



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jokke Harju

PÄTTIN JÄTEVEDENPUHDISTAMON SELKEYTYKSEN TEHOSTAMINEN

Tekniikka ja liikenne
2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusohjelmalle. Työ tehtiin Vaasan Veden toimeksiannosta kesällä 2010.

Työn ohjaajana toimi Vaasan ammattikorkeakoulun lehtori Pekka Stén ja valvojana Vaasan Vedeltä käyttöpäällikkö Tarja Karlsson, jota haluan vielä erikseen kiittää työni aiheesta ja kaikesta avusta työtä tehdessäni.

Kiitos myös koko Vaasan Veden, Pättin puhdistamon henkilökunnalle, jolta sain paljon apua ja ideoita työhöni liittyvissä asioissa. Yrityksen ystävällinen ja ammattitaitoinen ilmapiiri oli hyvä paikka suunnitella vedenpuhdistusprosessin kehittämistä.

Vaasassa 2.8.2010

Jokke Harju

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jokke Harju
Opinnäytetyön nimi	Påttin jätevedenpuhdistamon selkeytyksen tehostaminen
Vuosi	2010
Kieli	Suomi
Sivumäärä	27+5 liitettä
Ohjaaja	Pekka Stén

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan Veden toimeksiannosta. Työssä on selvitetty Påttin jätevedenpuhdistamon jäteveden selkeytysprosessin nykytila ja tehostamismahdollisuudet.

Menetelmiä, joita työssä käytettiin, oli henkilökunnan haastattelu, alkutilanteen selvittäminen, prosessivesinäytteiden otto, prosessin koeajot eri ohjausparametreilla sekä tulosten käsittely.

Tuloksista ilmenee että prosessia on mahdollista tehostaa säätämällä palautuslietteen palautusprosenttia ja altaiden välistä vedenjakoa

Avainsanat selkeytys, jätevesi, palautusliete, jätevedenpuhdistus, palautuslietteen palautusprosentti

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Jokke Harju
Title	Pått Wastewater Treatment Plant Sedimentation Intensification
Year	2010
Language	Finnish
Pages	27+5 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Stén

This thesis has been conducted on behalf of Vaasa Waterworks. The study examines Pått sewage treatment plant sedimentation tank's current status and intensification options.

Methods that were used, Include staff interview, mapping out of the situation at the outset, taking and collecting of the process water samples, test drives of different process control parameters and the processing related to of the results.

The results show that the process can be enhanced by providing for recovery of sludge return rate and the division of water between the reservoirs

Keywords wastewater, wastewater sedimentation, sewage treatment, sludge return rate

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
SISÄLLYS	5
1 KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY	6
2 JOHDANTO	7
2.1. Taustaa.....	7
2.2. Rajaukset	7
2.3 Työn sisältö	7
3 JÄTEVEDEN SELKEYTYS	8
3.1. Selkeytys.....	8
3.2. Laskeutusaltaiden muodot	8
3.3. Pintakuormateoria.....	10
3.4 Tehostettu laskeutus	11
4 VAASAN VESI	13
4.1 Esittely	13
4.2. Pättin puhdistamo	13
4.2.1 Laitoksen mitoitus.....	14
4.2.2 Prosessin kuvaus	14
4.2.3 Biologinen puhdistus	15
5 POLYMEERI SELKEYTYKSEN TEHOSTAJANA	18
5.1. Polymeerikemikaalien käyttö jätevedenpuhdistuksessa.....	18
5.2. Polymeerikokeet Pättin puhdistamolla	19
6 KOEAJOT.....	21
6.1 Tutkimusmenetelmät	21
6.2 Vesinäytteenotto	21
6.3 Näytteenottovälineet.....	22
6.4 Havainnot	24
6.5 Tulokset	24
7 YHTEENVETO	25
LÄHTEET.....	27
LIITELUETTELO	29

1 KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Palautusliete:

Tarkoittaa selkeytysaltaan pohjasta poistettavaa liettä, joka palautetaan takaisin ilmastusaltaaseen. Osa tästä lietteestä poistetaan ylijäämälietteenä lietteenkäsittelyyn.

Palautuslieteprosentti

Tarkoittaa kierrätysuhdetta, jonka mukaan altaan pohjalietettä palautetaan takaisin ilmastusaltaan alkuun.

Sakeuttamo:

Lietteen käsittely-yksikkö, jossa liete kuivataan ja lähetetään biokaasulaitokseen.

Lietelaahain:

Tarkoittaa pohjakaavinta, joka kerää lietteen altaan pohjalta liete-taskuun

Vanha puoli:

Tarkoittaa laitoksen vanhoista altaista kokonaisuutta

Uusi puoli:

Tarkoittaa laitoksen uusien altaiden kokonaisuutta

MLSS = On lyhennys sanasta Mixed Liquid Suspended Solids, ja tarkoittaa lieteseoksen kuiva-ainepitoisuutta (mg/l).

PIX ja PAX = Tarkoittavat Kemiran tuotemerkkejä joista PIX on rautakemikaali ja PAX alumiinikemikaali

2 JOHDANTO

2.1. Taustaa

Vaasan Veden, Pättin jätevedenpuhdistamon selkeytysaltaat eivät toimi, kuten niiden pitäisi. Ongelmana on lähinnä se, että prosessin vedet jakautuvat epätasaisesti ja prosessivesi puhdistuu heikommin kuin pitäisi. Lähtevän veden joukossa poistuu ajoittain myös lietettä. Tarkoituksena oli selvittää, kuinka hyvin vanhojen altaiden käyttöä voisi tehostaa ilman suuria rakenteellisia muutoksia.

2.2. Rajaukset

Tutkimukseen rajattiin ainoastaan selkeytysprosessi ja sen ulkopuolelle jätettiin siihen viittaavat osaprosessit, kuten ilmastus, lietteen sakeutus sekä flotaatio.

2.3 Työn sisältö

Tutkimus on tärkeä osa jätevedenpuhdistamon prosessin saneerausta ajatellen koska jo hyvin pienillä prosessinmuutoksilla päästään parempiin puhdistustuloksiin. Työhön sisältyi kahden kuukauden prosessin koeajo ja sen havainnointiin vesinäytteenotto sekä prosessin tarkkailu.

3 JÄTEVEDEN SELKEYTYKSI

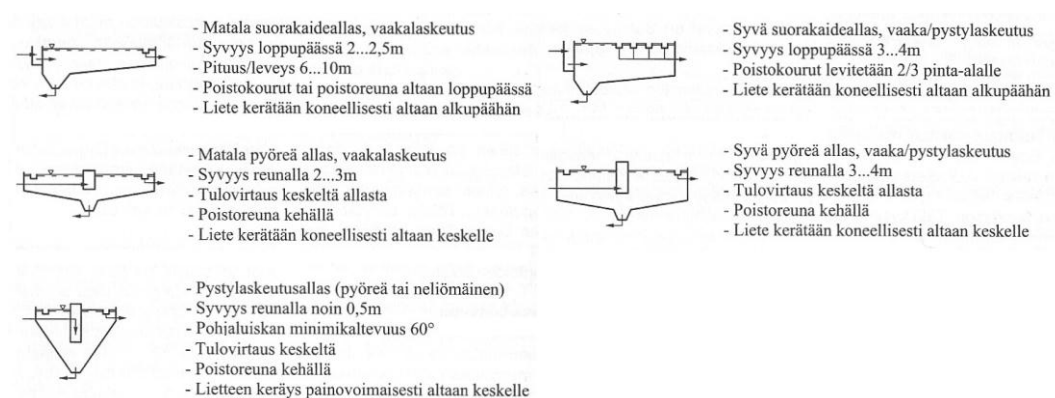
3.1. Selkeytys

Selkeytys on yksi vedenkäsittelyn päämenetelmistä. Sillä tarkoitetaan vedessä olevan kiintoaineksen poistamista painovoimaa tai keskipakovoimaa käyttäen. Poistettavien hiukkasten koko vaihtelee silmin havaittavasta kolloidihiuksien kokoon. Yleisin menetelmä selkeytyksessä on laskeutus, minkä takia termejä käytetäänkin toistensa synonyymeinä. Varsinaisia sekaannuksia termien yhteiskäyttö ei ole aiheuttanut.

Perinteisellä selkeytyksellä eli jälkiselkeytyksellä tarkoitetaan tavallisesti koagulaatio-flokkausprosessin aikana syntyneiden hiukkasten vähentämistä. Selkeytyksellä voidaan poistaa myös muita vedessä olevia raskaita laskeutumiskelpoisia hiukkasia, jolloin selkeytys edesauttaa jäljempänä tulevien käsittelymenetelmien onnistumista. Tällöin puhutaan esiselkeytyksestä. (Karttunen 2004)

3.2. Laskeutusaltaiden muodot

Yleensä laskeutusaltaat ovat suorakaiteen muotoisia tai pyöreitä. Suorakaiteen muotoisissa altaissa lietteen kerääminen tapahtuu ketjukaavinta käyttäen. Mitä leveämpi allas on, sitä painavammaksi tulee kaavin ja vaikeammaksi ketjukaavimien toiminta eli tästä johtuen altaan leveys tulisi olla enintään 8 m. Kapea allas on myös hydraulisesti edullisempi (Reynolds-luku on pienempi) Lietteen keräyksessä voidaan käyttää ketjukaavinnan lisäksi myös kaavinvaunua.



Kuva 1. Selkeytysallastyypit

Edellisen sivun kuvassa esitetyt ylimmäiset allastyypit on käytössä Pättin puhdistamolla. Vanhalla puolella matalat suorakaidealtaat, ja uudella puolella syvät suorakaidealtaat. Uudet esiselkeyttimet ovat matalia ja pyöreitä altaita.

Pyöreissä altaissa käytetään lietelaahainta, joka on pienissä altaissa keskustavetoinen, suurissa reunavetoinen. Altaan maksimihalkaisijana pidetään 40 metriä, sillä suuremmissa altaissa esim. tuuli voi helposti aiheuttaa toispuolisen poistovirtaaman. Jos laitoksesta halutaan tehdä katettu, on suorakaiteen muotoisista altaista helpompi sommitella kompakti kokonaisuus. Ulkotiloissa taas altaat ovat yleensä pyöreitä, koska ne ovat sekä rakenteeltaan että koneistoltaan edullisempia.

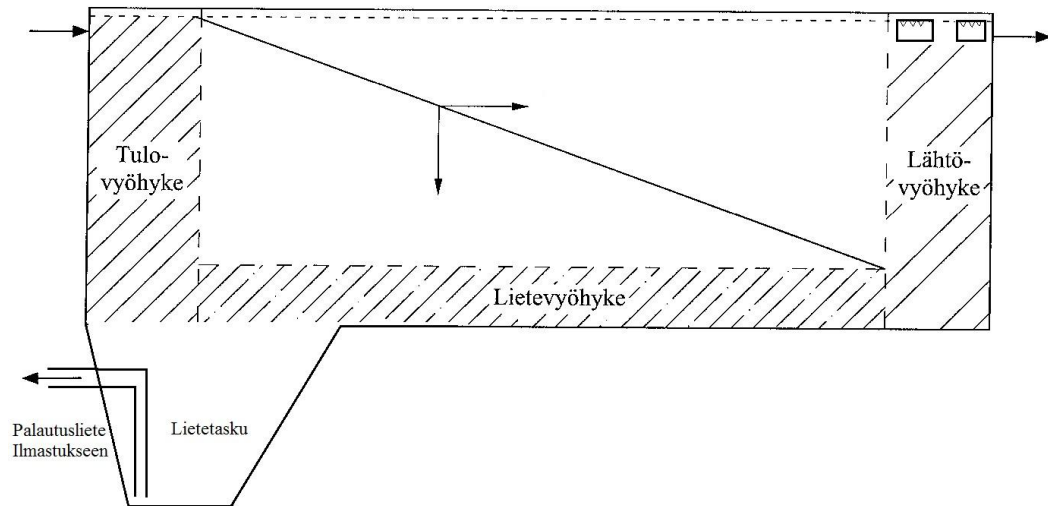
Laskeutusaltaissa on neljä vyöhykettä: sisääntulovyöhyke, laskeutumisvyöhyke, lietetila ja poistovyöhyke.

Sisääntulovyöhyke on rakennettava siten, että vesi jakautuu mahdollisimman tasaisesti koko alueelle. Laskeutumisvyöhykkeessä kiintoainepartikkelit erottuvat vedestä laskeutumalla pohjan lietetilaan, selkeytyneen veden jatkaessa matkaa poistovyöhykkeelle.

Lietetilassa liete tiivistyy, ja koska se pyritäänkin saamaan mahdollisimman tiiviiksi, olisi edullista käyttää lietelaahaimia mahdollisimman harvoin. Toisaalta liete joutuu seisoessaan anaerobiseen tilaan, jolloin siinä alkaa kaasun muodostus, ja puhdistustulos huononee merkittävästi. Tästä syystä aktiivilietelaitoksen lietelaahaimet toimivat yleensä jatkuvasti ja muun tyyppisissä laitoksissa aikakellolla ohjattuina. Lietteen poiston ohjauksessa on hyvä ja yksinkertainen tapa seurata tuleeko altaan pintaan kuplia. Jos tulee, lietteen poistoa on tehostettava.

Poistovyöhykkeessä on tärkeintä saada lähtevä vesi jakautumaan mahdollisimman laajalle alueelle. Syvemmissä altaissa kourut voivat alkaa jo altaan puolivälistä. V-uritettu kouru on parempi kuin suora. Hydraulisesti taas rei'itetty reuna on parempi kuin V-reuna. Lisäksi ylivuotoreunan korkeuden tulisi olla säädettävä.

varsinkin esilaskeutusaltaissa, mutta muuallakin on järjestettävä pintalietteen poisto.



Kuva 2. Selkeytysaltan poikkileikkaus

3.3. Pintakuormateoria

Laskeutusaltaiden mitoituksessa käytetään parametreja hydraulinen pintakuorma ja lietetilavuuskuorma. Hydraulinen pintakuorma lasketaan yhtälöllä (1) (Vesihallitus 1976).

$$S_h = q_{mit} / A$$

Missä

S_h on hydraulinen pintakuorma [$m^3/m^2 \cdot h$],

q_{mit} on mitoitusvirtaama [m^3/h] ja

A on laskeutusaltan pinta-ala [m^2]

Jos ilmastuksen lietepitoisuus nostetaan normaali- tai matalakuormitteisessa aktiivilietelaitoksessa selvästi yli arvon $3,5 \text{ MLSS/m}^3$, estyy lietehiukkasten toisistaan riippumaton laskeutuminen. Tuolloin hydraulisen pintakuorman lisäksi on laskettava lietetilavuuskuorma eli lietetilavuuteen mukaan laskettava pintakuorma (Kiuru 1991). Lietetilavuuskuorman laskemiseen käytetään yhtälöä (2) (Vesihallitus 1976).

$$S_{\text{MLSS}} = S_{\text{h}} * C_{\text{MLSS}} * \text{SVI} * 10^{-3}$$

missä S_{MLSS} on lietetilavuuskuorma [$\text{m}^3 \text{ MLSS/m}^2 \cdot \text{h}$],

S_{h} on hydraulinen pintakuorma [$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$] ja

C_{MLSS} on laskeutusaltaan pinta-ala [kg MLSS/m^2]

SVI on liete-indeksi [cm^3/g].

Aktiivilieteprosessin jälkiselkeytyksen pintakuorman vaihteluväli on $0,7\text{—}1,3 \text{ m/h}$ allastyypistä riippuen, ja sen tyypillinen arvo on $1,0 \text{ m/h}$ (Karttunen 2004) Tehokkaasti toimivassa jälkiselkeytyksessä lietetilavuuskuorma saa olla enintään $0,3 - 0,5 \text{ m/h}$ (Kiuru 1991)

3.4 Tehostettu laskeutus

Lamelli-selkeyttimiä käytetään puhtaan veden käsittelyssä, mutta ei yleisesti jätevedenpuhdistuksessa. Korkean kiintoainepitoisuuden omaavien vesien puhdistukseen lamelleja ei pidä käyttää. Esilaskeutusvaiheessa epäpuhtaudet ovat välpiestä huolimatta sen verran karkeita, etteivät lamellit sovi tähänkään puhdistusvaiheeseen.

Rakenteeltaan jätevedenpuhdistuksessa käytettävät lamellit ovat samanlaisia kuin talousvedenpuhdistuksessakin. Suomessa ei ole annettu ohjeita niiden mitoittamiseen, mutta ruotsalaisten ohjeiden mukaan pintakuorma saisi olla enintään 10—15 m/h vapaata vedenpintaa kohti laskettuna, ja väliin 0,4—0,6 m/h kaikkien lamellien yhteistä vaaka-tasoon projisoitua pinta-alaa kohti laskettuna. Lietteen poisto liettaskusta on järjestettävä, ettei lietepinta koskaan pääse nousemaan lamelleihin asti. (Viitasaari, Peltokangas, Heinänen, 1994)

4 VAASAN VESI

4.1 Esittely

Vaasan Vesi koostuu neljästä tulosyksiköstä, jotka ovat suunnittelu ja hallinto, veden tuotanto, vesijohto- ja viemäriverkostot sekä jätevesien puhdistus. Jätevesien puhdistuksesta vastaa Vaasan Palosaarella sijaitseva, vuonna 1971 rakennettu Pättin puhdistamo.

4.2. Pättin puhdistamo

Käyttöönoton jälkeen Pättin puhdistamo on laajennettu, ja sen toimintaa on tehostettu useita kertoja. Vuonna 1975 otettiin käyttöön fosforin rinnakkaissaostus ferrosulfaattia käyttäen. Vuonna 1981 Pättin puhdistamosta tuli Vaasan kaupungin ja Mustasaaren kunnan keskuspuhdistamo.

Lietteenkuivausyksikkö valmistui vuonna 1986. Vuosien 1996—1997 aikana suoritettiin ilmastusaltaiden saneeraus typenpoistoon soveltuviksi ja vuonna 1998 otettiin käyttöön flotaatioyksikkö. (Vaasan vesi 2007) Vuoden 2001 syyskuussa valmistunut esikäsittelevaiheen saneeraus paransi puhdistamon toimintavarmuutta ja puhdistustehoa. Saneerauksessa rumpusiivilät korvattiin porrasvälpillä, hiekanerotussyklonien tilalle rakennettiin hiekanerotusaltaat, liete-ilmastus poistettiin, kemikaalipumput uusittiin sekä rakennettiin kalkkisiilo. Samalla saneerattiin myös tulopumppaamo siihen liittyvine pumppausjärjestelyineen (Vaasan Vesi 200)

Nykyisin puhdistusprosessi perustuu biologis-kemialliseen aktiivilieteprosessiin. Puhdistettu jätevesi lasketaan mereen Vaasan edustalle.



Kuva 3. Puhdistamoalue nykyisessä laajuudessaan

4.2.1 Laitoksen mitoitus

Nykyisin Pättin puhdistamolla käsitellään noin 57 000 asukkaan jätevedet Vaasan kaupungin alueelta. Vaasan kaupungin viemäröintialueen jätevesien lisäksi puhdistamolla käsitellään jätevedet Mustasaaren kunnan alueelta, joka on noin 10 % laitokselle tulevan jäteveden kokonaismäärästä. Teollisuusjätevesien osuus Vaasan kaupungin alueella laskutetusta jätevedestä on n. 4 %. Pättin puhdistusprosessi perustuu biologis-kemialliseen aktiivilieteprosessiin, joka on mitoitettu 63 000 asukkaalle.

Puhdistamolle johdettava virtaama on 6-7 miljoonaa m³ vuodessa. Virtaama vaihtelee lähinnä hule- ja vuotovesistä riippuen.

4.2.2 Prosessin kuvaus

Laitoksella on kaksi tulopumppaamoja, Onkilahden ja Pättin pumppaamot. Pättin puhdistamon esikäsitteilyrakennuksessa kaksi porraskäyvä erottaa välpeet, jotka puristetaan katetuille lavoille. Kummallakin välpällä on oma puristin ja oma putkilinja omalle lavalle. Vesi sekoittuu ja jakaantuu kahteen hiekanerotuslinjaan, joissa hiekka erotetaan jätevedestä ilmastuksen avulla. Hiekka pestään ja siirretään hiekkalavalle. Välpejäte ja hiekka viedään Stormossenin jäteasemalle

jätevedenpuhdistamon omalla kuorma-autolla. Hiekaneroituksen jälkeen vesi jatkaa sekoitusaltaaseen, johon tulee palautusliete sekä saostuskemikaali. Sekoitusaltaan jälkeen seuraa jakoallas, josta jätevesi jaetaan viiteen ilmastuslinjaan.

4.2.3 Biologinen puhdistus

Ilmastusaltaat ovat suorakaiteen muotoisia, mutta allasparit ovat aina toisiinsa yhteydessä, jolloin vesi kulkee u-kirjaimen muotoisen matkan. Pohjailmastimet ovat ns. kumikalvohienokuplailmastimia. Ilmastus suoritetaan kesäaikana nitrifikaatioprosessina, kun on riittävän hyvät olosuhteet. Nitrifikaatio vaatii riittävän lämmintä vettä, joka yleensä saavutetaan heinäkuun puoliväliin mennessä. Talvella nitrifikaatio ei ole käytössä. Uuden typenpoistovaatimuksen johdosta nitrifikaation tulisi kuitenkin olla ympäri vuoden käytössä, ja tätä varten laitosta saneerataan uusien vaatimusten mukaiseksi lisäämällä esiselkeytysaltaat ja hiekkasuodattimet lähtevälle vedelle.

Ilmastuksen jälkeen aktiiviliete johdetaan yhteiseen jakokanavaan, josta on jako selkeytysaltaisiin. Vanhalla puolella yhtä ilmastusallasta vastaa kaksi selkeytysallasta ja uudella puolella vastaavasti yhtä ilmastusallasta vastaan kolme. Altaat ovat suorakaiteen muotoisia, ja niissä on ketjukaavin. Altaiden tyyppi on vaakalasketus. Lähtevän veden kourut ovat altaan loppupäässä, altaan pituussuuntaisesti.

Uudella puolella altaat ovat vaaka- ja pystylaskeutuksen yhdistelmiä ja siten poistuvan veden kourut ovat vanhoista altaista poiketen jo altaan keskivaiheilta loppuun tasaisin välein asennettuina. Pintaliete poistetaan ryppyruuhilla vanhojen altaiden loppupäästä ja uusien altaiden alkupäästä. Vanhalla puolella pintalietteet johdetaan tulopumppaamoon ja uudella puolella selkeytyksen alkuun. Jokaisen altaan palautusliete pumpataan huoltotunnelissa olevilla kuiva-asenteisilla keskipakopumpuilla yhteisen palautuslietekanavan kautta prosessin alkupään
sekoitusaltaaseen.



Kuva 4. Selkeytysaltaat. Etualalla vanha puoli

Poikkeustilanteissa käytettävässä ohituksessa esikäsitelty jätevesi johdetaan flotaatilaitokseen, jossa on kaksilinjainen flotaatioyksikkö. Ensiksi jäteveten lisätään alumiinikemikaali pikasekoituksessa, jonka jälkeen lisätään dispersiovesi varsinaisessa flotaatioaltaassa. Pintaan nouseva flotaatiovahto kaavitaan poistokouruun, josta se pumpataan lietteen sakeuttamon pienempään altaaseen. Selkeytetty ja tarvittaessa flotaatiokäsitelty jätevesi johdetaan mereen.

Ylijäämäliete pumpataan lietteensakeuttamon jakosäiliöön, josta se on mahdollista jakaa isoon tai pieneen sakeutusaltaaseen. Yleisesti on kuitenkin käytössä isompi sakeutusallas, ja pienempää allasta käytetään lähinnä flotaatilietteen sekä erikseen prosessista poistetun pintalietteen tai ilmastusaltaiden vaahdon käsittelyyn. Sakeutusaltaiden ylivuoto johdetaan puhdistusprosessin alkuun. Lietteiden kuivaukseen käytetään kahta linkoa, joista uudempi on sijoitettu lietesiihon päälle. Kuivauksessa käytetään polymeeriä ja lingon rejekti johdetaan isomman sakeutusaltaan alkupäähän. Uudelta lingolta liete putoaa suoraan siiloon ja vanhalta lingolta liete siirretään mäntäpuristimella samaan siiloon.

Tasapohjaisesta siilosta liete puretaan karusellimallisen kaapimen avulla suoraan jätevedenpuhdistamon oman kuorma-auton konttiin. Liete kuljetetaan kuorma-autolla jätehuolto-yhtiö ASJ Stormossenin jätteenkäsittelylaitokselle, jossa siitä tehdään biokaasua ja se kompostoidaan käytettäväksi viherrakentamisessa.

5 POLYMEERI SELKEYTYKSEN TEHOSTAJANA

5.1. Polymeerikemikaalien käyttö jätevedenpuhdistuksessa

Selkeytyksen tehostamisessa on yhtenä toimintatapana polymeerien käyttö. Otin aiheen kirjalliseen työhön mukaan, koska siitä on merkittävää hyötyä oikeassa käytössä.

Polyelektrolyyttejä eli vesiliuoksessa pysyvän positiivisen tai negatiivisen sähkövarauksen omaavia polymeerejä alettiin käyttää Suomen jätevedenpuhdistamoilla jo 1960—1970 lukujen vaihteessa. Vuosittain polymeerejä käytetään kunnallisissa laitoksissa yhteensä noin 600 tonnia pääasiassa lietteen kuivaukseen ja selkeytyksen tehostamiseen. Flokkaustehoa ja kiintoaineen erotuskykyä voidaan parantaa käyttämällä korkeamolekyylipainoisia polymeerejä. Hiukkaset saadaan kerääntymään niiden avulla suuremmiksi flokeiksi. (Anttila 2000a)

Jotta hiukkaset saataisiin tarttumaan toisiinsa, on niiden varausta alennettava tai eliminoitava varauksen vaikutus. Polyelektrolyytin lisäys alentaa jätevedessä olevien hiukkasten varausta ja vähentää näin tarttumista vastustavia voimia. (Kiiskinen 1983)

Tarvittavat polymeerin annostelumäärät esi- ja jälkiselkeytyksessä ovat 0,2-1g/m³ jätevetä. Esimerkiksi Rautjärven Vihvilänsuon jätevedenpuhdistamolla polymeeriä on syötetty 1 g/m³ ennen selkeytystä. Jämsän ja Jämsänkosken yhteispuhdistamolla selkeytyksen tehostukseen on syötetty kationista polymeeriä 0,4 g/m³. Polymeerin syöttöpisteinä on ollut ilmastuksen ja selkeytyksen välinen kanava. Kummallakin edellä mainitulla puhdistamolla on perinteisen ferrosulfaatin lisäksi käytetty myös pieniä määriä PAX-kemikaaleja (Anttila 2000a ja 2000b) Myös Alavuden kaupungin jätevedenpuhdistamolla on mahdollista syöttää prosessiin tarvittaessa polymeeriä annoksella 0,5 g/m³ (Alavuden kaupunki 2004)

Käyttöhetskellä polyelektrolyyttejä testattaessa polymeeriliuos tulisi laimentaa 0,05-0,1 % väkevyyteen. Lisäksi sopivaa polymeeriä valittaessa tutkittavan jäteveden tai lietteen tulisi olla tuoretta ja vastattava tilannetta, jossa polymeeri lisätään varsinaisessa käyttökohteessa. Testeissä on huomioitava flokkien muodostumisnopeus ja koko, laskeutumisenopeus sekä selkeytyneen veden kirkkaus ja erottuneen kiintoaineen tilavuus (Anttila 2000a)

Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistys teki vuosituhannen alkupuolella seitsemällä eri puhdistamolla polymeerikokeita, joilla pyrittiin tehostamaan jälkiselkeytystä, mikä on vastaava prosessinosa, kuin Pättin puhdistamon selkeytys. Polymeerit valittiin laboratoriokokeiden avulla. Jokaisella puhdistamolla käytännönkokeet osoittautuivat selvästi hyödyllisiksi. Parhaimmat tulokset tuli Siuron puhdistamolla.

Polymeerillä on saavutettavissa erittäin suuri hyöty, mutta se edellyttää puhdistamon henkilökunnalta kiinnostusta ja tarkkaavaisuutta. Tehokkaalla polymeerisyötön seurannalla ja erilaisilla kokeiluilla, on polymeerin käytöstä otettavissa kaikkein suurin hyöty irti. Jopa suuren kuormitushuipun vaikutukset on tasoitettavissa tai ainakin vaimennettavissa polymeerin käytöllä. Polymeerin käytön hyöty näkyy puhdistamoilla myös lietteenkuivauksessa. Sen sijaan puhdistamon biologiseen toimintaan, esimerkiksi hapenpuutteeseen tai virheellisen pH:n aiheuttamiin ongelmiin polymeerillä ei voida vaikuttaa. Sopiva polymeeri ja annostelumäärä pitää etsiä puhdistamokohtaisesti. (Lammentausta, 2001)

5.2. Polymeerikokeet Pättin puhdistamolla

Pättin puhdistamolla tehtiin polymeerikokeita vuonna 2008 selkeytysaltaissa pääasiassa fosforipitoisuuden alentamista varten. Polymeeriannoksella 0,6 g/m³ saavutetut tulokset eivät poikenneet huomattavasti annoksella 0,8 g/m³ saavutetuista tuloksista. Lähtevän veden kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuuksissa saavutettiin hieman parempia tuloksia vertailunäytteeseen nähden.

Lisäksi on kokeiltu $1,0 \text{ g/ m}^3$ pitoisuutta, joka toimi vähän paremmin. Erot olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niistä ollut mainittavaa hyötyä. (Pelkonen 2008) Uskoisin kuitenkin, että on olemassa polymeerejä, jotka sopivat Pättin prosessiin, ja sitä kautta mahdollista saada parempia puhdistustuloksia.

6 KOEAJOT

6.1 Tutkimusmenetelmät

Pääasiallisena tutkimusmenetelmänä oli selkeytyksen palautuslietteen palautusprosentin säätö ja sen vaikutukset selkeytysprosessiin. Tarkoituksena oli saada mahdollisimman suuri kiintoainepitoisuus palautuslietteessä, jonka saamiseksi säädettiin palautuslietteen palautusprosenttia.

Palautusprosentin määrittäminen tapahtui instrumenttitekniikko Timo Aurasen hankkiman NordicWaterin taulukon mukaisesti. Selkeytykseen menevästä jätevedestä otettiin 30 minuutin laskeuma. Tuloksen perusteella katsottiin taulukosta jäteveden laadulle sopiva palautusprosentti. Pyysin prosessinohitajia tapauskohtaisesti laittamaan uuden palautusprosentin laitoksen ohjauksjärjestelmään. Tämä tapa soveltuu ainoastaan ilman nitrifikaatiota toimivan laitoksen ohjaukseen, koska nitrifikaatiossa liete käyttäytyy eri tavalla.

6.2 Vesinäytteenotto

Mittaustapoja oli kolme, joista pääasiallinen oli kiintoaine-testi. Toissijaisena mittaustapana oli niin sanottu ½ h laskeuma (puolen tunnin laskeuma). Lisäksi mittasin satunnaisesti lietepatjan paksuuksia amerikkalaisella SludgeJudge-mittaputkella. Kirjasin myös prosessinohjauksen kannalta tärkeitä parametrejä, kuten palautuslietteen palautusprosentin, tulevan veden lämpötilan sekä tulovirtaaman.

Otin vesinäytteitä kiintoaine- ja laskeumakokeita varten aluksi selkeytyslinjoista 1,6 ja 12, sekä yhden näytteen altaiden jakokanavista. Toiset näytteet otin ilmastuslinjojen 1,3,4 ja 5 lopusta, jotta sain vertailukohtaa näytteenottopaikoille. Pyrin selvittämään sitä, kumpi on parempi vaihtoehto, suorittaako näytteenoton ilmastuksen lopusta vai jakokanavasta. Kolmannet näytteet otin edellä mainittujen selkeytyslinjojen palautuslieteputkista. Niistä en kuitenkaan tehnyt vielä laskeumakokeita.

Näytteenottokohtien valinnassa päädyin jakokanava-vaihtoehtoon, jolloin ilmastusaltaiden lopuista otettavat näytteet jäivät pois ja näiden laskeuman mittaamiseen tarkoitetut mittalasit vapautuivat palautuslietteen laskeutuvuutta mittaamaan. Lisäksi lisäsin näytteenottojärjestykseen myös selkeytyslinja numero 7:n, jolloin testissä oli edustettuina laitoksen laitimmaisiet ja keskimmäiset altaat.

Näytteiden runsaus aiheutti osaltaan ongelmia, näytteet oli myös otettava mieluiten keskipäivällä, sillä aamulla tulee vähän vettä ja altaissa on pääosin se vesi, mikä on tullut yöllä matalan virtaaman aikana. Näytteenottoon on kuitenkin vain rajallinen aika keskipäivällä ja iltapäivällä, jotta laborantti ehtisi tehdä ne. Tästä johtuen osa näytteistä jäi ottamatta tai seurantapisteistä tutkimatta.

6.3 Näytteenottovälineet

SludgeJudge on kirkas putki, jota käytetään vesinäytteen ottamiseen suoraan altaasta. Putki avataan ja lasketaan altaan pohjaan, jossa se suljetaan. Ylösnostettuna putkessa on näkyvillä eri nestefaasien paikat ja mahdollisen lietepatjan sijainti.



Kuva 5. SludgeJudge

Vesinäytteenotto tapahtui varren päässä olevan pullon avulla. Pullo laskettiin nopeasti haluttuun näytteenottosyvyyteen, jolloin näyte tuli suunnilleen siitä syvyydestä. Tämä on helppo tapa otettaessa näytettä esimerkiksi vaahto- tai pintalietekerroksen alta. Käytin tätä menetelmää lähinnä jakokanavista otettuihin näytteisiin.

Palautuslietteen ja lähtevän veden näytteenottimena toimi varrenpäässä oleva kauha, jolla näyte otettiin palautuslieteputken alta tai lähtevän veden kourusta.

Laskeumakokeet tein 1000 ml mittalaseilla in situ -menetelmällä. Vesinäytteen otin edellä mainitulla kauhalla tai pullolla.



Kuva 6. Näytteenottovälineet



Kuva 7. Mittalasi

6.4 Havainnot

Koeajojen aluksi palautusprosenttia laskettiin varovasti 5 prosenttiyksikön verran 70 prosentin alkuarvosta. Tämän pohjalta jäimme odottamaan tuloksia. Muutaman päivän kuluttua laskimme palautusprosentin vastaavalla tavalla 5 prosenttia 65 prosentin alkuarvosta. Tällöin sain hyviä tuloksia palautuslietteen kiintoainetutkimuksista, koska kiintoainepitoisuudet olivat lähes kaksinkertaiset verrattuna lähtötilanteeseen. Myös lietteen ”pölyäminen” eli hippaisuus katosi. Ilmeisesti suuri pumppausteho rikkoi flokin, eikä antanut sijaa laskeutumiselle.

Taulukko ehdotti myös palautuslietteen palautusprosentin arvoiksi 40, 45, 50 ja 55 prosenttia. Arvo 60 prosenttia oli kuitenkin laitoskohtaisesti alin mahdollinen arvo prosessin tekniikalle, koska sitä alemmat arvot olisivat tukkineet pumput. Matalien prosenttien ohjausongelma poistuu laitoksen saneerauksen yhteydessä.

Sain myöhemmin tiedon, että aktiivilietteen tulisi olla paksumpaa, jotta nitrifikaatio lähtisi käyntiin. Tästä johtuen annoin palautusprosentin olla pidempään arvossa 60 prosenttia, kunnes 30 minuutin laskeumakokeen tulokset nousivat 600 ml lähelle. 7.7.2010 pyysin prosessinhoitajaa nostamaan palautusprosentin arvoon 65 prosenttia.

Selkeytyslinjat 11 ja 12 tyhjennettiin 6.7.2010 laajennus-rakennustyömaan suojelemiseksi, ja näin ollen myös yksi seurantakohteista jäi pois käytöstä. Tulovirtaama oli 12.7.2010 todella pieni ja palautusprosentti nostettiin arvoon 70%

Nitrifikaatio käynnistyi 20.7.2010. Kyseistä tapahtumaa oli odotettu kovasti.

6.5 Tulokset

Tulokset ovat rohkaisevia ja kannustavat prosessin säätöön aktiivisesti näinä aikoina, jolloin nitrifikaatio ei ole käytössä. Tuloksia ei käy suoraan ilmi ne arvot, jotka ovat parhaimpia, vaan ne on tutkittava tilannekohtaisesti jäteveden laskeutumisominaisuuksien mukaan. Koejakson aikana kirjoitettu koeajopäiväkirja sekä mittauspäiväkirjat ovat tämän opinnäytetyön liitteinä.

7 YHTEENVETO

Tutkimuksessa sain selville, että vesi jakautuu epätasaisesti prosessissa. Laitoksen laitimmat selkeytsaltaat ja mahdollisesti myös vastaavat ilmastuslinjat (joita en tutkinut) toimivat vähemmällä kuormituksella, kuin laitoksen keskimmäiset altaat. Tämä selveni lähinnä palautuslietteen kiintoainepitoisuuksista, joissa altaiden 6 ja 7 pitoisuudet olivat huomattavasti suurempia, kuin vastaavana ajankohtana laitoksen reunimmaisten altaiden pitoisuudet. Epätasapainoinen jakautuminen saattaa osin johtua siitä, että uudella puolella kahta ilmastusallasparia vastaa 6 selkeytsallasta, vaikka vanhalla puolella kuutta selkeytsallasta kohti on 3 ilmastusallasparia. Selkeytsaltaisiin menevää virtausta ei voida laskea tarkasti, koska altaiden tuloluukut ovat erisuuria.

Ilman nitrifikaatiota toimivassa prosessissa palautuslietettä voi paksuntaa hyvin helposti laskemalla palautusprosenttia 70 prosentista 60 prosenttiin, hyödyntäen NordicWaterin taulukkoa, jolloin lietettä kerääntyi altaiden pohjalle ja se ehti tiivistyä hieman. Oikeilla ohjausmenetelmillä on mahdollista jopa kaksinkertaistaa palautuslietteen kiintoainepitoisuudet, mistä on todennäköisesti apua ilmastuslietteen paksuntamisessa nitrifikaatiota varten sekä ylijäämälietteen sakeutuksessa ennen linkoamista. Oikeat ohjausmenetelmät myös vähentävät lietteen ajoa, koska lingottu liete on kuivempaa.

Laitoksen selkeytsaltaita on mahdollista käyttää tehokkaammin kesä-aikana poistamalla, tarvittava määrä selkeytslinjoja käytöstä ja säätämällä palautusprosenttia. Tyhjät altaat soveltuvat hyvin puskurivarastoiksi suuria kuormituspiikkejä varten.

Koeajovaiheen aikana sain kokonaiskuvan siitä, kuinka liete käyttäytyy muuttuessaan nitrifikaatiossa toimivaksi lietteeksi. Tulokset eroavat huomattavasti ilman nitrifikaatiota olevasta lietteestä.

Työn lyhyt koeaika rajoittaa tutkimustulosten yleistettävyyttä, sillä veden laatu sekä virtaama vaihtelee jatkuvasti. Virtaamaa vaikuttaa selkeytymiseen huomattavasti, koska pienellä virtaamalla laskeutus toimii paremmin, kun taas

suurella virtaamalla laskeutumista ei ehdi tapahtua riittävästi. Prosessi toimi suurimman ajasta ilman nitrifikaatiota. Nitrifikaatio tulee kuitenkin jatkossa olemaan jatkuvassa käytössä.

Jatkotoimenpiteiden lisäksi on muistettava, että pienetkin muutokset osaprosesseissa vaikuttavat koko järjestelmään. Tähän pätee sanonta ”Kaikki vaikuttaa kaikkeen”

LÄHTEET

Vaasan Vesi (2009). Vaasan Veden verkkosivut, verkkodokumentti, julkaisupäivä tuntematon. Saatavissa: <http://www.vaasanvesi.fi/Link.aspx?id=1167318>

Karttunen E, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry (2004). RIL 124-2 Vesihuolto II. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien liitto. s.199 ISBN 951-758-438-5

Pelkonen M & Zhengzhang W (1999). Ovatko paisuntalieteongelmat yleistymässä aktiivilietelaitoksilla? Vesitalous 40 (4). s.29-31. ISSN 0505-3838

Puolanne J, Rantala P, Valve M (1979). Jätevedenpuhdistamon käytön ohjaus ja valvonta, Kaupunkiliitto.

Kemira.Vedenkäsittelyn käsikirja. Kemira Kemi Ab.

Viitasaari M, Peltokangas J, Heinänen J (1994). Vesihuoltotekniikan yksikköoperaatiot ja yksikköprosessit OSA 2 Jätevedenkäsittely. s.20-23. ISBN 951-722-108-8

Kiuru H (1991). Typenpoisto suurella biomassakonsetraatiolla toimivassa aktiivilietelaitoksessa. Vesitalous 32 (1). s 9-11. ISSN 0505-3838

Vesihallitus (1976). Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden mitoituksen ohjearvoja, luonnos II.

Anttila K (2000a). Polymeerin testaaminen ja valinta. Kemwaterin koulutuspäivät jätevedenpuhdistamoiden käyttöhenkilökunnalle Ikaalisissa 11.-12.10.2000. Koulutusmateriaali Kemira Chemicals Oy.

Anttila K (2000b). Puhdistamoiden toiminnan tehostaminen PAX-kemikaaleilla. Kemwaterin koulutuspäivät jätevedenpuhdistamoiden käyttöhenkilökunnalle Ikaalisissa 11.-12.10.2000.. Koulutusmateriaali. Kemira Chemicals Oy

Kiiskinen S (1983). Fosforinpoiston kemia. Teoksessa Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus INSKO, Jätevesikemia. Painos 55. Insinööritieto Oy ISBN 951-739-922-1

Alavuden kaupunki (2004). Jätevedenpuhdistamo 2003-2004. yleistietoutta laitoksesta.

Pelkonen P (2008). Ravinteiden poiston tehostaminen Vaasan Veden Pättin jätevedenpuhdistamolla. Diplomityö. Oulun Yliopisto s.89-90.

Lammentausta J (2001). Polymeeritutkimus, Fosforinpoiston tehostaminen ja puhdistustuloksen viimeistely kunnallisessa jätevedenpuhdistuksessa jälkiselkeytystä tehostavan kemikaalin avulla. Kokemäen Vesiensuojeluyhdistys. ISSN 0781-8654. s.4-9

Vaasan Vesi (2010). Vaasan Veden verkkosivut. verkkodokumentti, julkaisupäivä tuntematon. [Viitattu: 22.11.2010] Saatavissa:

http://www.vaasanvesi.fi/Suomeksi/Esittely/Pattin_puhdistamo/Prosessikaavio

LIITELUETTELO

LIITE 1 Laitoksen prosessikaavio

LIITE 2 Koeajopäiväkirjat

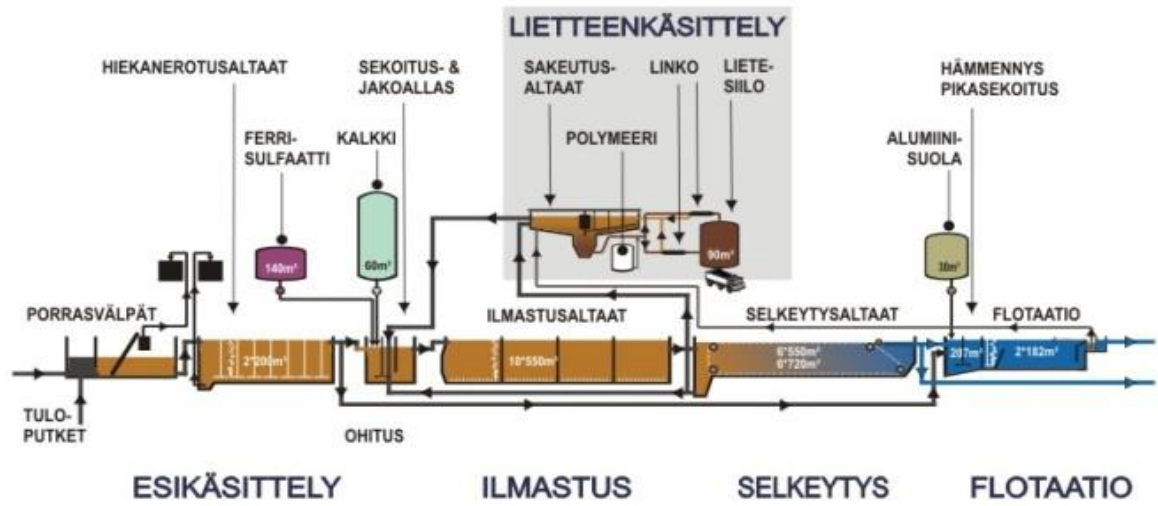
LIITE 3 NordicWaterin taulukko

LIITE 4 Altainen sijaintikuva

LIITE 5 Mittauskaaviot

LIITE 1

VIRTAUSKAAVIO



LIITE 2

18.5.2010 Vanhan puolen kauimmainen selkeytysallas tyhjäänä. Imuauto tyhjensi hiekat ym. rätit pois lietekuopasta.

Kenties mahdollisuus asentaa pressuseinämä kuten alkupään altaissa, joissa se on tasannut virtaamaa.

19.5 Eilisliltana tullut sade vaati altaan täyttämistä ja näin ollen pressuseinien asentaminen oli poissuljettu vaihtoehto.

Palautusprosentin lasku toi tullessaan suurempia kiintoainepitoisuuksia palautuslietteessä.

Koska Laboratoriosta sain tiedon, että liete ei ole riittävän paksua nitrifikaatiota varten, päätin kokeilla paksuntamisen avuksi pitää palautusprosenttia pienempänä, mitä NordicWaterin taulukko neuvoi. Palautusprosentti oli pidemmän aikaa luvussa 60% kunnes 30min laskeumakokeessa alkoi tulla tuloksia luokkaa 600, jolloin pyysin Mattia 7.7.2010 nostamaan palautusprosenttia lukuun 65% Tätä pyydetessä Matti kertoi selkeytysallas numero 1:n palautuslietepumppujen menneen tukkoon ja hänen tehostaneen palautusta sen altaan kohdalta. Tai mahdollisesti taajuusmuuttaja ohjaa 3 allasta kerrallaan jotenka se taitaa vaikuttaa kaikkiin kolmeen joka taas näkyisi lietepatjamittarissa altaassa 3.

5-7.7 sain tiedon laboratoriosta, että lähtevän veden pH on 8.0 ja se saattaa viivyttaa nitrifikaation alkamista, jota tässä kuumeisesti odotellaan.

Juhannuksen jälkeisellä viikolla näytteenotossa häiriöitä johtuen näytteenottajan sairaspöissaoloista.

6.7.2010 Selkeytysallas 12 tyhjennys käynnissä rakennustyömaan johdosta. Kallion louhijat pelkäävät altaan romahtamista monttuun. Lisäksi palautuslietekanavassa on sortumisvaara.

8.7.2010 Palautusprosentin nosto 60% -> 65% koska liete ei laskeudu riittävästi. Yritimme saada nitrifikaatiota alkamaan paremmin, mutta ehkä se ei auttanut. Lähtemättömyyteen saattaa vaikuttaa myös kalkin tarpeeton lisääminen, koska vuosi sitten kun kalkin syöttö lopetettiin, alkoi pH laskea hieman ja nitrifikaatio käynnistyi.

12.7.2010 Palautusprosentin nosto 65% -> 70% Hitaat muutokset mahdollisia näin isossa laitoksessa. Tulovirtaama on todella pieni!

Lietepatjamittari ei näytä oikeita lukemia.

Otin happimittaukset pitkästä aikaa, ei ole tullut otettua kun on hieman haastava homma.

Jostakin pitäisi keksiä tapa, jolla saataisiin nitrifikaatio mahdollisimman nopeasti käyntiin.

Pe 16.7.2010 Nitrifikaatio on vihdoinkin käynnistymässä.

Ma 19.7 Nitrifikaatio edelleen käynnistymässä. Laskeutuskokeissa pintaan nousee kevyttä lietettä ja yli puolituntia ollessaan mittalasisissa, lähes kaikki lietteestä on noussut pintaan.

Ti 20.7 Suunnittelin tutkivani vielä lopunajan altaissa jo olevien pressujen vaikutusta laskeutukseen, kun vertailuksi ottaa vierestä altaan jossa ei niitä ole. Tämä tapahtuisi ns. vanhalla puolella.

Aluksi suunnittelemani koeajot pressujen kanssa jäi tekemättä resurssipulan takia. Henkilöstöä on lomalla ja suoraan kerrottiin että niiden tilaamisessa menisi liian kauan.

Ti 20.7 **Nitrifikaatio on käynnistynyt!!** Näytteenotto jäi väliin pitkittyneen autohuollon johdosta.

To 22.7 Liete tuntui nousevan mittalasisissa pintaan laskeuman aikana liian paljon. Pyysin Jania nostamaan palautusprosenttia 70 => 75% elikkä 5% ylöspäin.

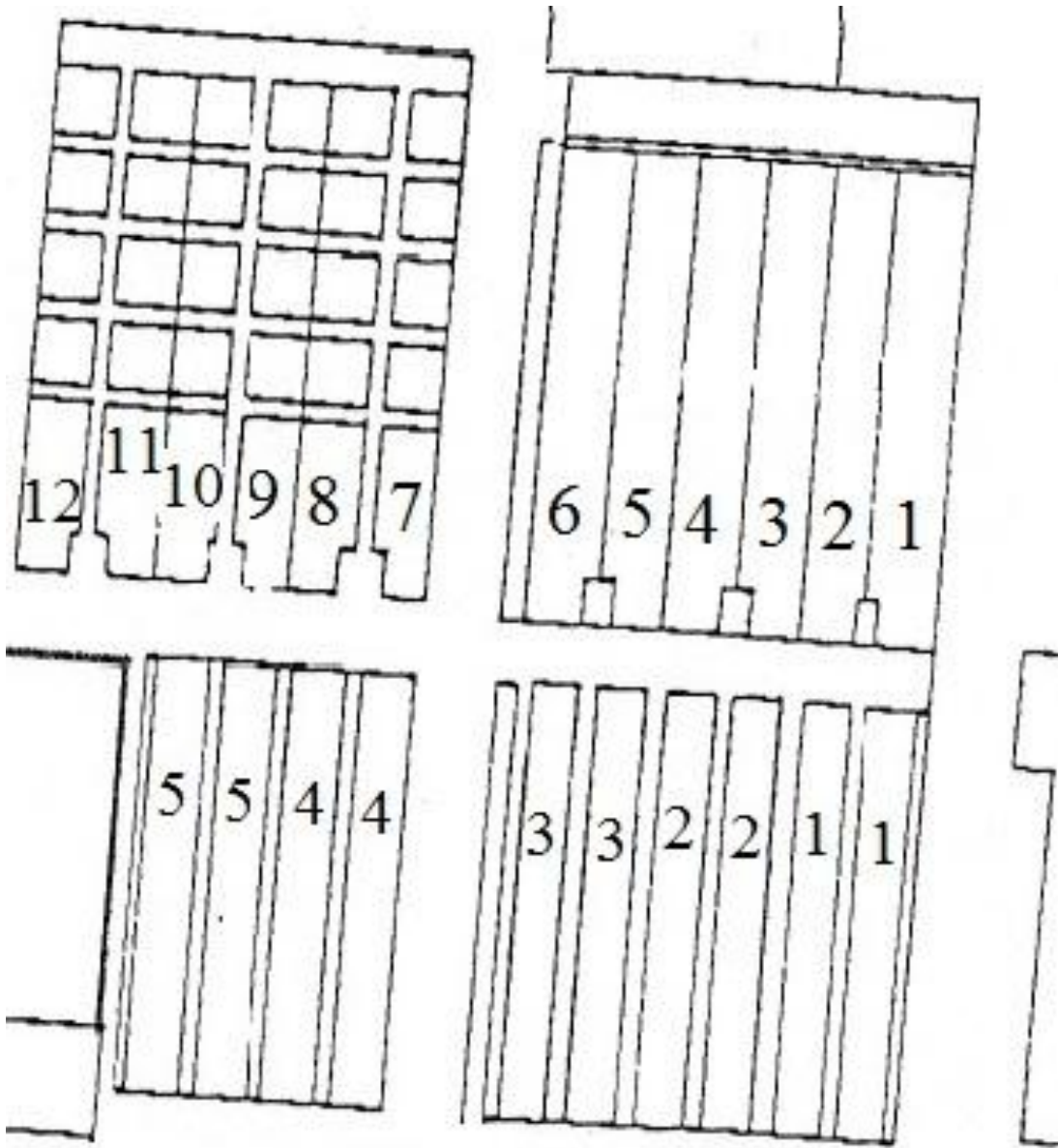
Ma 26.7 Linjan 5 ja 6 laahainten vaihdelaatikon ja moottorin huolto sekä vaihto. Vedenpinnan lasku sekä virtauksen pysäyttäminen. Tästä johtuen ei voinut ottaa luotettavaa näytettä.

Nitrifikaation alkamisen jälkeen jakokanaviin on alkanut muodostua pintalietettä joka vaikeuttaa näytteenottoa. Sitä jää joka tapauksessa näytteenottimen päälle ja mittalasiin, vaikka kuinka hyvin yrittäisi ottaa. Selkeytysaltaisiin ohjattavan veden säätöön voisi asentaa mittapadot. Nykyisen padon tekniikkaa hyväksikäyttäen, pohjaan levy ja patolevyn yläosaan V-mittapato, jota laskemalla voidaan säätää altaaseen menevää veden määrää. Edellyttää pientä kynnystä pinnankorkeuksissa. Näin voidaan säätää prosessia tarkemmaksi..

LIITE 3

Laitoksen tulovirtaus m3/h	Palautusprosentti suhteessa tulovirtaukseen	Palautusliete virtaus m3/h	Virtaus selkeytykseen m3/h	LASKEUMA
1000	0 %	0	1000	0 %
1000	5 %	50	1050	5 %
1000	10 %	100	1100	9 %
1000	15 %	150	1150	13 %
1000	20 %	200	1200	17 %
1000	25 %	250	1250	20 %
1000	30 %	300	1300	23 %
1000	35 %	350	1350	26 %
1000	40 %	400	1400	29 %
1000	45 %	450	1450	31 %
1000	50 %	500	1500	33 %
1000	55 %	550	1550	35 %
1000	60 %	600	1600	38 %
1000	65 %	650	1650	39 %
1000	70 %	700	1700	41 %
1000	80 %	800	1800	44 %
1000	90 %	900	1900	47 %
1000	100 %	1000	2000	50 %
1000	110 %	1100	2100	52 %
1000	120 %	1200	2200	55 %
1000	130 %	1300	2300	57 %
1000	140 %	1400	2400	58 %
1000	150 %	1500	2500	60 %
1000	160 %	1600	2600	62 %
1000	170 %	1700	2700	63 %
1000	180 %	1800	2800	64 %
1000	190 %	1900	2900	66 %
1000	200 %	2000	3000	67 %
1000	210 %	2100	3100	68 %
1000	220 %	2200	3200	69 %
1000	230 %	2300	3300	70 %
1000	240 %	2400	3400	71 %
1000	250 %	2500	3500	71 %
1000	260 %	2600	3600	72 %
1000	270 %	2700	3700	73 %
1000	280 %	2800	3800	74 %

LIITE 4



LIITE 5

