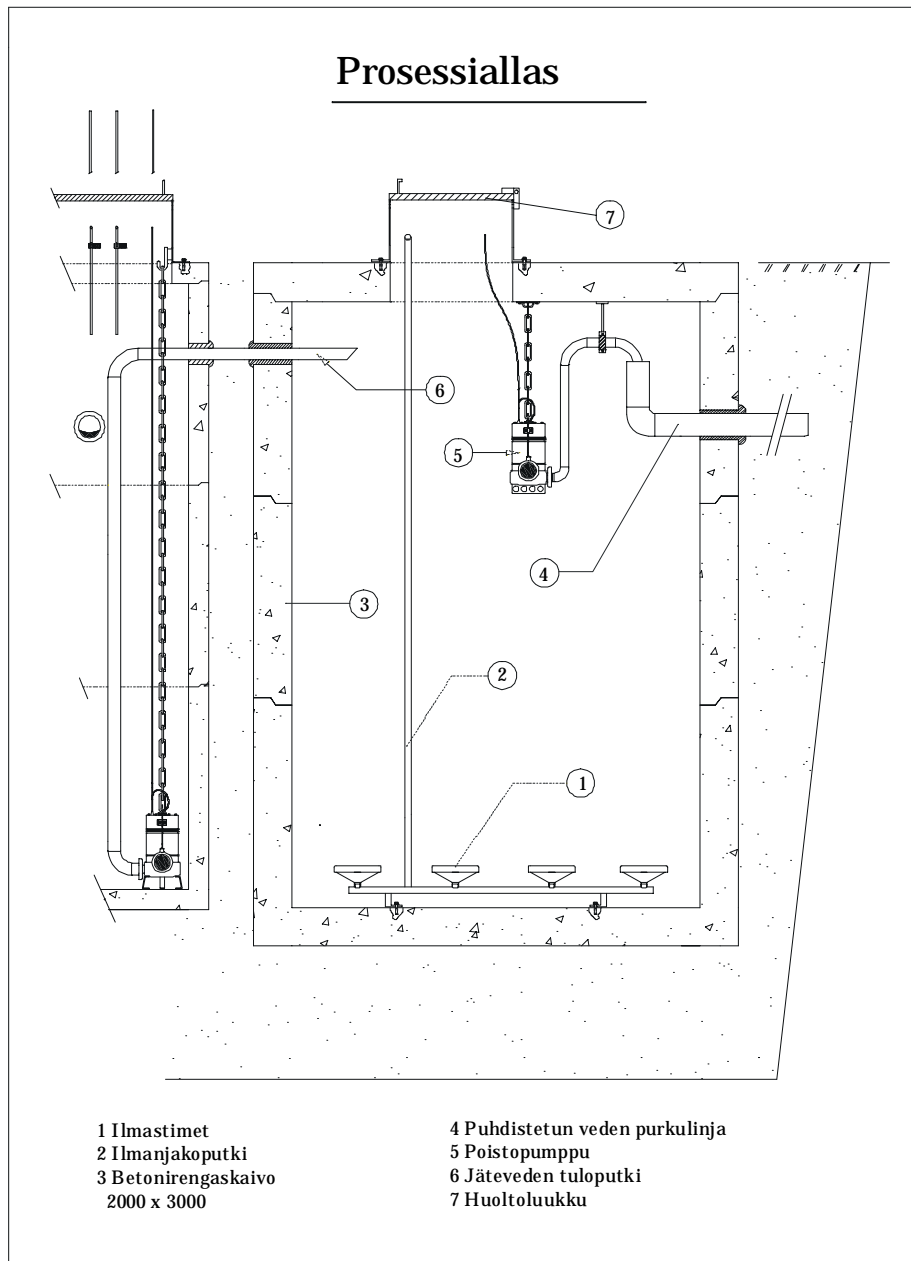


Kuva 3. Neutralointikaivon rakenne.

Normaalin pesun jälkeen neutralointikaivoon saapunut vesi on emäksistä ja klooripitoista. Automaattinen annostelija laskee jäteveden pH:n lähelle neutraalia (6-8) lisäämällä jätevetteen ferrosulfaattia. Ferrosulfaatin lisäys ja jäteveden sekoittaminen vähentävät haitallisen aktiivisen kloorin määrää. Mikäli maidonkeruujärjestelmä on pesty happamilla pesuaineilla, automaatti lisää kaivoon emäksistä lipeää ja ferrosulfaattia, jolloin pH saadaan neutraaliksi ja rinnakkaissaostuksen vaatima ferrosulfaatti annosteltua.

4.4 Prosessiallas

Neutraloitu jätevesi pumpataan jaksottaisesti toimivaan prosessialtaaseen (kuva 4). Jäteveden puhdistuminen altaassa perustuu biologisesti aktiivisen eliöstön olemassaoloon, joka kasvaessaan ja lisääntyessään sitoo jäteveden ravinteita ja siten sen kuormitusta. Jätevettä ja biomassaa kutsutaan yhdessä aktiivilietteeksi. Sitä ilmastetaan ja seisotetaan eli selkeytetään vuorokausiohjelman mukaisesti (esimerkkinä kuva 5). Ilmastuksen aikana aktiivilietteen happia kuluttavat mikrobit lisääntyvät ja sitovat jäteveden kemikaaleja. Selkeytysvaiheessa aktiivilietteen happipitoisuus laskee ja hapettomissa oloissa denitrifioivat bakteerit alkavat toimia muuttaen pelkistämällä jäteveden typpiyhdisteitä vapaaksi ilmakehän typeksi. Selkeytyksen aikana aktiivilietteen mikrobit sekä saostetut fosforiyhdisteet painuvat vettä raskaampina altaan pohjalle. Tällöin selkeytynyttä jätevettä voidaan purkaa pinnalta poistopumpun avulla purkulinjaa pitkin ojaan.



Kuva 4. Prosessialtaan rakenne

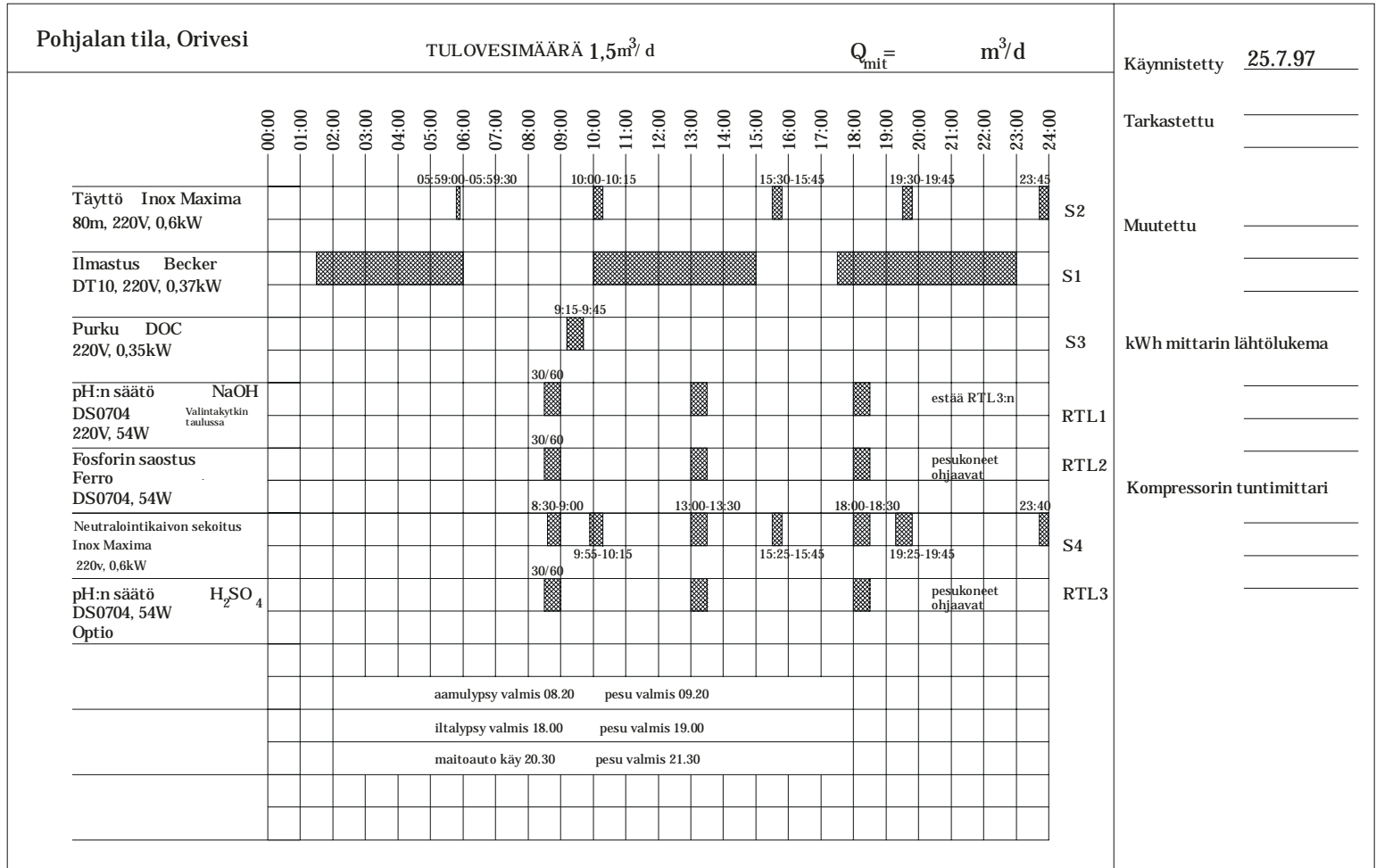
Prosessiallas on, kuten neutralointiyksikkökin, betonirenkaista valmistettu tiivis kaivo. Kooltaan se on edellistä neutralointikaivoa suurempi, noin 8 m³, ja poistopumppu on altaan yläosassa. Aktiivilietteen ilmastus tehdään lamellikompressorin avulla, josta ilma johdetaan teräsvahvisteisella kumiletkulla tukkeutumattomille hienokuplailmastimille. Samalla aktiiviliete sekoittuu. Laitos kuuluu matalakuormitteisiin pitkäilmastuslaitoksiin, joissa tyypillisesti muodostuu vain vähän ylijäämälietettä. Molempien yksiköiden, niin prosessialtaan kuin neutralointiyksikönkin toimintaa voidaan säätää lähes rajattomasti, joko analogisen tai digitaalisen järjestelmän avulla. Digitaalinen järjestelmä on suositeltavampi, sillä sitä on helppo säätää.

4.5 Suunniteltaessa huomioitava

Puhdistamon hyvän tuloksen saavuttamiseksi on suunnitteluvaiheessa kartoitettava jätevesien määrä ja laatu mahdollisimman tarkasti. Mitoituksessa on lisäksi otettava huomioon erittäin suuri, jopa useiden kymmenien prosenttien määrävaihtelu. Viemärointi on tarkistettava mahdollisten viallisten järjestelmien löytämiseksi ja korjaamiseksi sekä mahdolliset kuivatusvedet (salaojat) on erotettava käsittelyä vaativista jätevesistä. Asumajätevedet on käsiteltävä sakokaivoissa ennen puhdistamoon johtamista, maitohuoneen jätevesille riittää hiekan erottaminen. Liitteissä 1a, 1b ja 1c on esimerkkejä puhdistamon yleispiirustuksista.

Puhdistamoa varustettaessa on huomioitava vaatimukset laajan pH-alueen kestävydestä erityisesti neutralointikemikaalien annostelussa ja uppopumpuissa. Ilmastustarvetta arvioitaessa on otettava huomioon suuret kuormitusvaihtelut. Ilmastuksessa suositellaan käytettävän nk. hiililamellikompressoreja ja kumikalvoilmastimia. Prosessinohjausjärjestelmäksi kannattaa valita digitaalinen vaihtoehto, jonka säätäminen on analogista helpompaa.

Kuva 5. Pohjalan puhdistamon vuorokausiohjelma.



5

Koelaitokset

5.1 Pohjalan tila, Orivesi

Pohjalan tila sijaitsee Längelmäveden Pappilanselän rannalla. Puhdistamo, johon liitettiin myös asumajätevedet, otettiin käyttöön heinäkuussa 1997. Tilalla muodostuvien jätevesien määrää seurattiin kahden peräkkäisen vuorokauden aikana, jolloin huomattiin, että vuorokausivirtaamat voivat vaihdella huomattavan paljon. Ensimmäisen vuorokauden virtaama oli 1910 l, kun seuraavan päivän arvo oli 1500 l.

Puhdistamo mitoitettiin 1,4 m³:ksi neutralointikaivon ja 8 m³:ksi prosessialtaan osalta ja järjestelmää ohjaamaan asennettiin digitaalinen prosessikello. Puhdistamo rakennettiin navettarakennuksen etupuolelle pihaan, siten että tilan päärakennuksen sakokaivoista vietiin putket tien ali puhdistamoon (liite 2).

5.1.1 Rakennuskustannukset

Yhteensä Pohjalan jätevedenpuhdistamon verolliset kustannukset olivat noin 76000 mk, josta isännän oman työn osuudeksi laskettiin noin 2300 mk (taulukko 11).

Taulukko 11. Pohjalan puhdistamon rakennuskustannukset.

| Investointi | Kulut (mk) alv sisältyy |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Tekniset laitteet | 39040 |
| Betonikaivot | 17997 |
| Puhdistamorakennus | 6100 |
| Sähköasennukset | 4792 |
| Maanrakennus ja oma työ | 4529 |
| Tarvikkeet | 3689 |
| Yhteensä | 76147 |

5.1.2 Ylläpitokustannukset

Ylläpitokustannukset vastaavat Mikkolan puhdistamoa (kts. kappale 5.2.2) Energian kulutus puhdistamolla on noin 7 kWh vuorokaudessa, kemikaalikuluja muodostuu ferrosulfaatin ja lipeän kulutuksesta noin 350 mk vuodessa. Lisäksi jonkin verran lisäkuluja aiheutuu puhdistamorakennuksen lämmittämisestä kylmimpien kausien aikana, jolloin ferrosulfaatti on vaarassa jäätyä.

5.2 Mikkolan tila, Vilppula

Mikkolan tila Vilppulassa valittiin ensimmäiseksi kohteeksi, jossa koetoiminta aloitettiin. Omistaja halusi vähentää tilaltaan aiheutunutta jätevesikuormaa Salusjärven vesistöön, jonka vedenlaadussa oli havaittavissa heikentymistä. Puhdistamo asennettiin tavanomaiseen betonirengaskaivoon, jonka halkaisija on 1,5 m ja korkeus 3 m.

Maito huoneessa syntyvät jätevedet johdetaan lattiakaivojen kautta karjakeit-tiön viereiseen maanpinnan alapuolelle sijoitettuun betonirengaskaivoon, jossa jätevedet neutraloidaan. Kaivo on kuumapietty sisäpuolelta. Neutraloinnin jäl-keen jätevedet pumpataan viettoviemärilinjalle, johon liitettiin myös asuinraken-nuksessa syntyvät jätevedet. Tilan kahden vakituisen asukkaan asumajätevedet johdettiin viemärilinjalle suoraan vanhojen hyväkuntoisten sakokaivojen kautta (liite 3).

Mikkolan tilalla oleva puhdistamo rakennettiin kahdessa eri vaiheessa. Ensin suoritettiin maankaivutyöt sekä asennettiin viemärilinjat. Prosessikaivojen asen-taminen ja kaivojen saumojen tiivistäminen suoritettiin huolellisesti. Toisessa vai-heessa suoritettiin varsinainen koneasennus, joka käsitti neutralointi- ja SBR-puh-distamojärjestelmän ohjauskeskukset, kemikaalien syöttöpumppujen, ilmastimi-en, neutralointikaivon lapasekoittimen, jäteveden ja puhdistetun veden poisto-pumppujen asennukset sekä sähkötyöt.

Puhdistamon toimintoja ohjaamaan asetettiin analoginen segmenttikello, jossa on sähkökatkosten varalle järjestetty varakäynti. Puhdistamon ohjauskeskus ja kompressori sijoitettiin puhdistamon yhteyteen lumirajan yläpuolelle yhteiseen säänkestävään epoksimaalattuun metallikoteloon. Puhdistamon aktiivilietettä il-mastetaan kello viidestä aamulla kahteen yöllä (05-02), jona aikana puhdistamoon syötetään jätevedet. Kahdesta viiteen aamulla, siis kolmen tunnin ajan, reaktoris-sa on selkeytysjakso, jonka päätteeksi aktiivilietteen laskeutumisen jälkeen las-keutunut, puhdistettu jätevesi pumpataan poistoviemärilinjalle. Tämä vie noin kymmenen minuuttia.

5.2.1 Rakennuskustannukset

Asennukseen otti osaa viisihenkinen työryhmä siten, että sähköasentaja oli pai-kalla vain yhden työpäivän. Asennukset ja maanrakennustyöt suoritettiin talvel-la, mikä haittasi työsuorituksia ja nosti kustannuksia (taulukko 12).

Taulukko 12. Mikkolan puhdistamon rakennuskustannukset.

| Investointi | Kulut (mk) ilman alv |
|----------------------------|-----------------------------|
| Tekniset laitteet | 32200 |
| Betonikaivot + sora | 6790 |
| Maanrakennustyöt | 3080 |
| Sähköasennukset | 1518 |
| Tarvikkeet | 3134 |
| Yhteensä | 46722 |

5.2.2 Ylläpitokustannukset

Ylläpitokustannukset muodostuvat lähinnä energian kulutuksesta, jota tarvitaan pääosin kompressorin, mutta myös pumppujen ja mahdollisten sekoittimien toimintaan. Mikkolan tilalla puhdistamon energiakuluiksi vuodessa saatiin 1230 mk, kun energian hinnaksi oletettiin 40,3 p/kWh. Muita kuluja on laskettu aiheutuvan traktorin käytöstä reaktorin tyhjennyksessä, kemikaaleista, näytteiden analysoinnista sekä laitteistojen huollosta yhteensä noin 2000 mk vuodessa (Kolho 1999).

5.3 Suontaan kartano, Hattula

Suontaan kartano sijaitsee Hattulassa Vanajaveden Lepaan salmen rannassa. Liitteenä 4 on tilan asemapiirros, josta ilmenee puhdistamon sijoittelu. Rakennuskustannukset olivat noin 80 000 mk, josta koneiden osuus 50 000 mk. Energian kulutus on 10 kWh vuorokaudessa, josta aiheutuu noin 1500 mk vuosittaiset kulut. Ferrosulfaattia kuluu 3 litraa vuorokaudessa ja lipeää lisätään kaksi kertaa viikossa, jolloin vuosittaisiksi kemikaalikuluiksi muodostuu 500 mk.

Puhdistustulokset

Puhdistamoille tulevia ja niistä lähteviä jätevesiä sekä reaktorissa muodostuvaa lietettä analysoitiin Hämeen ja myöhemmin Pirkanmaan ympäristökeskuksen laboratorioissa. Näytteiden lukumäärät vaihtelivat puhdistamoittain, eniten tuloksia on Mikkolan tilan puhdistamosta, joka oli rakennetuista puhdistamoista ensimmäinen. Maitohuonevesien sisältämää fosforia testattiin levätestein, jolloin sen huomattiin olevan leville erittäin käyttökelpoista (Ekholm & Krogerus 2000).

Puhdistustuloksia verrataan tässä yhdyskuntajätevesille annettuihin normeihin sekä Tampereen kaupungin Raholan puhdistamon tuloksiin. On kuitenkin huomattava, että yhdyskunta ja teollisuusjätevesiä koskevat lait ja asetukset velvoittavat asukasvastineluvultaan huomattavasti suurempia yksiköitä, joissa on jatkuva valvonta sekä siihen koulutettua henkilökuntaa. Maitohuonejätevedet poikkeavat myös laadultaan yhdyskuntajätevesistä erityisesti korkean fosforikuorman osalta, lisäksi kiintoaineen ja biologisen hapenkulutuksen arvot ovat yhdyskuntajätevesiä korkeampia, jolloin hyvillä puhdistusprosentteillakaan ei päästä yhtä pieniin loppupitoisuuksiin.

EU-direktiivi vaatii 10 000-100 000 asukasvastineluvun puhdistamoilta lähtevän jäteveden fosforipitoisuuden alittavan 2 mg l^{-1} , typen 15 mg l^{-1} , $\text{BOD}_{7:n}$ 30 mg l^{-1} ja kiintoaineen 35 mg l^{-1} . Suomen määriteltä vesistönsä herkästi haavoittuviksi BOD_{7-} arvojen minimirajaksi tuli 15 mg l^{-1} ja fosforille $0,8 \text{ mg l}^{-1}$ (Valtioneuvosto 1994).

6.1 Pohjalan tila, Orivesi

Pohjalan tilalla asui 7 henkilöä, joiden jätevedet johdettiin maitohuoneessa syntyneiden vesien lisäksi puhdistamoon. Puhdistamolle tulevia vesiä analysoitiin erilaisten pesujen osalta neljä kertaa (kts. 3.1.) ja puhdistamolta lähteviä vesiä neljä kertaa. Pesuvesien kuormitus vastasi biologisen hapenkulutuksen osalta seitsemän ja fosforin osalta kahdeksan henkilön tuottamaa kuormaa. Koska asumajätevesiä ei erikseen analysoitu, arvioitiin asukasmäärän perusteella puhdistamoon tulevan yhteensä 14 asukkaan hapenkulutusta ja 15 asukkaan fosforintuottoa vastaavat kuormat.

Puhdistamolta lähtevä vesi oli kolmella analysointikerralla neljästä laadultaan hyvää. Tulokset alittivat EU-direktiivin (Valtioneuvosto 1994) vaatimukset kaikkien muiden asetettujen muuttujien, paitsi typen osalta (taulukko 13). Biologisen hapenkulutuksen (BOD_{7-}) ja osin fosforinkin osalta arvot alittivat jopa edellisistä tiukemmat kansalliset asetukset. Asukasvastineluvuiksi muutettuna puhdistamolta poistuvat BOD_{7-} kuormat vastaavat alle 0,18 henkilöä ja fosforikuormat alle 0,8 henkilön kuormaa. Tuloksia voidaan pitää hyvinä myös verrattuna Tampereen kaupungin Raholan puhdistamon tuloksiin (taulukko 13).

Taulukko 13. Pohjalan tilan puhdistamolta 27.1.1999 lähteneen jäteveden ominaisuuksia. Viimeisessä sarakkeessa Raholan puhdistamon tulosten vaihteluvälejä vuonna 1999.

| Analyysi | yksikkö | lähtevä jätevesi | lähtevä jv. Rahola |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Kiintoaine | mg l⁻¹ | 7,0 | 5,0 - 44 |
| Sähkönjohtokyky | mS m⁻¹ | 71,5 | |
| pH | | 6,6 | |
| COD_{Cr} | mg l⁻¹ | 26 | |
| BOD₇ | mg l⁻¹ | 3,0 | 4,3 - 19 |
| Kok N | mg l⁻¹ | 20 | |
| NH₄-N | mg l⁻¹ | alle 0,4 | |
| Kok P | mg l⁻¹ | 0,5 | 0,22 - 1,1 |
| Kok P liuennut | µg l⁻¹ | 330 | |
| PO₄-P | µg l⁻¹ | 300 | |
| PO₄-P liuennut | µg l⁻¹ | 270 | |
| Rauta | µg l⁻¹ | 440 | |
| Rauta liuennut | µg l⁻¹ | 210 | |

6.2 Mikkolan tila, Vilppula

Mikkolan puhdistamolta lähtevää jätevettä analysoitiin yhteensä 11 näytteestä ja aktiivilietettä 3 kertaa vuosien 1997 ja 1999 välillä. Mikkolan puhdistamolle saapuvaksi keskimääräiseksi jätevesivirtaamaksi arvioitiin 1090 litraa vuorokaudessa. Analysoitujen tulevien ja lähtevien jätevesien perusteella arvioitiin puhdistamoon tulevan noin 10 henkilön biologista hapenkulutuskormaa ja 22 henkilön fosforikuormaa vastaava jätevesikuorma. Puhdistamolta poistuva kuormitus vastasi biologisen hapenkulutuksen osalta 0,4:ä ja fosforin osalta 0,7:ä asukasta.

Lähtevän jäteveden pitoisuuksia verrattaessa EU-direktiivin (Valtioneuvosto 1994) vaatimuksiin huomataan, että useimpien muuttujien (BOD₇, fosfori, typpi, COD_{Cr} ja kiintoaine) osalta puhdistamo läpäisee luparajat. Kansalliset rajat jäävät osin täyttymättä.

Lietteen raskasmetallipitoisuuksia analysoitiin lokakuussa 1997 otetusta näytteestä. Raskasmetallipitoisuudet ovat oleellisia päätettäessä lietteen soveltuvuudesta peltolannoitukseen. Taulukossa 14 on lietteen metallipitoisuuksia laskettuna lietteen kuiva-ainetta kohti. Pitoisuudet eivät ylitä puhdistamolietteen lannoittekäytölle asetettuja raja-arvoja (Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston ohje 1991).

Taulukko 14. Mikkolan tilan puhdistusreaktorin aktiivilietteen metallipitoisuuksia lietteen kuiva-ainetta kohti laskettuna.

| Metalli | yksikkö | pitoisuus |
|-----------------|---------------------------|------------------|
| rauta | mg kg⁻¹ | 67000 |
| mangaani | mg kg⁻¹ | 1700 |
| alumiini | mg kg⁻¹ | 21000 |
| arseeni | mg kg⁻¹ | 3 |
| kadmium | mg kg⁻¹ | 0,9 |
| koboltti | mg kg⁻¹ | 10 |
| kromi | mg kg⁻¹ | 31 |
| kupari | mg kg⁻¹ | 450 |
| lyijy | mg kg⁻¹ | 16 |
| nikkeli | mg kg⁻¹ | 17 |
| sinkki | mg kg⁻¹ | 700 |

6.3 Suontaan kartano, Hattula

Suontaan kartanoa voidaan pitää - ainakin vielä nykyisin - poikkeuksellisen suurena yksikkönä. Maitohuonepesuvesiä kertyi 1000 l vuorokaudessa ja asukkaita tilalla oli 8. Suuremman tilakoon takia kuormitukset ovat huomattavasti edellä kuvattuja tiloja suurempia. Jätevedet ovat kuitenkin laadultaan edellisten kaltaisia.

Puhdistamolta lähteviä jätevesiä on analysoitu kaksi kertaa, jolloin ensimmäiset tulokset olivat hyviä: sekä biologisen hapenkulutuksen että ravinteiden pitoisuudet alittivat EU-direktiivin (Valtioneuvosto 1994) puhdistamoille asettamat rajat. Toisella kerralla analyysi oli suppeampi, mutta fosforiarvot jäivät melko korkeiksi.

7

Puhdistamon ylläpito ja huolto

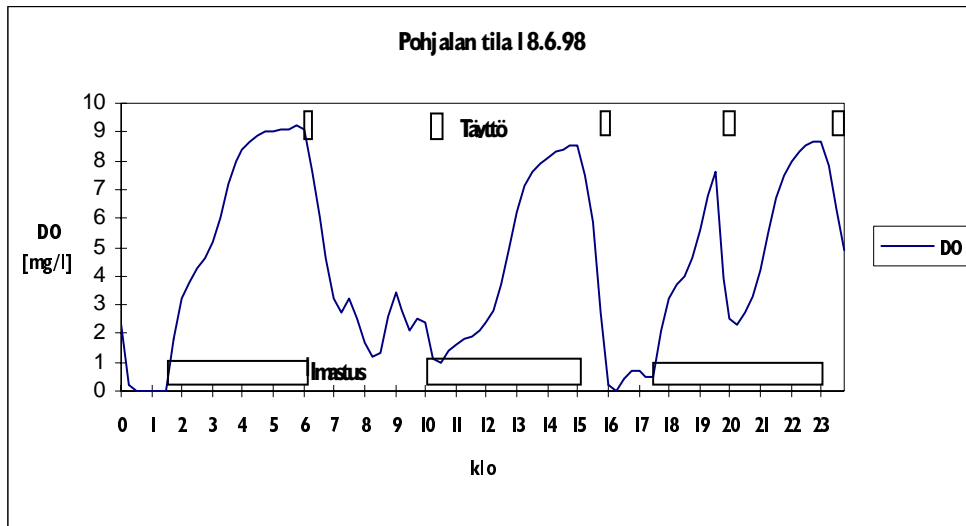
7.1 Huolto

Reaktorin puhdistuskyky on oleellisesti riippuvainen aktiivilietteen laadusta ja määrästä. Puhdistamon huoltaja voi yksinkertaisella menetelmällä tutkia milloin reaktorista tulee poistaa lietettä: ilmastettua jätevettä otetaan litran vetoiseen mittalasiin ja lietteen pinnan laskeutumista seurataan puolen tunnin välein kolmen tunnin ajan. Mikäli liete ei tässä ajassa laskeudu litran mittalasissa 400 millilitraan tai tätä pienempään tilavuuteen (kts. liite 5), on aika poistaa reaktorista lietettä kuution verran.

Lietteen lisääntyessä sen kuluttama hapen määrä kasvaa (kuva 6), tällöin ilmastuksen teho heikkenee ja lietetilavuus kasvaa. Mikäli reaktorissa on lietettä liikaa tai se ei laskeudu selkeytysjakson aikana pohjalle, reaktorin poistopumppu poistaa puhdistuneen jäteveden sijasta lietettä. Laskeutuvuutta kannattaa tarkkailla vähintään joka toinen kuukausi. Arvioitu lietteen tyhjennystiheys on 2-3 kertaa vuodessa.

Neutralointikemikaalien riittävydestä ja annostelupumppujen toiminnasta on huolehdittava. Kemikaalien käsittelyssä on noudatettava varovaisuutta; lipeä on syövyttävää ja ferrosulfaatti voimakkaasti ihoa, silmiä ja limakalvoja ärsyttävää (Alavakeri ym. 1986). Kaivojen täyttymistä ja tyhjentyistä on seurattava mahdollisten pumppuvikojen ja tukkeumien varalta. Kaivojen liiallisesta täyttymisestä järjestelmä hälyttää. Seuranta vaativia kuluvia osia ovat myös kompressorin ja ilmastimet, joita seurataan ohjauskeskuksen käyntituntimittarista. Kompressorin tulee vaihtaa noin kolmen vuoden välein hiililamellit. Ilmastimilla on noin 15-20 vuoden käyttöikä.

Panospuhdistamon toimintaa on mahdollista muokata prosessiteknisesti vastaamaan muuttuneita tarpeita ja oloja esim. pesuaineita muutettaessa. Aktiivilietteen toimintakyky voidaan väliaikaisesti menettää häiriöiden seurauksena, jolloin lähtevän jäteveden laatu huononee. Järjestelmä ei kuitenkaan tuhoudu, vaan palautuu häiriön poistuessa toipumisajan jälkeen ennalleen. Panospuhdistamoa voidaan pitää lähes ikuisena ratkaisuna, mikäli sen huoltamista ei laiminlyödä.



Kuva 6. Pohjalan puhdistamon prosessialtaan happipitoisuuden vaihtelu vuorokauden ajalta.

7.2 Ongelmatilanteita

Hydraulinen ylikuorma vuotavien viemärijärjestelmien takia heikentää puhdistamon tehoa. Tämän takia jo puhdistamon rakentamista suunniteltaessa on varmistettava viemärijärjestelmän toimivuus ja mikäli vanhan verkoston laatu on epäilyttävä, kannattaa se uusia kokonaan.

Puhdistamon mitoituksen mukaisen kuormituksen raju ylittäminen saa aktiivilieteprosessin toimintakyvyttömäksi. Tällainen ylikuormitus voi olla seurausta maidonkeruuputkiston rikkoontumisesta, tilatankin tyhjennysventtiilin auki jäämisestä tai pesuaineylimäärien pääsystä viemäriin. Myös antibioottimaidon päästäminen puhdistamoon on erittäin haitallista, sillä antibiootit tappavat mikrobeja. Mikäli tilanne huomataan ajoissa, voidaan puhdistamosta kytkeä virta pois ja pumpata ylikuormitusta aiheuttava jätevesi neutralointikaivosta esim. lietelantalaan. Jos onnettomuutta ei huomata riittävän ajoissa ja kuormittava jätevesi pääsee prosessialtaaseen saakka, täytyy puhdistamon toimintaa seurata laskeutumiskokeen avulla säännöllisesti joka toinen vuorokausi. Ylikuormituksesta on seurauksena voimakas lietteenkasvu, jolloin sitä voidaan joutua poistamaan prosessialtaasta useita kertoja laskeutuskokeen tuloksen mukaisesti. Parin viikon kuluttua toiminnan pitäisi palautua ennalleen.

Fosforinpoistotehon heikkenemistä voi olla hankala havaita, mutta jos näin käy, kannattaa tarkistaa käytetyn ferrosulfaatin pitoisuus sekä annostelupumpun toiminta. Myös lietteen laskeutumista kannattaa mitata.

Teknisten laitteiden osalta tulee ottaa yhteys laitetoimittajaan, jolta kannattaa jo hankkiessa pyytää käytön opastus ja huolto-ohjeet. Joillakin laitetoimittajilla on myös takuu puhdistamon tuloksellisuudesta, jolloin he sitoutuvat testaamaan puhdistustuloksen ja tekemään mahdollisia muutoksia tavoitteisiin pääsemiseksi.

8

Johtopäätöksiä ja tutkimustarpeita

Panospuhdistamo on osoittautunut lupaavaksi järjestelmäksi maitotaloudessa syntyvien ongelmallisten jätevesien käsittelyssä. Yksikkökokojen kasvaessa myös jätevesien määrät kasvavat. Maito- ja eläintalouksien jätevesiä on perinteisesti juoksutettu sako-kaivojen kautta maastoon, mitä ei voida pitää kestäväna toimintana. Johtaminen lietesäiliöihin ei ole välttämättä paras tapa eikä edullistakaan; jätevedet kasvattavat säiliöiden kokotarvetta, kuten myös tyhjennystarvetta ja sitä kautta työtunteja sekä mahdollisesti levitykseen liittyviä huuhtoutumisriskejä.

Puhdistamon käytöstä aiheutuneita kuluja (2,50 mk m⁻³ + alv) ei voitane pitää korkeina, mikäli niitä verrataan esimerkiksi Tampereen kaupungin perimiin jätevesimaksuihin (5,80 mk m⁻³ + alv). Puhdistamon perustamiseen voi saada Työvoima- ja elinkeinokeskuksesta investointi- ja ympäristötukea. Panospuhdistamolla vähennetään myös tilan asumajätevesistä aiheutuvaa kuormitusta niiden toimiesä samalla laimennoksena osin myrkyllisillekin maito- ja eläintalouksien pesuvesille.

Selkeitä tutkimustarpeita panospuhdistamon toiminnassa vielä on. Yksityiskohtaisia ja kattavia analyysituloksia kaivattaisiin tarkkojen ainetaseiden ja puhdistustehojen laskemiseksi. Lisäksi puhdistamoiden toiminnan kannalta olisi edullista yhtenäistää tiloilla käytettyjä pesumenetelmiä ja -kemikaaleja. Lähes tilakohtaisesti vaihtelevat menetelmät vaikeuttavat yleispätevien puhdistamo-ohjelmien käyttöönottoa.

Puhdistamon valvontaa tulisi kehittää, ajatuksena on ollut mm. kaukovalvontajärjestelmän kehittäminen esim. kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle, jolloin seuranta saataisiin lähes ympärivuorokautiseksi.

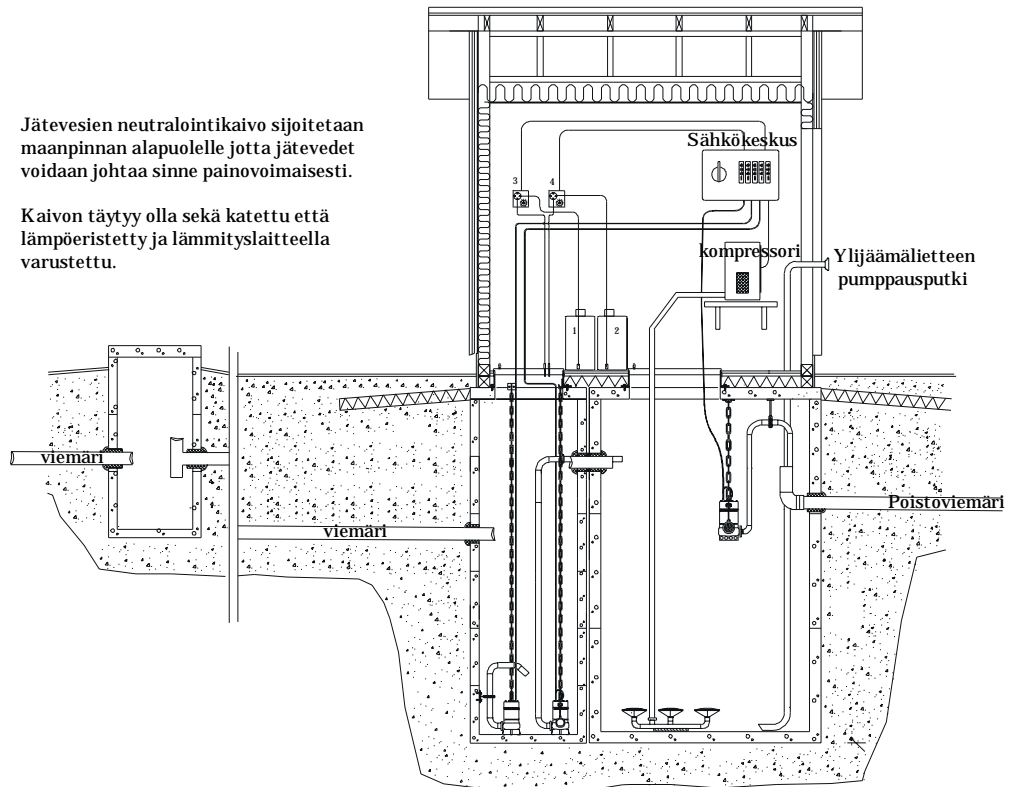
Kirjallisuus

- Alavakeri, M., Latvanen, H. & Pääkkönen, J. 1986: Ferrosulfaatin käyttöopas. Suunnittelukeskus Oy. 31 s.
- Ekholm, P. & Krogerus, K. 2000: Determining Algal-available Phosphorus of Differing Origin: Routine Phosphorus Analyses vs. Algal Assays. (submitted to Journal of Environmental Quality on Nov. 17th 2000).
- Helminen, J., Manninen, E., Mattila, E., Niskanen, H., Pankakoski, M., Vaara, R., Laine, H., Vuorinen, L. 1998: Maitotilan jätevedet. Valion Alkutuotannon ja Jäsenyhteisöjen julkaisu nro 2. 48 s.
- Irvine, R.,L., Miller, G. & Bramrah, A. S. 1979: Sequencing batch treatment of wastewaters in rural areas. Journal Water Pollution Control Federation. Vol 51,2:244-254.
- Kolho, E. 1999: Sequencing batch reactor (SBR) in nitrogen removal of dairy farm wastewaters. M. Sc. Thesis University of Glamorgan. 66 p
- Valtioneuvoston päätös N:o 365/1994.
- Vesihuolto 1973: RIL 93 Suomen rakennusinsinöörien liitto. Helsinki. s. 53-54.
- Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston ohje 4/1991.

SBR

Sovellus maito- ja huonevesille

LEIKKAUS B-B



Jätevesien neutralointikaivo sijoitetaan maanpinnan alapuolelle jotta jätevedet voidaan johtaa sinne painovoimaisesti.

Kaivon täytyy olla sekä katettu että lämpöeristetty ja lämmityslaitteella varustettu.

Jätevesien neutraloinnissa käytetään kahdenlaista kemikaalia:

Astiassa numero 1 Ferrosulfaattiliuos

Astiassa numero 2 Liipeäliuos

Kemikaalit annostellaan kalvopumpuilla 3, ja 4. Pumpujen toiminta on ohjelmoitu ohjauskeskukseen.

SBR jätevedenpuhdistamo

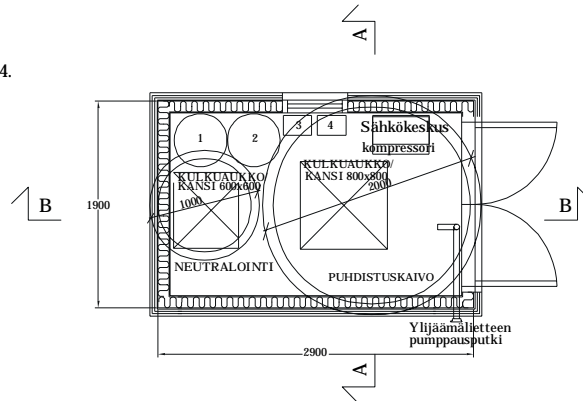
Sovellus maito- ja eläintaloudenvesille

Astiassa numero 1 Ferrosulfaattiliuos

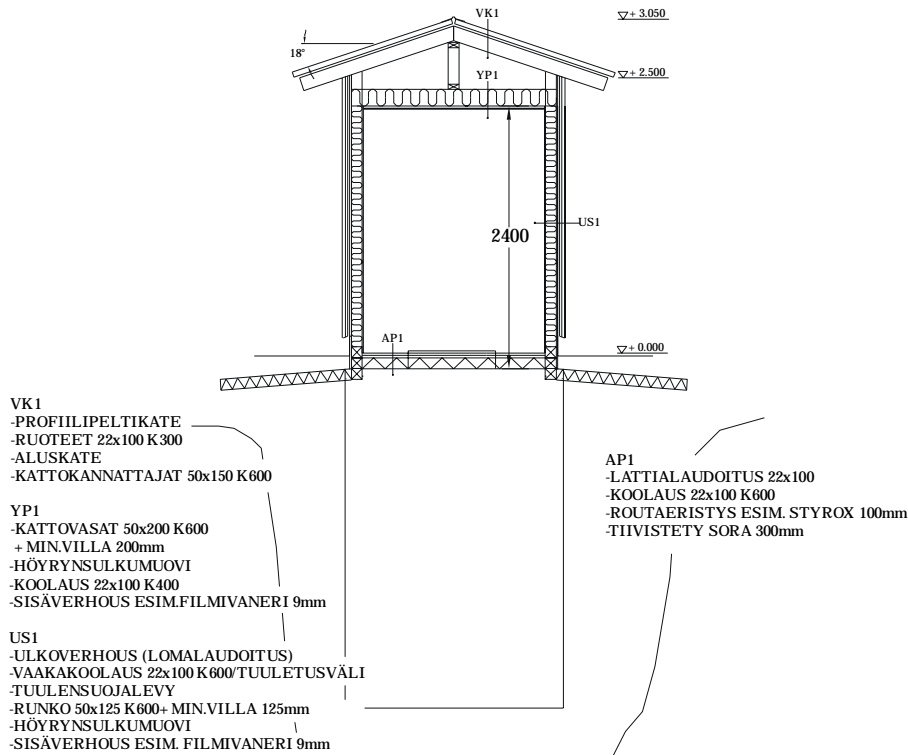
Astiassa numero 2 Liipeäliuos

Kemikaalit annostellaan kalvopumpuilla 3. ja 4.
Pumppujen toiminta on ohjelmoitu ohjauskeskukseen.

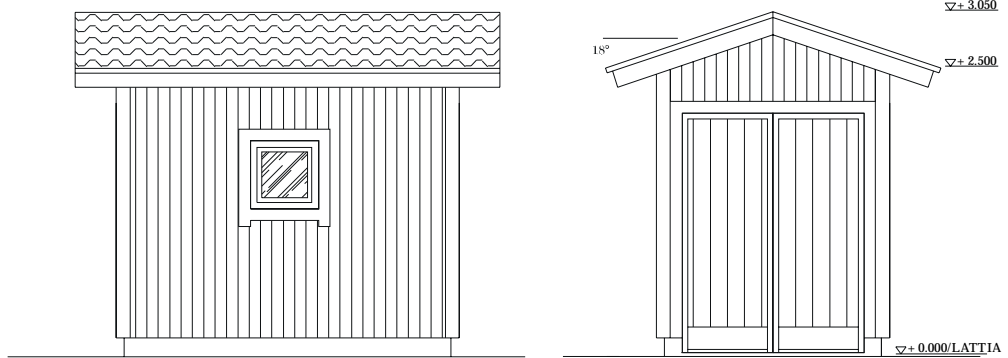
POHJA 1:50



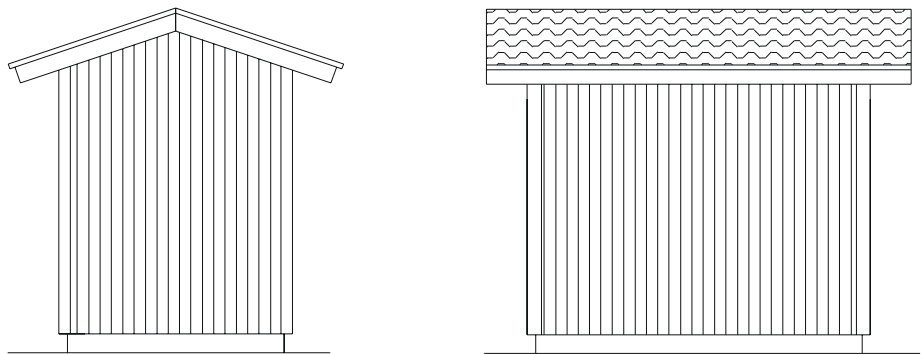
LEIKKAUS A-A 1:50

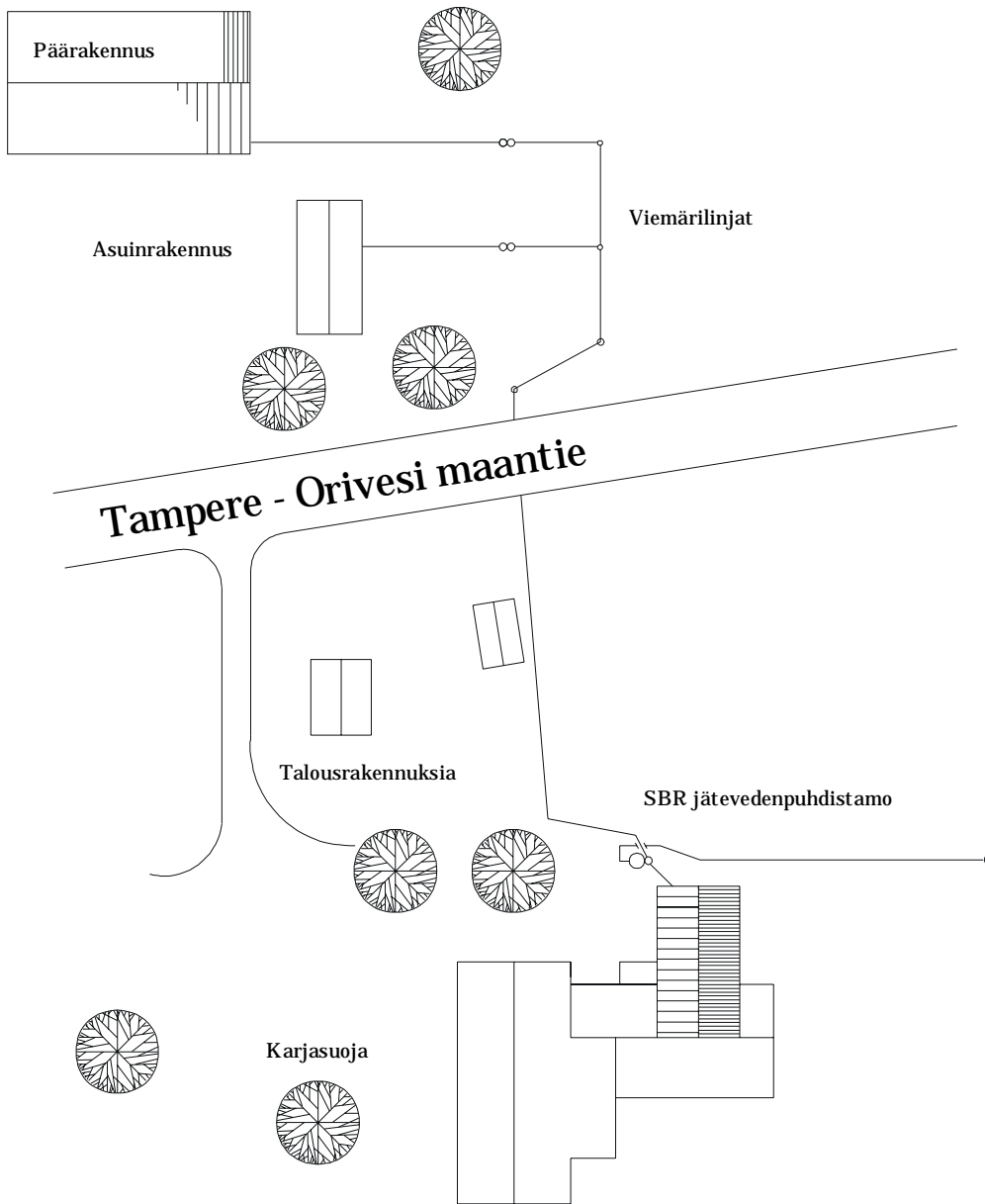


JULKISIVUT 1:50



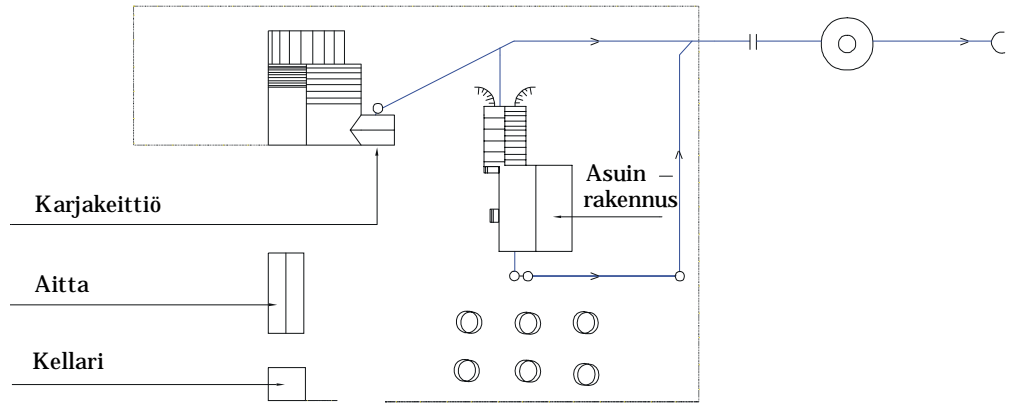
JULKISIVUMATERIAALIT: KATTO, PELTIKATE, TUMMANRUSKEA
SEINÄT, LOMALAUDOITUS, PUNAMULTA
SOKKELI, PUU/LEVYTYYS, HARMAA
IKKUNA- JA PIELILAUDOITUKSET VALKOISET
OVET PANELOITU TUMMANRUSKEA

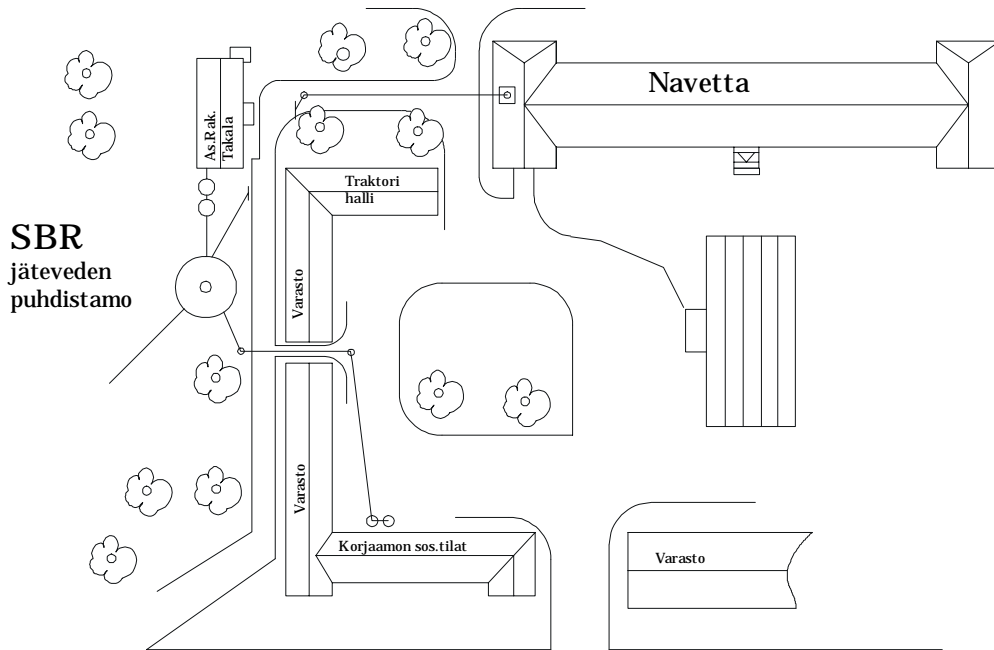




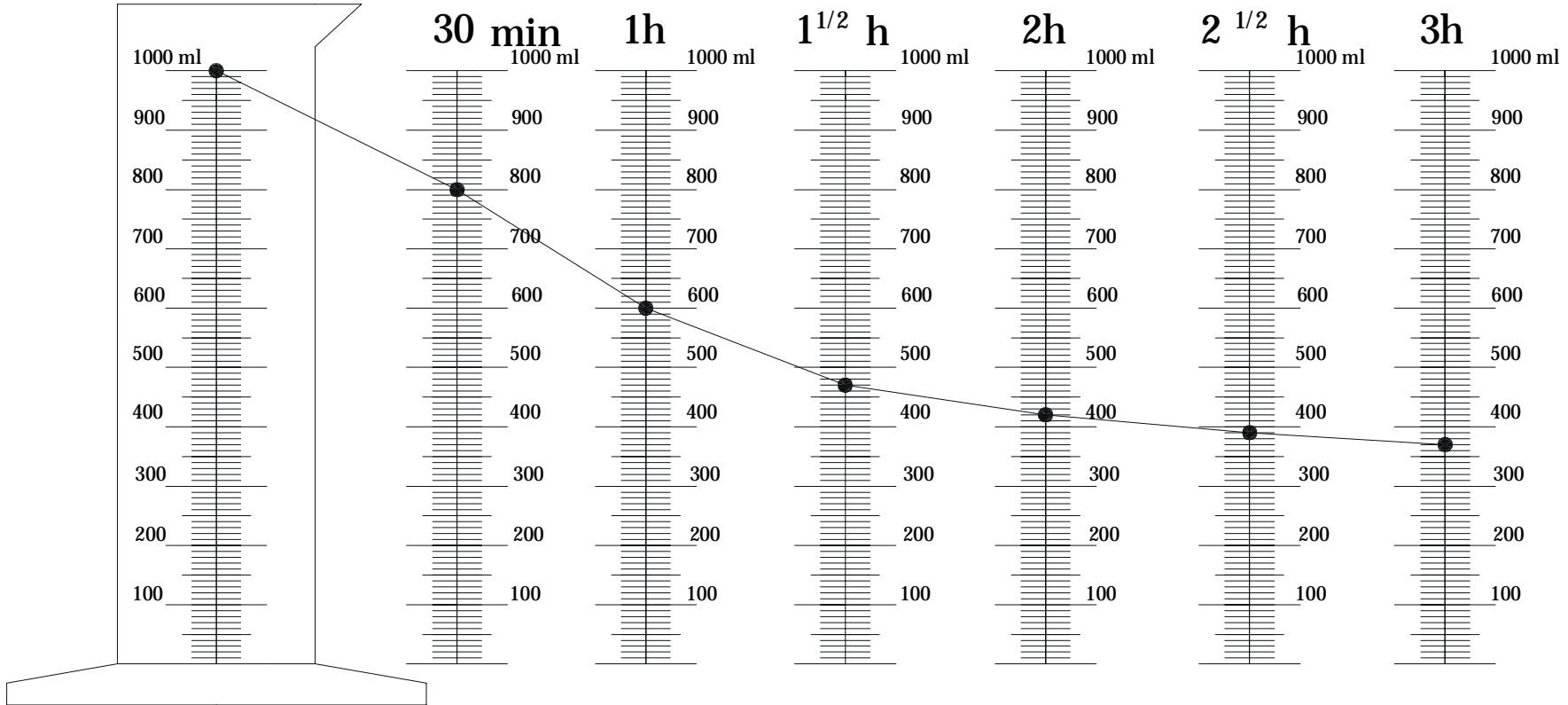
SBR

Jätevedenpuhdistamo





Lietteen laskeutuvuus



Kuvailulehti

| | | |
|--|--|--|
| Julkaisija | Pirkanmaan ympäristökeskus | Julkaisu-aika Helmikuu 2001 |
| Kirjasto | Jari Vilén ja Mari Viirret | |
| Julkaisun nimi | Maitojuonejätevesien käsittely pienpuhdistamossa | |
| Julkaisunsaat/ muut samaanprojektiin tuottamatulkaisut | | |
| Tiivistelmä | <p>Karjatilain maitojuonejätevesien aiheuttamaa kuormitusta voidaan pitää varsin huomattavana. Maidon ja pesuaineiden sisältämä happea kuluttava aines aiheuttaa käsittelemättömänä vesistöissä happivajasta, fosfori- ja typpiyhdisteiden lisäessä vesistön tuotantoa ja siten rehevöittäessä purkupaikkaa. Pesuaineet sisältävät usein myös myrkyllisiä yhdisteitä, joista voi aiheutua ympäristöhaittaa erityisesti vähävetisissä purkupaikoissa.</p> <p>Hämeen ympäristökeskuksessa (vuodesta 1998 Pirkanmaan ympäristökeskus) käynnistettiin vuoden 1996 aikana hanke, jossa kehitettiin maitotilojen jätevesille nykyaikainen puhdistusjärjestelmä. Tavoitteena oli löytää menetelmä, joka soveltuu joustavasti eri tilojen vaihteleviin pesumenetelmiin ja jonka tulokset täyttävät yleiset jätevesien käsittelylle asetettavat vaatimukset.</p> <p>Työssä analysoitiin kolmella pilottitilalla syntyviä maitojuonejätevesiä ja kehitettiin panospuhdistamotekniikkaa jätevesien käsittelemiseksi. Maitojuonejätevesien sisältämän kloorin takia, sekä pH-arvojen vaihdellessa voimakkaasti happamista emäksisiin, vedet ovat myrkyllisiä ja vaativat esikäsittelyä ennen biologista aktiivilieteprosessia. Puhdistamossa käsitellään myös tiloilla syntyvät asumajätevedet, jotka osaltaan laimentavat pesuvesien myrkyvaikutusta ja tasapainottavat orgaanisen aineen ja ravinteiden suhdetta biologiselle puhdistamolle paremmin soveltuvaksi.</p> <p>Automaattisen vuorokausiohjelman mukaisesti toimivalla puhdistamolla päästään hyviin puhdistustuloksiin sekä ravinteiden että happea kuluttavan aineksen osalta. Puhdistamon ylläpito on yksinkertaista; tärkeää on huolehtia ettei puhdistamoa ylikuormiteta, sekä seurata prosessialtaan toimintaa lietteen laskeutumiskokein ja poistaa ylijäämälietettä tarpeen vaatiessa.</p> | |
| Asiasanat | maitojuonejätevesi, pienoispuhdistamo, panospuhdistamo, aktiiviliete | |
| Julkaisusarjan nimi ja numero | Alueelliset ympäristöjulkaisut 208 | |
| Julkaisun teema | | |
| Projektin hankkeen nimi ja projektin numero | Maitotalouden pesuvesien käsittely P1071 | |
| Rahoittaja/ toimeksiantaja | Pirkanmaan ympäristökeskus | |
| Projektin ryhmän kuluwatoimari saati ot | | |
| | ISSN 1238-8610 | ISBN 952-11-0856-8 |
| | Svja 38 | Kädi Suomi |
| | Luottamuksellisuus Julkinen | Hinta 50 mk |
| Julkaisun myynti/ jäljaja | Pirkanmaan ympäristökeskus PL 297, 33101 Tampere Puh. 03-242 0111, fax 03-242 0266 | Oy Edita Ab Puh. 09-566 0266, fax 09-566 0308 |
| Julkaisun kustantaja | Pirkanmaan ympäristökeskus | |
| Painopaikkaja-aika | Juvenes-Print, Tampere, 2001 | |

Documentation page

| | | |
|---|--|--|
| Publisher | Pirkanmaa Regional Environment Centre | Date February 2001 |
| Author(s) | Jari Vilén ja Mari Viirret | |
| Title of publication | Wastewater treatment plants in milk farms | |
| Part of publication/ other project publications | | |
| Abstract | <p>Milky waste waters from cattle farms create considerable loading to receiving waters. Oxygen consumption due to milk and detergents in untreated waste waters may lead to oxygen deficiency in receiving waters. Nutrients of these waste waters, phosphorus and nitrogen especially, increase biomass production and thus eutrofy discharge areas. Detergents often contain toxic compounds which may cause detrimental effects particularly in areas of low dilution potential.</p> <p>Environmental Centre of Häme (presently Pirkanmaa Regional Environment Centre) started in 1996 a project to develop modern wastewater treatment system for milky waste waters. The target was to create a method which could easily be applied to highly varying washing procedures of milking systems. The basic target naturally was to fulfill the general requirements for discharged wastewater quality and quantity.</p> <p>In the project milky waste waters from three different "pilot" farms were analysed and biological treatment with batch technology (sequencing batch reactor, SBR) was implemented and developed accordingly. Due to the chlorine and highly varying pH values in the milky waste waters, they often are toxic and deserve primary treatment before entering the activated sludge process. In the treatment plants of the cattle farms, also the household waste waters are treated. These waste waters dilute the concentrations of the milky waste waters and thus reduce the toxicity. They also balance the ratio of organic matter and the nutrients to be more amenable to biological treatment.</p> <p>Treatment efficiency of an appropriately designed SBR operating automatically according to a preset daily programme is usually good both for organic matter and nutrients. Maintenance of a SBR unit is simple. It is important to prevent overloading as well as to monitor process performance by sludge settling tests and remove excess sludge accordingly.</p> | |
| Keywords | milk farm, wastewater, sequencing batch reactor (SBR), sludge | |
| Publication series and number | Regional Environmental Publications 208 | |
| Theme of publication | | |
| Project name and number, if any | Milk farm wastewater treatment P1071 | |
| Funder/ commissioner | Pirkanmaa Regional Environment Centre | |
| Project organization | | |
| | ISSN 1238-8610 | ISBN 952-11-0856-8 |
| | No. of pages 38 | Language Finnish |
| | Restrictions For public use | Price 50 mk |
| For sale/ distributor | Pirkanmaa Regional Environment Centre P.O.Box 297, FIN-33101 Tampere Tel. 03-242 0111, fax. 03-242 0266 | Oy Edita Ab Tel. 09-566 0266, fax 09-566 0308 |
| Funder of publication | Pirkanmaa Regional Environment Centre | |
| Printing place and year | Juvenes-Print, Tampere, 2001 | |

Maitojuonejätevesien käsittely pienoispuhdistamossa

Karjatilán maitojuonejätevesien aiheuttamaa kuormitusta voidaan pitää varsin huomattavana. Maidon ja pesuaineiden sisältämä happea kuluttava aines aiheuttaa käsittelemättömänä vesistöissä happivajautta, fosfori- ja typpiyhdisteiden lisäessä vesistön tuotantoa ja siten rehevöittäessä purkupaikkaa. Pesuaineet sisältävät usein myös myrkyllisiä yhdisteitä, joista voi aiheutua ympäristöhaittaa erityisesti vähävetisissä purkupaikoissa.

Hämeen ympäristökeskuksessa (vuodesta 1998 Pirkanmaan ympäristökeskus) käynnistettiin vuoden 1996 aikana hanke, jossa kehitettiin maitotilojen jätevesille nykyaikainen puhdistusjärjestelmä. Tavoitteena oli löytää menetelmä, joka soveltuu joustavasti eri tilojen vaihteleviin pesumenetelmiin ja jonka tulokset täyttävät yleiset jätevesien käsittelylle asetettavat vaatimukset.

Työssä analysoitiin kolmella pilottitilalla syntyviä maitojuonejätevesiä ja kehitettiin panospuhdistamotekniikkaa jätevesien käsittelemiseksi. Maitojuonejätevesien sisältämän kloorin takia, sekä pH-arvojen vaihdellessa voimakkaasti happamista emäksisiin, vedet ovat myrkyllisiä ja vaativat esikäsitteilyä ennen biologista aktiivilieteprosessia. Puhdistamossa käsitellään myös tiloilla syntyvät asumajätevedet, jotka osaltaan laimentavat pesuvesien myrkyvaikutusta ja tasapainottavat orgaanisen aineen ja ravinteiden suhdetta biologiselle puhdistamolle paremmin soveltuvaksi.

Automaattisen vuorokausiohjelman mukaisesti toimivalla puhdistamolla päästään hyviin puhdistustuloksiin sekä ravinteiden että happea kuluttavan aineksen osalta. Puhdistamon ylläpito on yksinkertaista; tärkeää on huolehtia ettei puhdistamoa ylikuormiteta, sekä seurata prosessialtaan toimintaa lietteen laskeutumiskokein ja poistaa ylijäämälietettä tarpeen vaatiessa.

ISBN 952-11-0856-8

ISSN 1238-8610

Myynti:

Pirkanmaan ympäristökeskus
PL 297, 33101 Tampere
puh. (03) 2420111
www.vyh.fi/pir

Oy Edita Ab, asiakaspalvelu
PL 800, 00043 EDITA
puh. (09) 566 0266, faksi (09) 566 0380
www.edita.fi

