



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgåve

IB303312 - Bacheloroppgåve i vatn- og miljøteknikk

**Optimalisering av Hias Bio-P prosessen for VFA
produksjon**

Kandidatnummer : 10030 og 10016

Totalt antal sider : 48/91

Ålesund, dato 20.05.2019



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

1.	Me erklærer her at vår besvaring er vårt eige arbeid, og at me ikkje har nytta andre kjelder eller har motteke anna hjelp enn det som er nemnt i beskrivinga.	Ja
2.	Me erklærer vidare at denne besvaringa: <ul style="list-style-type: none">• Ikkje har vore nytta til anna eksamen ved ei anna avdeling/universitet/høgskule innanlands eller utanlands.• Ikkje refererer til andre arbeid utan at det er oppgitt• Ikkje refererer til eige tidlegare arbeid utan at det er oppgitt.• Har alle referansane oppgitt i litteraturlista• Ikkje er ein kopi, eit duplikat eller avskrift av andre arbeid eller besvningar.	Ja
3.	Me er kjende med at brot på overnemnte er å betrakta som fjuske og kan medføra annullering av eksamen og utestenging frå universitet og høgskular i Noreg, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	Ja
4.	Me er kjende med at alle innleverte oppgåver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, sjå Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivande studentoppgåver	Ja
5.	Me er kjende med at universitetet vil behandla alle saker kor det føreligg mistanke om fjuske etter høgskolens studieforskrift §31	Ja
6.	Me har sett oss inn i reglar og bruk av kjelder og referansar på biblioteket sine nettsider	Ja

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileidar: Razak Seidu

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgåva

Forfattarane har opphavsrett til oppgåva. Det betyr blant anna einerett til å gjera verket tilgjengeleg for allmennheita (Åndsverkloven §2).

Alle oppgåver som fyller kriteria vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfattarane si godkjenning. Oppgåver som er unnateke offentlegheit vil ikkje bli publisert.

Me gir hermed NTNU i Ålesund vederlagsfri rett til å gjera oppgåva tilgjengeleg for elektronisk publisering. ja

Er oppgåva bandlagt (konfidensiell)? Nei

Kan oppgåva publiserast når bandleggingsperioden er over? Nei

Er oppgåve unntatt offentlegheit? Nei

(inneheld taushetsbelagd informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 20.05.2019

Forord

Eit tema som har engasjert gruppa i stor grad er fosfortilgjengelegheit og den utfordringa me står overfor i førehald til framtidig matsikkerheit. Gruppa, som består av Trygve Wigestrånd Årsvold og Jens Erik Lied, hadde som mål å sjå på noko som var berekraftig og viktig for heile samfunnet. I starten av 2019 starta me den omfattande bacheloroppgåva som omhandlar fosforutvinning. Dette er avsluttande oppgåve i forbindelse med studie i vatn- og miljø ingeniør på NTNU Ålesund

Lærekurva for gruppa har vore bratt og med stor tolmod har Sondre Eikås lært oss veldig mykje. Dette er me svært takksam for og vil rekke ein stor takk til Sondre og Hias-IKS.

Veileidar Razak Seidu har også vore til enorm støtte gjennom heile prosessen, tusen hjarteleg.

Me vil også takke laboratorie ansvarleg på NTNU Ålesund, Andreas Longva som har strekt seg langt for at me skal få alt som trengst. Sjølv på kort varsel og med lange bestillingstider har han som regel greidd å fikse det meste.

Ålesund 20.05.2019



Jens Erik Lied



Trygve Wigestrånd Årsvold

SAMMENDRAG

Oppgåva vår tek utgangspunkt i ei alternativ kjelde for fosforutvinning og ser på prosessen som er under utvikling hjå Hamar-regionens interkommunale reinseanlegg (Hias IKS), heretter omtalt som Hias-prosessen.

Hias-prosessen går ut på å køyre avløpsvatnet gjennom anaerob og aerob sone for å biologisk utskiljing av størst mogleg mengde fosfor, for så å kunne nytta denne fosforen i gjødsel.

Denne biologiske prosessen er avhengig av ei jamn tilføring av organisk nedbrytbart materiale ifrå avløpsvatnet, og er sårbar for variasjon.

Me skal i denne oppgåva sjå på korleis ein på best mogleg måte kan supplera med nødvendige mengder flyktige feittsyrer (VFA) i tilfelle der ein opplever mangel på organisk materie i avløpsvatnet.

Problemstillinga i denne oppgåva er å undersøka korleis ein kan optimalisere produksjon av VFA.

Samanlikning av forskjellige metodar innan reinsing og sjå korleis VFA oppfører seg i dei forskjellige metodane. Det som er mest interessant er å sjå korleis det vil gå med bæremedie prøvene. Hias-prosessen brukar bæremedie og det er dermed svært interessant å sjå kor effektivt dette er.

For å finne ut av VFA produksjonen i dei forskjellige metodane henta me 6 prøver. To sedimentering prøver, to usedimenterte prøver og to bæremedie prøver. Gjennom tre veke har me dyrka fram bakteriekultur på lokalt slam frå Åse reinseanlegg i Ålesund. Bakteriekulturane har avslutningsvis blitt testa i ein periode på 3 døgn.

Våre resultat viser at me har ein god VFA produksjon på mange av våre prøver. Me har også vist kva som kan vera viktig for ein god produksjon VFA. Me har i tillegg vist korleis me ligg an i forhold til andre som har dyrka VFA.

Denne oppgåva er eit eksamenssvar utført av studentar ved NTNU i Ålesund.

ABSTRACT

This assignment is based on researching alternatives to the traditional method of extracting phosphorus, where we assessed the process that is under development at Hamar interregional wastewater treatment plant (Hias IKS); hereby Hias.

The Hias-process consists of routing wastewater through anaerobe and aerobe zones and using bacteria in a biological process to extract phosphorus. The result is clean wastewater and a bi product that can be used as a critical ingredient in fertilizers.

This process is dependent on an even supply of organic material and is vulnerable to changes in the composition of the wastewater. Our contribution in this project is to investigate several cases of how to best produce volatile fatty acids (VFA) at wastewater plants, with the intention to supplement a lack of organic material on days with poor composition.

We performed three different cases on altogether six different samples.

We had two samples for testing the case of an unsedimented continuous process. We had two samples for testing the case of a sedimented process. We also had two samples where we analysed the results that could come from the case of adding bio media for growing biofilm. The base of the samples was collected from Hias in Hamar. Throughout three weeks we grew bacterial cultures on the base samples from Hias-IKS and sludge from a local wastewater treatment plant in Ålesund municipality.

Throughout the growth period and the analysis, we tested the samples for relevant parameters. Through this assignment, we have shown that the samples were good bases for the growth of VFA, and we have been able to compare our results with former projects of similar intent.

Innhold

1	TERMINOLOGI	8
2	INNLEIING	11
2.1	BAKGRUNN	11
2.2	PROBLEMSFILLING OG DELMÅL	11
2.3	AVGRENSINGAR	11
3	TEORETISK GRUNNLAG	12
3.1	AVLØPSREINSING I NOREG	12
3.2	SAMANSETNING AV AVLØPSVATN	12
3.2.1	<i>Miljørisiko av næringsmiddel</i>	15
3.2.2	<i>Fosfor som ressurs</i>	16
3.3	REINSEKRAV	18
3.3.1	<i>Mekanisk reinsing</i>	19
3.3.2	<i>Kjemisk reinsing</i>	20
3.3.3	<i>Bio-P prosessen</i>	21
3.4	VOLATILE FATTY ACIDS (VFA)	23
3.5	FOSFOR	24
3.6	HIAS-PROSESSEN	24
4	MATERIAL OG METODE	29
4.1	EKSPERIMENT OPPBYGGING	30
4.2	SLAM OG BAKTERIEKULTURAR	31
4.3	OMRØRING	33
4.4	ANALYSE	36
4.4.1	<i>Testing av flyktige fettsyrer (VFA)</i>	36
4.4.2	<i>Testing av SCOD</i>	37
4.4.3	<i>Testing av fosfor</i>	38
4.4.4	<i>Testing av VFA opptak</i>	39
5	RESULTAT OG DRØFTING	40
5.1	TEMPERATUR OG PH FRÅ PRØVETAKING	40
5.2	SCOD OG FOSFOR	42
5.3	VFA PRODUKSJON	43
5.4	FOSFORSLEPP	45
6	KONKLUSJON OG FØRESLAG	46
6.1	FORSLAG TIL VIDARE ARBEID	46
7	REFERANSER	47
8	VEDLEGG	49

1 TERMINOLOGI

Figurliste

Figur 1 Eutrofiert innsjø i Kina (Scannone, 2016)	15
Figur 2 Peak phosphorus curve (Cordell and White, 2011)	17
Figur 3 Eksempel på mekanisk filter frå Salsnes (Rusten and Paulsrud, 2000)	19
Figur 4 Enhanced Biological Phosphorus Removal process, kjelde I (Henze et al., 2017)	22
Figur 5 Skisse over Bio-P bakteriar der me har anaerob til venstre og aerob til høgre (Salmonsson et al., 2017).	23
Figur 6 Oppbygging av dagens Hias-IKS som skal utfasast (Eikås, 2019).	25
Figur 7 Nye avløpsreinseanlegget til Hias-IKS (Eikås, 2019)	26
Figur 8 skisse av Hias-prosessen (Hias, n.d.)	26
Figur 9 Bilete av bæremedie, (EC put Global Business, 2019)	27
Figur 10 venstre hovudstraumsydrolyse og til høgre sidestraumshydrolyse (Salmonsson et al., 2017).	28
Figur 11 flytskjema for plan for labarbeid.	30
Figur 12 Forlenga skovl	33
Figur 13 Boremaskin røring.....	34
Figur 14 Supperørar i bæremedieprøva.....	35
Figur 15 Supperørar.....	35
Figur 16 Oversikt av temperaturane i sedimentert, usedimentert og bæremedia.	41
Figur 17 Oversikt over pH.....	41
Figur 18 Fosfor og SCOD-produksjon.	42
Figur 19 VFA produksjonen i heile forsøksperioden	43
Figur 20 Chen (et al., 2007) visar VFA produksjon.	44
Figur 21 Mengda fosfor (mg/l) i vatnet i kvar prøve	45

Tabellar

Tabell 1 Samansetning av råvatn ifrå fleire undersøkingar på 1990- og 2000 talet. Kjelde i (Ødegaard et al., 2014).....	14
Tabell 2 Berekna konsentrasjonar (g/m ³) for ulike situasjonar i eit avløpssystem. Kjelde i (Ødegaard et al., 2014).....	14

Begrep

VFA	Flyktige fettstoffer
Hias-IKS	Hamar region interkommunal reinseanlegg
SS	Suspendert stoff
EU	Europeisk union
BOF	Biokjemisk oksygenforbruk
KOF	Kjemisk oksygenforbruk
PAO	Polyfosfatakkumulerende organismer
Bio-P	Utvida biologisk fosforavskilling (Blir definert som EBPR på engelsk)
GAO	Glykogenakkumulerende organismer
SCOD	Soluble chemical oxygen demand (løseleg kjemisk oksygenforbruk)
NTNU	Norges tekniske og naturvitenskaplige universitet
pe	Personekvivalent
PHA	Polyhydroxyalkanoater
PO43-	Fosfat
RA4	Åse reinseanlegg i Ålesund kommune
TITRA 5	Titreringsmetode
HCl	Hydrogenklorid
NaOH	Natriumhydroksid
pH	Pondus hydrogeni
VWR pH 10	Type pH-meter
M	Mol
rpm	Revolutions per minut
CaCO3	Kalsiumkarbonat
TS	Tørrstoff
PAX	Polyaluminiumklorid
TSS	Totalt suspendert stoff
TP	Total fosfor
TN	Total nitrogen
USA	United States of America
Phosphate LCK 348	Kitt for testing av fosfor
COD LCI 400	Kitt for testing av KOF
DR3900	Spektrofotometer
HT200S	Termostat
RA	Reinseanlegg
MBBR	Moving bed biofilm reactor

Poly-P	Poly fosfat
CO ₂	Karbondioksid
O ₂	Oksygen
NO ₃	Nitrat

2 INNLEIING

2.1 Bakgrunn

Hias-IKS har utvikla ein prosess for biologisk reinsing av avløpsvatn, med moglegheit for fosforutvinning. Samansetninga av avløpsvatnet som forsynar dette reinseanlegget er rikt på næringsstoff, og bidrar difor til god reinsing og høg utvinningsgrad. I resten av Noreg er samansetninga av avløpsvatn meir varierende, noko som har negativ påverking på den biologiske reinseprosessen. For å kompensera for manglande næringsstoff i avløp, kan ein supplera med flyktige fettsyrer (VFA) som energikjelde til kritiske deler av prosessen. Oppgåva går ut på å vurdere produksjon av VFA gjennom hydrolyse for å kunne gjera Hias-prosessen stabil og mogleg i heile landet.

2.2 Problemstilling og delmål

Me ynskjer å gjera det mogleg å utvikla ein berekraftig og framtidsretta måte å reinsa avløpsvatn på, med betre utnytting av sekundærressursar.

- Korleis optimalisera produksjonen av VFA?
- Kva metodar gir best utslag?
- Kva førehald påverkar prosessen mest?
- Kva resultatata våre tilseier mot verdiar opparbeidd i liknande forsøk?

2.3 Avgrensingar

Oppgåva omhandlar VFA produksjon i Hias-prosessen. Den strekkjer seg over produksjonsmetodar, potensielle utfall og våre eventuelle resultat. Det vert føretatt det teoretiske grunnlaget opp til denne typen biologisk reinsing av avløpsvatn. Utover ei generell forklaring av Hias-prosessen, ser me ikkje nærmare på andre deler enn VFA produksjonen og dens innverknad.

3 TEORETISK GRUNNLAG

3.1 Avløpsreinsing i Noreg.

På midten av 1800-tallet vart det utbygd vassverk rundt om i Noreg. Konsekvensen av dette var stor auke av avløpsvatn. Rundt 1860 hadde dei fleste store byar fått eit større samanhengande avløpsystem med hjelp frå lokale sunnheitskommisjonar. Når det i starten av 1900-tallet kom vassklosett, blei det enda større auke av avløpsvatn. Ålesund var faktisk byen som først systematisk innførte vassklosettet etter bybrannen i 1904.

I 1911 vart det bygd ein stor septiktank til 20 000 personar i Kristiania, denne bytta dei 1931 til eit aktiv-slam anlegg. Aktiv-slam anlegg har ikkje blitt noko særleg utbreidd før i dei siste åra.

Fokuset på reinsing av avløpsvatn har kome meir og meir på bana dei siste tiåra og dette er viktig for samfunnet. Mykje av avløpsvatnet blir reinsa etter ulike krav her til lands, men det har ikkje alltid vore slik. Sidan 1970-talet har fokuset på forureining auka drastisk. I 1972 vart miljøverndepartementet oppretta og 1974 kom statens forureiningstilsyn.

I 1973 vert Mjøsaksjonen iverksett av statlege midlar. Norges største innsjø var så forureina at det måtte satsast stort på reinsing. Hamar-regioninterkommunale reinseanlegg (Hias) er eit resultat av dette tiltaket og vart føretatt av Gro Harlem Brundtland i 1979.

Auka av reinseanlegg i Noreg har vore enorm siste 20 åra. I 1983 var det registrert 619 reinseanlegg, medan det i løpet av 2013 var ca. 2700 reinseanlegg (Ødegaard et al., 2014).

3.2 Samansetning av avløpsvatn

I følge (Ødegaard, 2014) er Norsk avløpsvatn ei samansetning av vatn som kjem ifrå mange kjelder før det når reinseanlegga.

- Spillvatn - dette er vatn ifrå hushaldningar, institusjonar, arbeidsplassar, og andre mindre bidragsyterar.
- Overvatn - dette er vatn som entrar avløpssystem gjennom kummar og sluk som ligg i overflata. Overflatevatn kjem som regnvatn, smeltevatn og flaumvatn. I Noreg har ein fleire plassar det ein kallar fellessystem, som gjer at både overvatn og spillvatn samlast i same system. Dette har stor innverknad på mengdene i avløpssystemet. Dette er mykje av grunnen for at ein i størst mogleg grad prøver å bruke separatsystem eller infiltrasjon.
- Industrielt avløpsvatn - dette er vatn ifrå industrielle prosessar. Dette omfattar ikkje sanitærtillod som toalett og kontor, desse går nemleg under spillvatn.

- Overløpsvatn - Dette kan ein kalla ein plan B for vatn. Vatn som er dimensjonert for å hamna ein anna plass, men som må ta ei alternativ rute for å unngå umiddelbar flomdannning, vasskadar eller smittefare. Dette kan vera grunna stopp i systemet, eller underdimensjonering av opphavelag flomveg. Ein risikerar til dømes at overløpsvatn kan hamna heilt ureinsa på gatenivå, eller i vassførekomster

- Infiltrasjonsvatn - Dette er vatn som kjem seg inn i avløpssystemet utan å vera kopla på. Til dømes kan dette vera overflate- og grunnvatn som trengjer seg inn i lekkasjar i systemet.

Når det kjemt til kva avløpsvatnet består av, så er det ein standardisert metode for å måla dette. I Norsk Vann sin rapport nummer A168 oppgir (Ødegaard et al., 2009) at dei målar avløpsvatnet etter følgande parameter :

- Biologisk oksygenforbruk (BOF)

Dette er ein metode for å analysa kor mykje organisk stoff som finst i prøva, ved å nytta aerobe bakteriar til å bryta ned materialet og få eit tal på kor mykje oksygen denne prosessen har kravd.

- Kjemisk oksygenforbruk (KOF)

Dette er også ein kjemisk metode for å analysa mengde organisk stoff, der ein nyttar oksygenreaksjonar til å rekne mengder oksygenekvivalentar forbrukt. I prosessen av forrotning, brytast organisk stoff ned ved hjelp av oksygen og blir til gass. KOF målar mengda oksidasjonsmiddel forbrukt og kan dermed fastslå kor mykje organiske stoff som finst i den nemnte prøva. Om ein har ei filtrert prøve som ein køyrar KOF-test på, vert denne prosessen kalla SCOD.

- Totalt fosfor (TP)

Dette er tal for den samla mengda fosfor i prøva; organisk bunde fosfor, samt uorganisk bunde fosfor som ortofosfat og polyfosfat.

- Totalt nitrogen (TN)

Dette er tal for den totale mengda nitrogen i prøva; organisk bunde nitrogen, samt uorganisk nitrogen som ammonium, nitritt og nitrat.

- Suspendert stoff (SS)

For å finna mengda suspendert stoff i ei prøve, filtrerer ein prøva og tørkar den. Ved å vege den tørka prøva, kan ein få eit tal på mengde suspendert stoff.

Ein har ei ekstensiv oversikt over dei forskjellige parameter ifrå fleire kjelder i Norden i tabell 1, henta ifrå Vatn- og Avløpsteknikk. Påverkande faktorar for differansen i dei data som er oppgitt her, kan vera tilstand på leidningsnett, lokal nedbørsmengd, kor vidt dei har fellessystem, med meir. Ein kan ut ifrå denne tabellen dra slutningar om at det til ein viss grad finst førekomstar av samtlige parameter i Nordiske avløpssystem.

Parameter	87 kjemiske RA 1991	386 små RA (<200 m ³ /d) 1997	12 norske anlegg 1999	17 svenske anlegg 1999	7 finske anlegg 1999	32 anlegg i Akershus og Vestfold 2003-2010	VEAS 2010	BEVAS 2010	FREVAR 2010
BOF5						130 ± 115	164	180	112
BOF7	167 ± 95	209 ± 127	114	172	267				
KOF	418 ± 244	474 ± 249	253	487	591	371 ± 284	360	418	274
Tot P	5,2 ± 2,5	6,1 ± 3,1	3,0 ± 1,1	6,1 ± 1,7	7,5 ± 1,3	4,3 ± 2,3	3,7	4	2,9
Tot N	-	-	22,0 ± 6,2	33,1 ± 8,1	43,8 ± 10,4	24,8 ± 11,5	29	32,7	-
SS	233 ± 186	253 ± 174	-	-	-	205 ± 104	236	243	-

Tabell 1 Samansetning av råvatn ifrå fleire undersøkingar på 1990- og 2000 talet. Kjelde i (Ødegaard et al., 2014)

Forskjellane i mengder avløpsvatn er direkte kopla med nedbørsmengda i kommunale avløp i Noreg. Dette er resultatet av fellessystema som nemnt tidlegare, der ein har kombinasjonen av både overflatevatn og spillvatn. I tabell 2 ser ein at konsentrasjonane av dei forskjellige parameter endrast i førehald til nedbørsmengda. Om ein held fokus på nettopp fosfor, ser ein at mengda totalt fosfor i avløpsvatn vaierar ifrå 1,8 g/m³ til 6 g/m³ alt etter om det er tørrvêr eller nedbør, samt om leidningsnettet er i god stand eller ikkje. Ein kan med andre ord sjå at den store endringa i samansetninga er reell.

Parameter	Tørrvêr		Mykje nedbør	
	Godt ledningsnett	Dårleg ledningsnett	Godt ledningsnett	Dårleg ledningsnett
BOF5	200	120	150	60
KOF	400	240	300	120
SS	233	140	175	70
Tot P	6	3,6	4,5	1,8
Tot N	40	24	30	12

Tabell 2 Berekna konsentrasjonar (g/m³) for ulike situasjonar i eit avløpssystem. Kjelde i (Ødegaard et al., 2014)

3.2.1 Miljørisiko av næringsmiddel

Dei potensielle mengdene fosfor i kommunalt avløpsvatn, fører med seg risiko for nærmiljø. Fosfor, nitrogen og kalium er vanlege samansetningar i kunstgjødsel som i stor grad vert nytta i jordbruket.

Overskotet av næringsmiddel ifrå jordbruket som ikkje vert teke opp i planter og jord, transporterast langs naturlege avrenningsvegar vidare i vatnets kretsløp i hydrologien (Panagopoulos et al., 2007).

Næringsmiddel og forureiningar transporterast gjennom elver og grunnvatn, og endar opp i dei forskjellige resipientane me har i Noreg. Også ifrå ureinsa spillvatn kan desse utfordringane finna vegen ut i desse resipientane, og ein risikerar alvorleg forureining og eutrofiering.

Eutrofiering er når ein får ei overbelastning av næringsstoff til vassførekomster. Dette er ein risiko for spesielt sårbare resipientar, som innsjøar, elvar og terskelfjordar. Uønska verkingar i vassførekomster som følgje av næringsmiddeltilføring kan vera algevekst, oksygenfattigheit, endring i pH og auke i turbiditet. Dette kan i sin tur gjera vassførekomster uegna som drikkevasskjelder og ha konsekvensar for dyreliv. (Ødegaard et al., 2014)



Figur 1 Eutrofiert innsjø i Kina (Scannone, 2016)

3.2.2 Fosfor som ressurs

Fosfor er eit særst viktig næringsmiddel i kunstgjødsel til jordbruk og i dyrefor. Heile 90% av verdas fosforetterspurnad kjem ifrå matproduksjonen. Som eit grunnstoff kan ikkje fosfor produserast, det må utvinnast. (Cordell et al., 2009)

Fosfor vert tradisjonelt sett utvinne ifrå gruvedrift. Det er få stadar i verda der ein har førekomster av den lett. I dag er det eit fåtal nasjonar som produserar mengder av fosfor. Av landa som produserer meir enn 10 millionar tonn har ein følgjande:

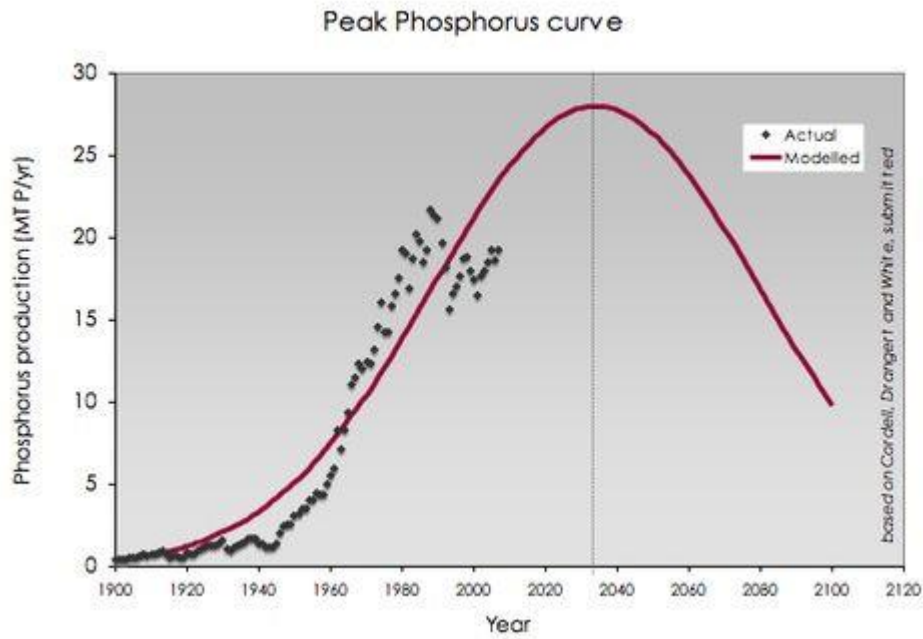
- Kina: 140 mill tonn
- USA: 27,7 mill tonn
- Marokko og Vest-Sahara: 27 mill tonn
- Russland: 12,5 mill tonn

(Kay, 2018)

Over 70% av fosfor reservane i verda ligg i Vest Sahara. Konflikt og boikott som følgje av den uavklarte politiske situasjonen i dette området kan vere faktorar som i stor grad kan påverke verdas tilgang på fosfor i framtida (Zunes, 2010).

Fleire forskarar varslar det ein kallar for “peak phosphorus” eller topp-fosfor, der ein spår at mengda fosfor utvinne i nær framtid kjem til å stagnera samstundes som behovet stig. Fosfatsteinen som utvinnast er ikkje homogen, og det er forskjellige prosentvise mengder fosfor i jordskorpa. Dette betyr at stadane med mest fosforinnhald vert utvinna først. I framtida vil gruvedrift bli meir kostbart og ressurskrevjande. Ein del av fosforet i jordskorpa er ikkje tilgjengeleg på grunnlag av politiske, økonomiske, lovlege og geografiske avgrensingar.

Dei som arbeidar med forskning på området, deriblant (Beardsley, 2011) og (Cordell and White, 2011), ventar ein drastisk nedgang i tradisjonell fosforproduksjon, som vist i figur 1. Figuren viser forbruket av fosfor i verda, representerer av dei grå prikkane. Den raude streken representera Cordell og White sin modell for framtidig fosforproduksjon.



Figur 2 Peak phosphorus curve (Cordell and White, 2011)

Det er til dels usamd om når denne toppen skjer, men at det det kjem til å skje er forskarar einige om. Samstundes er det rekna at antalet menneske i verda stig, og at behovet for fosfor aukar. Denne situasjonen vil ha store konsekvensar for verdens matproduksjon. (Beardsley, 2011) (Cordell et al., 2009)

3.3 Reinsekrav

Under forskrift om begrensning av forureining finn ein reinsekrava til dei ulike kategoriane

“Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) - Kapittel 14. Krav til utslipp av kommunalt avløpsvann fra større tettbebyggelser - Lovdata,” n.d.

§ 14-2. Definisjon av rensegrad

Følgende definisjoner for rensegrad gjeld i kapittel 14:

Primærrensing: En renseprosess der både

- 1) BOF5 -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 20% av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 40 mg O₂ /l ved utslipp og
- 2) SS-mengden i avløpsvannet reduseres med minst 50% av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 60 mg/l ved utslipp.

Sekundærrensing: En renseprosess der både

- 1) BOF5 -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 70% av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 25 mg O₂ /l ved utslipp og
- 2) KOFCR -mengden i avløpsvannet reduseres med minst 75% av det som blir tilført renseanlegget eller ikke overstiger 125 mg O₂ /l ved utslipp.
 - c) Fosforfjerning: En renseprosess der fosformengden i avløpsvannet reduseres med minst 90% av det som blir tilført renseanlegget.
 - d) Nitrogenfjerning: En renseprosess der nitrogenmengden i avløpsvannet reduseres med minst 70% av det som blir tilført renseanlegget.

3.3.1 Mekanisk reinsing

Mekanisk reinsing er reinsing gjennom statiske eller røyrslage maskiner.

Felles for mekaniske reinseinretningar er at dei er bygde, og ikkje nyttar kjemikalie eller biologi for å reinsa vatnet. Mange nyttar seg av sedimentering som eit reinsetrinn, medan andre basarar seg på siling eller slamavskilling. Problemstillinga med mekanisk reinsing er at ein får fjerna ein stor del av partiklane, men ikkje like mykje av dei resterande parameterane.

Figur 2 visar eit Salsnes filter. Salsnes har produsert silar sidan 1991. Salsnes sil kan oppretthalde primæreinsing sidan den kan fjerne meir enn 50 % TSS og meir enn 20 % BOF frå ubehandla avløpsvatn. Den store fordelen er at Salsnes filter brukar mindre plass enn konvensjonelle reinseanlegg (Salsnes filter, 2019)

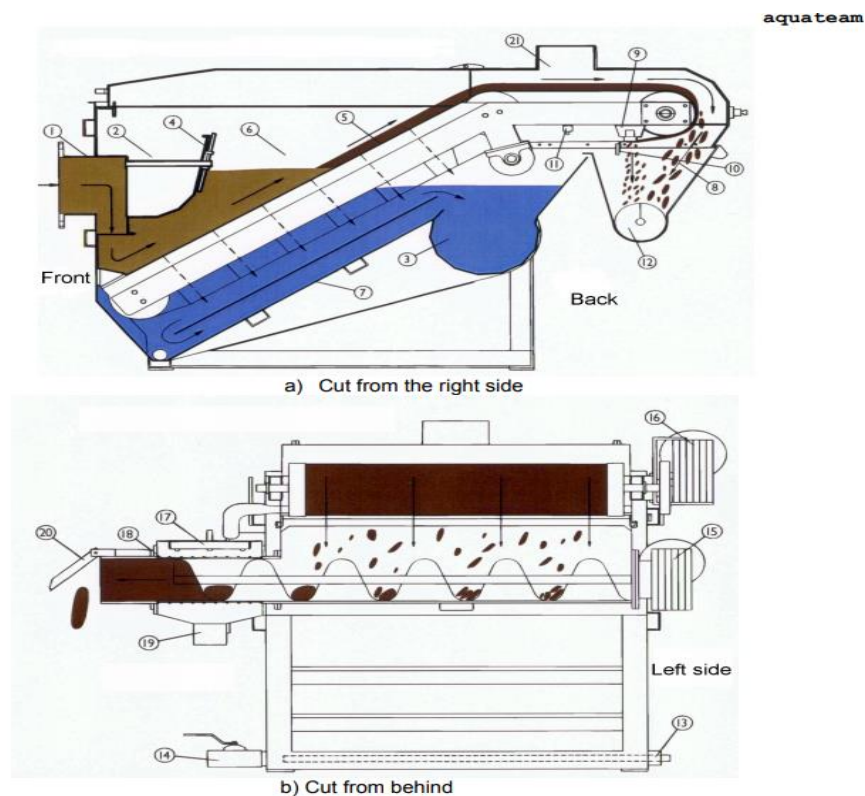


Figure 1. The Salsnes Filter fine mesh sieve.

Key:

- | | | |
|----------------------|--|--|
| 1 Inlet | 9 Air cleaning device | 16 Gear/motor for wire cloth |
| 2 Overflow | 10 Rubber scraper | 17 Hot water nozzles for cleaning press cylinder |
| 3 Outlet | 11 Hot water nozzles | 18 Press cylinder |
| 4 Level indicator | 12 Screw | 19 Reject from press cylinder |
| 5 Wire cloth | 13 Cold water pipe for settled waste removal | 20 Spring-loaded lid |
| 6 Wastewater | 14 Drain valve for settled waste | 21 ventilation |
| 7 Filtered water | 15 Gear/motor for screw press | |
| 8 Sludge compartment | | |

Figur 3 Eksempel på mekanisk filter frå Salsnes (Rusten and Paulsrud, 2000)

3.3.2 Kjemisk reinsing

Ein tilsett fellingskjemikalie som foreksempel jernklorid eller aluminiumsulfat, alt etter kva forureining ein har i avløpet. Grunnen for å tilsette kjemikalier på denne måten er for å danne fnokkar i sedimentering- eller flotasjonsbasseng.

Det finst fleire variantar av oppbygningar av kjemiske reinseanlegg.

- Primærfelling, der ein har eit enkelt oppbygd anlegg utan forsedimentering men med flokkulering.
- Sekundærfelling, som er rimeleg likt førstnemnde med unntak av at ein også har forsedimentering og flokkulering.
- Kjemisk forbetra primærreinsing, som er når ein tilsett fellingskjemikalie før eit forsedimenteringsbasseng (Ødegaard et al., 2014).

Dette er ein effektiv måte å få delt forureinande stoff frå vatn. Dette er den mest brukte reinsemetoden i Noreg i dag, men det har vist seg problematisk å bruka fosforen til matproduksjon etterpå. Dette skuldast at dei kjemiske bindingane er så sterke at det er vanskeleg for planter å ta opp næring. ein får dermed ikkje nytta desse sekundærressursane. Utfellingskjemikaliane er store postar både i klimaregnskapet og i driftsøkonomien for reinseanlegga. Ein nyttar som regel metallsalt av aluminium og jern til dette og dei må produserast og fraktast til anlegga. Hias-IKS oppgir i sin presentasjon “Fra renseanlegg til gjødsel-fabrikk” at dei treng 100 tonn aluminium for å fjerna 13 tonn med fosfor med denne metoden. Dette er ikkje optimalt i eit sirkulærøkonomiperspektiv (Hias, n.d.) (Krogstad et al., 2004).

Innanfor reinsing har eutrofiering vore med å drive fram ulike kombinasjonar innanfor reinsing. I Noreg var det fosfor som var den store syndaren når det kom til forureining. Kjemisk reinsing viste seg å vere svært effektiv på fosfor og vart derfor den mest nytta metoden. Det blei erfart at kjemisk reinsing var svært effektiv på suspendert stoff (SS) og organisk stoff. EU sitt avløpsdirektiv vart implementert i Norge ved revisjon av forureiningslova i 2006. Dette førte til at reinseanlegg som slepper avløp til ferskvatn måtte oppfylle sekundærreinsing. Innanfor reinsingsprosessar medfører dette at ein ofte har ein kombinasjon av kjemisk og biologisk reinsing. Eksempelvis kan dette vere MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) etterfølgd av kjemisk felling, som er ein metode som krev lite plass.

3.3.3 Bio-P prosessen

Biologisk reinsing går ut på å nytta mikroorganismar for å redusere organisk materiale og næringsstoff i avløpsvatnet. Mikroorganismane me brukar finst i aktivt slam, biofilter og biorotorar. Biologisk reinsing har fått mykje merksemd siste åra og forskinga er stor på feltet. Forutsetningane for å drifta ein effektiv biologisk reinseprosess er snevne. Ein må ha få endringar i parameter for at den biologiske prosessen skal fungera. Denne typen reinsing er derfor sårbar for store endringar i eksempelvis samansetning av avløpsvatn.

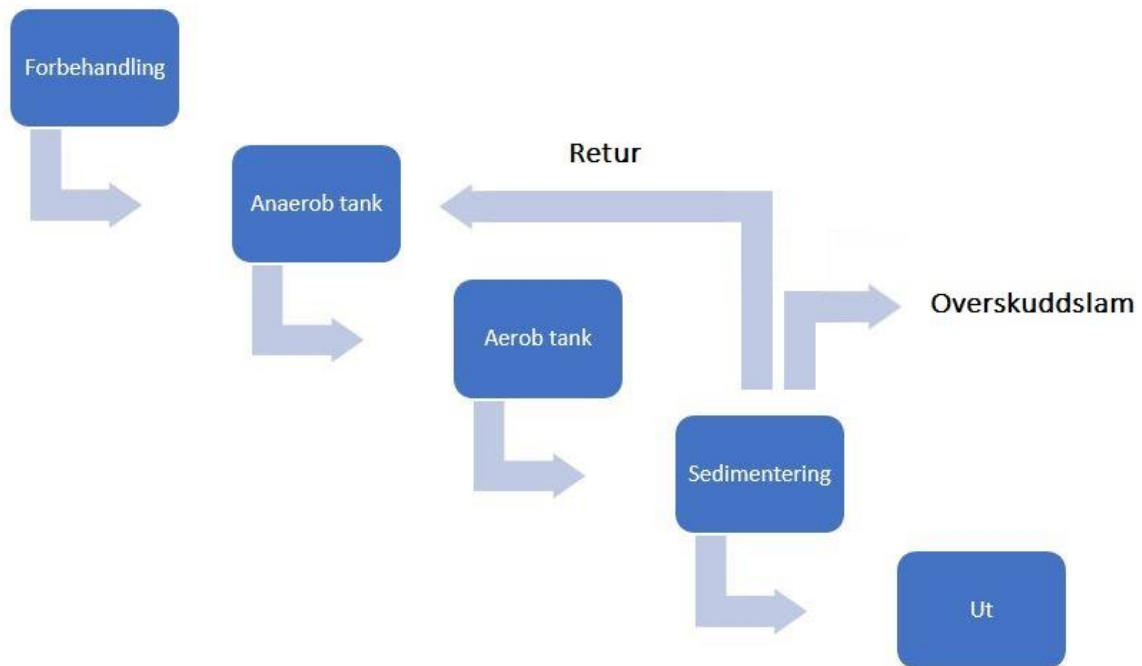
Om ein ser på biologisk reinsing av fosfor, har ein fleire metodar for dette. Den mest relevante metoden er kalla Bio-P-prosess, luksusopptak av fosfor, eller EBPR (Enhanced biological phosphorus removal) forklart av (Henze et al., 2017) og (Salmonsson et al., 2017). Heretter omtalt som Bio-P. Prosessen av dette er grovt beskrive i figur 3

Bio-P går ut på følgande steg. Ein har forbehandling, der ein tek vekk det grøvste av partiklar med sedimenteringsbasseng.

Deretter har ein anaerob tank, der VFA og andre karbonkjelder vert nytta til å fora prosessen av å løysa ut fosforet til flytande tilstand.

Vidare gjeng prosessen inn i ein aerob tank der den flytande løyste fosforen vert bunde saman igjen, med høgare samansetning enn før prosessen starta.

Avslutningsvis renn vatnet vidare, medan slammet blir teke ut og køyrt i retur. Dette blir gjort for å oppretthalda ein sunn bakteriekultur i starten av prosessen. Slammet som er til overs vert overskotslam, gjennomgår ein avvatningsprosess og vert køyrt vekk ifrå anlegget. Resultatet av prosessen er kontinuerleg fjerning av fosfor.



Figur 4 Bio-P prosess, kjelde I (Henze et al., 2017)

Ein har nokre avgrensa bruksområde for dette slammet, men det kan ikkje nyttast direkte til gjødsel. Resultatet av prosessen er vatn reinsa for fosfor, og noko biprodukt i form av overskotslam.

I Bio-P prosessen har ein behov for PAO. Desse organismane skal optimalt sett ta til seg VFA og sleppa fosforen i den anaerobe sona. Bakterietypar som går under denne kategorien er ifølge (Henze et al., 2017) *Accumulibacter phosphatis*, noko som også vert bekrefta av Hias-IKS, medan dei også legg til bakterien ved namn *Tetrasphaera* (Eikås, 2019).

Det er fleire andre konkurrerande organismar som ikkje bør etablera seg, då dette kan føra til nedsett fosforslepp. Døme på slike organismar kan vera GAO (glykogenakkumulerande organismar) som gjerne også forsyner seg av energilagring som er tiltenkt fosforutfellingsprosessen (Salmonsson et al., 2017).

For å optimalisere prosessen er omrøring veldig viktig. På figur 4 ser me ei forklaring på Bio-P prosess. For at VFA produksjonen skal skje, er omrøringa nøydd å vera ein anaerob prosess i det fyrste steget.

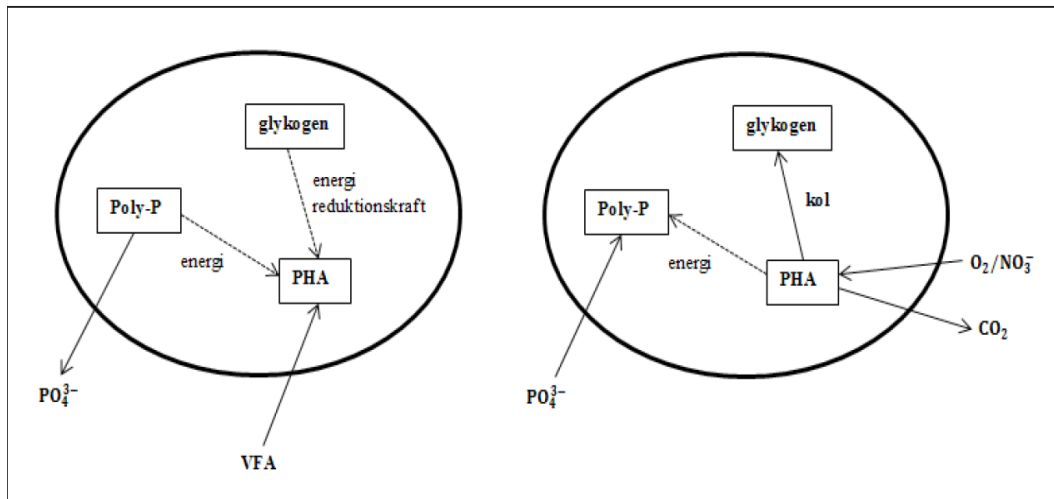
Anaerob sone:

Dette er den venstre delen av figur 4. Ønskeleg omrøring i anaerob sone har ei hastigheit på 10-20 rpm. Grunnen for dette er å ha god blanding, men samstundes behalde det anaerobt. Anaerob sone er viktig er for

at polyfosfatakkumulerende organismer (PAO) skal ha best moglege førehald for Bio-P prosess. Fungerar anaerob sone optimalt vil ein få fosforslepp og opptak av VFA.

Aerob sone:

Dette er den høgre delen av figur 4. Får ein anaerob og aerob sone til å fungere kan ein oppnå det ein kallar for luksusopptak. PAO har då fått energi i form av VFA til å ta opp meir fosfor enn det slapp i aerob sone, og ei auke i opptak av fosfor i førehald til tradisjonell reinsing. (Salmonsson et al., 2017).



Figur 5 Skisse over Bio-P bakteriar der me har anaerob til venstre og aerob til høgre (Salmonsson et al., 2017).

3.4 Volatile fatty acids (VFA)

Ein viktig føresetnad for ein velfungerande bio-P er tilstrekkeleg tilgang på organisk materiale, derav VFA. Salmonsson et al., (2017) forklarar at det meste av svensk avløpsvatn har for lågt innhald av VFA. Dette er noko me også ser i samansetninga av avløpsvatn i Noreg. Hias-IKS har så mykje næringsmiddelindustri i tilrenningsområdet at dei har rikeleg tilføring av dette, men dette er ikkje representativt for resten av landet. Spesielt øydeleggjande for Bio-P prosessen er det om ein opplever stor varians i tilføring av VFA.

Utfordringa med varierende VFA forklarar (Salmonsson et al., 2017) på følgjande måte: Manglande VFA tilførsel fører til at mikroorganismane forbrukar cellene i polyhydroxyalkanoater (PHA). Får me meir VFA i etterkant av dette vil det også ta opp fosfor etter fosforsleppet. Konsekvensen er mangel på PHA og at

cellene ikkje har nok energi til ta opp tilstrekkelege mengder fosfat i den aerobe sona. Resultatet av dette kan då vere at anaerob sone slepp meir fosfor enn det den aerobe sona greier å ta opp.

Fosforslepp heng saman med kor mykje VFA som vi har tilgang til. Vi kan sjå beskrivinga av kva som skjer i figur 4. Her ser vi at VFA blir tatt opp og vi får eit slepp av fosfor (PO_4^{3-}) i eit anaerobt miljø.

Hydrolyse er ein metode ein kan bruke for å få ein meir stabil straum av VFA. Dette har vi forklart nærmare under Hias-prosessen.

3.5 Fosfor

Fosfor finst i fire forskjellige former

Uorganisk fosfor :

Ortofosfat (ca. 90 %)

Polyfosfat

Organisk fosfor :

Løyst organisk fosfor

Partikulær organisk fosfor

Sidan det er ortofosfat som er den dominerande mengda er det dette vi er mest ute etter.

3.6 Hias-prosessen

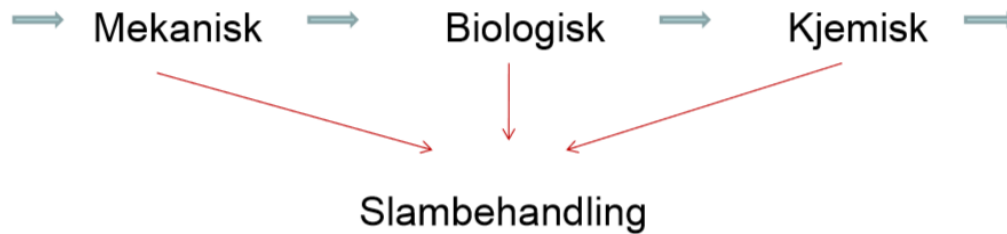
Som nemnt vart Hias RA bygd i samband med Mjøsaaksjonen i 1974. Då vart det bygd med god kapasitet. Dette medførte at Brumunddal vart kopla på i 1988. I samarbeid med Cambi AS bygde Hias-IKS om Hias RA til eit avansert hygienisering og behandlingsanlegg. Dette anlegget varmar slam opp til 160 grader før det går til utråtning og gassproduksjon.

(Hias, 2019)

På grunn av kapasitetsproblem sette Hias seg eit mål om å auka kapasiteten på reinseanlegget ved berre å bruke halvparten av reinsebassenga. Det at dagens prosess nyttar kjemisk felling er negativt, når ein veit at fosforen i biproduktet ikkje vert plantetilgjengeleg. Det var desse problemstillingane som gjorde at Hias i 2013 sette i gong med det vi i dag kjenner som Hias-prosessen.

Eit flytskjema for dagens prosess på Hias-IKS som skal moderniserast i figur 5. Her nyttar ein mekanisk førbehandling, eit biologisk reinsesteg kombinert med kjemisk utfelling. Dette gir tilstrekkeleg reinsing, men er plasskrevjande og som nemnt angående kjemisk reinsing; ikkje spesielt berekraftig.

(Gamle) Hias RA



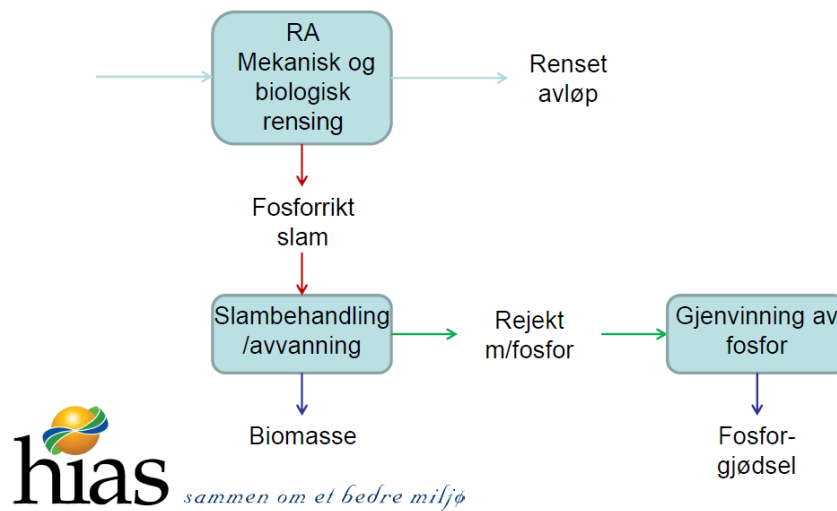
Rensekrav **Fosfor: 95% eller under 0,4 mg/l**
BOD og KOF: 75 % og 70%



Figur 6 Oppbygging av dagens Hias-IKS som skal utfasast (Eikås, 2019).

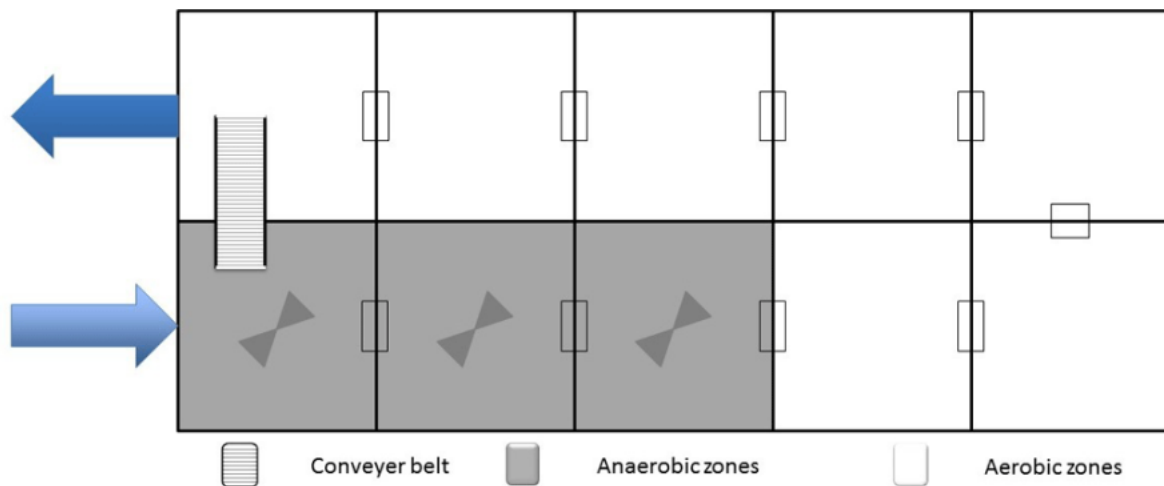
I figur 6, kan ein sjå ein oversikt over den nye Hias-prosessen. I det nye reinseanlegget ser vi at det kjemiske leddet i prosessen er vekk. Det biologiske reinseleddet er så bra på Hias-prosessen at det opprettheld krava til reinsing. Her har ein tre sluttprodukt etter prosessen; reinsa avløpsvatn, biomasse som går til biogassproduksjon og til slutt eit biprodukt i form av struvitt (fosforgjødsel).

«Nye» Hias RA



Figur 7 Nye avløpsreinsenanlegget til Hias-IKS (Eikås, 2019)

Den nye prosessen brukar polyfosfatakkumulerande organismar (PAO) for å ta opp fosfor. Som vi ser i figur 7 er det 3 anaerobe kammer og 7 aerobe kammer. I den anaerobe sona får ein eit fosfor slepp og eit VFA opptak som vi ser i figur 4. Deretter går det vidare til ei aerob sone der PAO kan ta opp større mengder fosfor, dette vert kalla luksusopptak (Hias, udatert) (Onsagers AS Patent Nr. 336908, 2015).



Figur 8 skisse av Hias-prosessen (Hias, n.d.)

I figur 4 viser det korleis Bio-P bakteriane forandrar seg frå anaerob til aerob prosess. I anaerob sone får ein slepp av ortofosfat og inntak av flyktige fettstoffer. Når bakteriane går vidare inn i aerob sone, betyr dette eit opptak av ortofosfat som er mykje større enn det opphavslege sleppet av ortofosfat (Salmonsson et al., 2017).

Tradisjonell biologisk fosforfjerning krev ein del venting på at bakteriekulturane skal veksa til. For å gjera prosessen kontinuerleg nyttar Hias RA ei løysing med bæremedie. Eit bæremedie, vist i figur 8, er ei brikke med stor overflate som ein tilsett i starten av den anaerobe sona. På denne brikkja skal det feste seg mest mogleg biomasse for å danne ein biofilm. I dette tilfellet får ein mange bevegelege biofilm. Dette fører til god kontakt mellom stoff. I staden for å ha returslam slik som tradisjonelle anlegg, går Hias-prosessen ut på å flytta desse bæremedia ifrå sluttzone til startzone med eit transportband. På dette viset sparar ein noko av kapasiteten på anlegget, ved å sleppa å køyra mengder av slammet i retur.



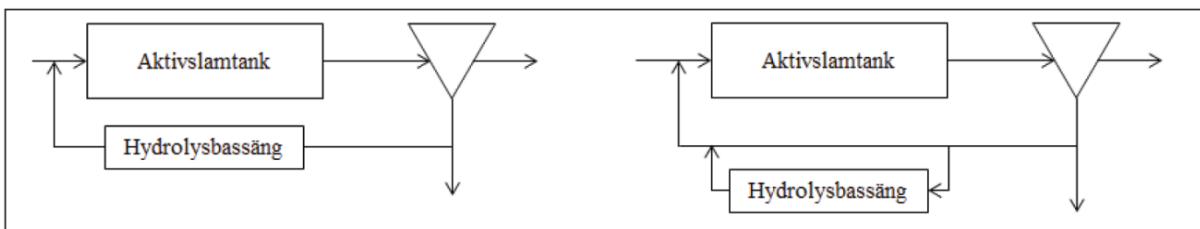
Figur 9 Bilete av bæremedie, (EC put Global Business, 2019)

Som vi ser i figur 4 treng Bio-P bakteriane flyktige feittsyrer (VFA) for å fungere optimalt. Dette er ei stor utfordring ettersom at avløpsvatn har varierende mengder av VFA. I dag er det vanlig å køyre hydrolyse for å justere VFA, slik at ein til ei kvar tid har optimale mengder VFA (Salmonsson et al., 2017). I figur 9 Ser ein to vanlege hydrolyseformer innanfor biologisk reinsing.

På grunn av at Hias-IKS har så høge førekomstar av næringsmiddel i sitt avløp har dei sjeldan behov for meir

VFA. Dermed har dei sett vekk frå behovet av hydrolyse. Dette er ikkje representativt for fleirtalet av reinseanlegga rundt om i Noreg og det er difor veldig viktig å ta føre seg denne problemstillinga for optimalisering av biologisk reinsing slik at fleire kan nytte denne prosessen.

Hydrolyse er viktig å gjere på riktig måte, dette har (Salmonsson et al., 2017) beskrive på fleire område. Dette er ein kjend og utbreidd måte å sikre tilstrekkelege mengder VFA. Det som er nytt er bæremedia og bruk av hydrolyse i lag med denne metoden. VFA er lettpåverkeleg av mange ulike faktorar, noko som er dokumentert av (Salmonsson et al., 2017).



Figur 10 venstre hovudstraumshydrolyse og til høgre sidestraumshydrolyse (Salmonsson et al., 2017).

Det endelege biproduktet i Hias-prosessen er eit stoff kjent som struvitt. Struvitt blir danna når magnesium, ammonium og fosfor reagerar med kvarandre. Produktet av reaksjonen er ei krystallisert samansetning av dei tre stoffa ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$). Struvitt er sterilt og trygt og kan nyttast som gjødsel på grønne vekstar. Struvitt produsert av Hias inneheld 12 % fosfor og mengda struvitt er rekna med å kome mellom 20- 30 tonn i året.

Det vanlege til no er å skilje ut fosfor ved hjelp av kjemisk felling. Dette har vore svært effektivt lenge, men det visar seg at fosforen bind seg så hardt at det omtrent er umogleg for planter å ta opp. Det vil seie at det som før var eit biprodukt, har vorte ein sekundærressurs (Olsen, 2017).

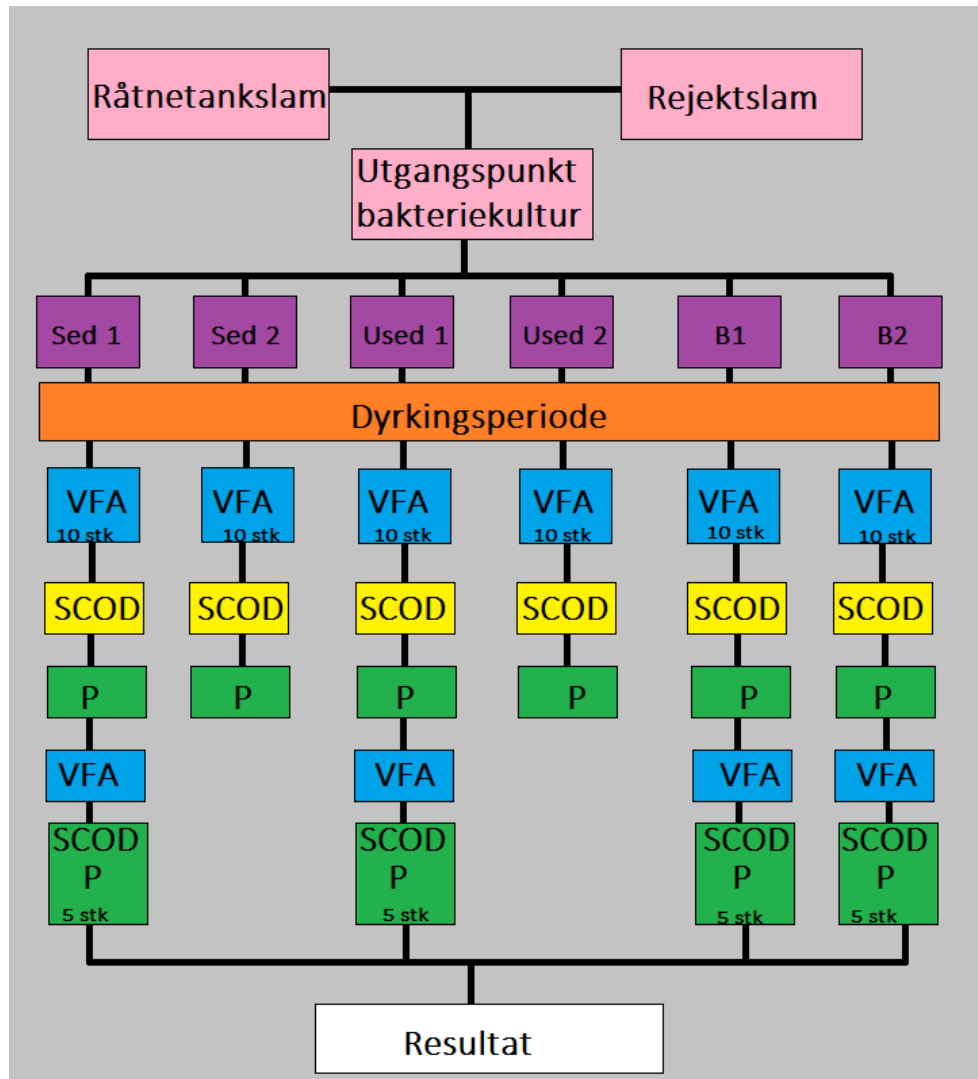
4 MATERIAL OG METODE

Område gruppa ser på i denne oppgåva er det første steget i Hias-prosessen etter mekanisk reinsing. Om dette steget skal fungere optimalt, må ein ha god kontroll på den anaerobe og aerobe sona i anlegget.

Dette er viktig for å oppnå optimal reinsing av avløpsvatn og saman med minimal bruk av fellingskjemikalier for å kunne utvinna fosfor til vidare bruk i form av struvitt. I eit berekraftig aspekt vil dette kunne vera bruk av sekundærressursar. I oppgåva skal det undersøkjast kva metodar som er optimale for å oppnå dette. Det vert også sett på kva førehald som er best for prosessen. I tillegg vert resultat samanlikna med verdiar ifrå likande forsøk.

4.1 Eksperiment oppbygging

I figur 10 kan ein sjå korleis gruppa strukturerte lab arbeidet for heile gjennomføringa av oppgåva.



Figur 11 flytskjema for plan for labarbeid.

4.2 Slam og bakteriekulturar

Slammet vart henta frå Hias-IKS på Hamar. 3 forskjellige prøver hentast der me hadde 2 av kvar. Dette var til saman 6 lukka behaldarar på 1 liter.

For å vere sikker på å få god bakteriekultur fann ein forskjellige typar slam på Hamar-IKS. Slam vert teke frå ein råtnetank og frå eit sedimenteringsbasseng. Det vart 80 bæremedie i dei to prøvene med bæremedie.

Desse behaldarane vart sett i ei isoporkasse under transport for å minimere temperaturforskjellar og for beskyttelse. Behaldarane vart jamleg kontrollerte, slik at det ikkje skulle førekomma ekspansjon på grunnlag av metanutvikling. Turen til Ålesund tok 8 timar, før prøvene vart sette på røring i Ålesund.

Blandinga blei gjort for å få eit mangfald av bakteriar, med betre sjanse for å ha med oss dei ynskja VFA-produserande -bakteriane. Til fleire typar bakterie, til betre moglegheit for å finna dei bakteriane som ville overleve dyrkingsperioden. Gruppa fekk opplæring på Hias-IKS om korleis me skulle dyrke kulturane fram. Kvar måndag og fredag bytta gruppa 800 ml med nytt slam henta ifrå RA4, Åse reinseanlegg, Ålesund kommune. Grunnen for dette er at bakteriane skal ha godt med næring og tilpasse seg den avløpssamansetninga som finst i regionen.

I analysane simulerte gruppa fleire ulike oppbygningar og gjennomføringar av reinsing. Dette for å kunne avgjera kva metode som fungerte best for produksjon av VFA:

- Usedimentert

Den fyrste typen er suspendert stoff, som skal representera eit reinseanlegg utan sedimenteringssteg, med kontinuerleg flyt. I resultatane er desse referert til som Used 1 og Used 2.

- Sedimentert

Den andre typen er sedimenteringsstoff, som skal representera eit reinseanlegg med nettopp eit sedimenteringssteg. Dermed har ikkje denne modellen kontinuerleg flyt, men kan igjen få større gevinst for bakteriekulturen, då den får tid til å setta seg. I simuleringane i analysane våre sedimenterte desse prøvene i 10 minutt. I resultatane er desse referert til som Sed 1 og Sed 2

- Bæremedie

Den tredje typen er med bæremedie. Eit reinseanlegg som nyttar bæremedie som kan ha kontinuerleg flyt. Bæremedie er plastikk-rondellar som fungerer for å fanga opp bakteriekulturar, utan at dei treng å sedimentera eller danna biofilm i overflate eller langs botn eller vegger i reaktoren. I resultatane er desse referert til som B1 og B2.

Med 3 vekers vekstperiode på kulturane opna dette også for at ein kunne køyra ein del fleire analyser enn det som strengt tatt har vore nødvendig. På dette viset fekk gruppa betre trening i analysane, samt få ein del betre data på korleis utviklinga av kulturane såg ut. Dette var noko som blei sett på som ei god moglegheit til kvalitetssikring av resultat. Det vart organisert ein analyse kvar torsdag i vekstperioda.

Mating av bakteriekultur :

Mating av bakteriekulturane vart utført kvar måndag og fredag. Ved kvar mating vert det henta 800 ml x 6 stk = tot 4800 ml, med andre ord 800 ml til alle 6 kulturane. Dette er ristgods som vart henta i 5 liters kanne frå RA4 Åse. For å behalde eit mest mogleg ferskt slam, blei ristgodset tatt ut 30 min før mating av bakteriane.

Bakteriekultur utan sedimentering :

Bakteriekulturane utan sedimentering vart tatt direkte frå røring. Her starta ein med å tømme ut slammet frå bakteriekulturen, slik at me sat igjen med 200 ml. Deretter tilføring av 800 ml med nytt slam/ristgods slik at det var igjen totalt 1000 ml.

Bakteriekultur med sedimentering :

Bakteriekulturar med sedimentering vart ståande utan røring i 10 minutt for at bakteriekulturen skulle sedimentere før me skifta ut slammet. Deretter vart det tømt ut slik at me satt igjen med 200 ml. Følgd av tilføring av 800 ml nytt slam/ristgods slik at det igjen var ein total mengde på 1000 ml

Bakteriekultur med bæremedie :

Bakteriekulturar med bæremedie tok ein direkte frå røring. Her starta det med å tømme ut slammet frå bakteriekulturen, slik at ein sat igjen med bæremedia. Deretter tilførte me 800 ml med nytt slam/ristgods slik at det totalt var 1000 ml igjen.

Dette aktivitetslaupet repeterte me over ein periode på 3 veker.

4.3 Omrøring

Det var problematisk med røring av bakteriekulturar med bæremedia. Grappa prøvde forskjellige metodar for å få til ideell røring.

Røreforsøk 1 :

Det viste seg fort at bæremedia la seg mellom røreskovlen og begeret slik at omrøraren/jartestaren stoppa. Her blei det gjort eit forsøk på å forlenge skovlen, slik at den låg heilt inn til begeret. Dette viste seg å fungere med tanke på bæremedia, men omrøraren/jartestaren var ikkje kraftig nok til å drive dette.



Figur 12 Forlengta skovl

Røreforsøk 2 :

Sidan motoren på omrøraren/jartestaren var for svak til å drive omrøring var tanken å få inn noko sterkare. Dette førte til bygging av eit stativ med plass til to boremaskiner. Farta på desse viste seg å vere vanskeleg å regulere og det kom vidare fram at den eine gjekk altfor fort ettersom den ynskja hastigheita var 10-20rpm.



Figur 13 Boremaskin røring

Røreforsøk 3 :

I røreforsøk nummer 3 vart gruppa tipsa om å prøve ein supperørar, sidan røreforsøk 2 ikkje ga ynskja resultat. Det kom fram at supperøraren vibrerte veldig, men hastigheita på røringa var veldig bra. Det at supperøraren vibrerte så mykje har nok vore med på å påverke resultatet. Det er nok mogleg at ein har fått meir luft tilgjengelig (aerob) enn det me var ute etter.



Figur 14 Supperørar i bæremedieprøva

Røreforsøk 4 :

Dette er ei anna form av ein supperørar, når me fekk denne hadde motoren havarett. Vi hadde veldig trua på denne, men me fekk dessverre aldri iverksett den.



Figur 15 Supperørar

4.4 Analyse

I løpet av dyrkingsperioden blei bakteriekulturane analysert ein gong i veka for følgande:

VFA, sCOD og PO₄-P, medan me intensivt analyserte for dette i analyseperioda.

4.4.1 Testing av flyktige feittsyrer (VFA)

Når me skal teste VFA, køyrer me den gamle og kjente TITRA 5 metoden. Denne metoden går ut på å lese 5 forskjellige pH-verdiar. Verdiane oppnår ein ved å tilsette HCl og NaOH, alt ettersom ein skal opp eller ned med pH (Hey et al., 2013).

1. Groviltrert gjennom 20 µm
2. Filtret gjennom < 2 µm
3. Måler opp 50 ml av prøva med ei pipette og tilfører det til eit 150 ml glasbeger. Glasbegeret set vi deretter på ein magnetomrørrar for omrøring.
4. Sett ned pH-meteret (VWR pH 10) og les av start pH. pH-meteret står i glaset til me har oppnådd sist ønskelege punkt på pH 4,3.
5. Oppnå punktet 6,7 ($\pm 0,10$) som er punktet etter start pH. Er start pH lågare enn 6,7 må me tilføra NaOH for å kome opp til ønska pH, er start pH høgare enn 6,7 tilfører vi HCl for å kome oss ned til ønskeleg pH.
6. Ein skal her oppnå ein pH på 5,9($\pm 0,10$) tilsett HCl for å oppnå dette
7. Ein skal her oppnå ein pH på 5,2($\pm 0,10$) tilsett HCl for å oppnå dette
8. Ein skal her oppnå ein pH på 4,3($\pm 0,10$) tilsett HCl for å oppnå dette
9. Når alle ønskelige punkt er oppnådd er det viktig å ha ei god oversikt på kor mykje som er tilført av NaOH og HCl for kvart punkt. Desse talla legg vi inn i TETRI 5-programmet for å få ut verdiane av VFA.

Til titrering brukte gruppa 0,05 M HCl for titrere pHen ned til 6,7-5,9-5,2 og 4,3 ($\pm 0,10$). Det skal rørast 30 sekund etter kvart pH-nivå er oppnådd og så skal det stå 30 sekund utan omrøring før ein les av pHen. pH og syretilførsel skal skrivast ned med to desimalar nøyaktigheit. Røringa skal ha 60-100 rpm for å minimere lufttilførselen til prøva.

Om original pH-verdi er lågare enn 6,6 tilsetter ein 0,05 M NaOH til ein oppnår 6,7 ($\pm 0,10$). Den originale pH-verdien skrivast inn som pH utgangspunktet. Den oppjusterte pH-en skriv me som pH. Forbruket av NaOH skriv vi som vx1 og deretter legg me til vx2-4.

Skulle den totale tilførselen av HCl overstige 20 ml ved pH 4,3 (det vil seie at alkaliteten er større enn 500 mg CaCO₃/l) fortynner me prøven. 10 ml fortynnes med destilert vatn.

I TITRA 5-metoden er det siste målepunktet vi har mest å seie på resultatet

4.4.2 Testing av SCOD

For testing av SCOD brukar ein eit kitt ved namn COD LCI 400 laga av Hach. Her står det godt forklart framgangsmåte. Dette er eigentleg test av COD, men filtrerer ein prøvene før ein køyre denne testen er det SCOD.

1. Grovfiltrert gjennom kaffifilter med 20 μ m porar
2. Finfiltrering gjennom filter <2 μ m porar
3. Vrei prøveglaset oppned 2-3 gongar for å sikre at det var god blanding
4. Tilsette 2,0 ml med filtrert prøve til prøveglaset
5. Skrudde på topp og blanda med å vri den oppned 2-3 gongar
6. Sette den i HT200S termostat for å halde 148 °C i 2 timar
7. Vart teke ut etter 2 timar og nedkjølt til romtemperatur (ca .20 °C)
8. Etter oppnådd romtemperatur las vi verdiane av med eit spektrofotometer (DR 3900)

Viser også beskriving i vedlegg 15

4.4.3 Testing av fosfor.

For testing av fosfor brukar ein eit kitt ved namn Phosphate LCK 348 laga av Hach. Her står det godt forklart framgangsmåte. Vi testa ortofosfat og køyrde metoden som er beskrive nederst på innsida av lokket på pakken (2, 6-9). Grunnen for at vi testar ortofosfat er at det er omlag 95% av total fosfor mengde. Dette er med andre ord det vi har i hovudfokus.

1. Grovfiltrert gjennom kaffifilter med 20µm porar
2. Finfiltrering gjennom filter <2 µm porar
3. Tilsette 0,5 ml med filtrert prøve til prøveglaset
4. Tilsette 0,2 ml med væske frå kittet
5. Sette på ny topp (Dosicap zip) og blanda ved å riste 2-3 gongar opp og ned
6. Ventar 10 min
7. Vrei prøveglaset oppned 2-3 gongar for å sikre at det var god blanding
8. Tørkar av og les av resultatet i spektrofotometeret (DR 3900)

Viser også beskriving i vedlegg 16

4.4.4 Testing av VFA opptak

Me tok med det som var igjen av bakteriekulturane til Hamar. Her avvatna gruppa prøvene for å få så mykje væske som mogleg ut av dei. Somme av prøvene var svært tørre og det var ikkje noko enkel oppgave. Det vert teke ut nok væske til å bruke 40 ml til å teste VFA opptak. VFA opptaket til PAO korrelerer med PO₄-P slepptest under anaerobe førehald.

Steg 1 : Avvatning

Steg 2 : Filtrering gjennom på 1 µm

Steg 3 : Blanding : 40 ml avvatna prøve
 800 ml rensa avløpsvatn
 600 ml bæremedie

Steg 4 : Testing av fosfor og SCOD kvart 30 min.

Steg 5 : Fosfor : For testing av fosfor brukar vi eit kitt ved namn Phosphate LCK 348 laga av Hach.

 SCOD : for testing av SCOD brukar vi eit kitt ved namn COD LCI 400 laga av Hach.

Steg 6 : SCOD skal stå 2 timar på 148°C før ein scanner prøvene i eit spektrofotometer

Steg 7 : Fosfor : Blandast før det skal stå 5 min, deretter skal ein scanne det med spektrofotometeret

Avslutningsvis reiste gruppa tilbake til Hias-IKS for å ta nokre siste testar. Denne gongen tok me fly, noko som kravde litt meir planlegging ettersom me skulle prøve å stoppe VFA produksjon på veg til Hamar. NTNU Ålesund hadde kjøleboks og kjøleelement som me fekk låna med oss. Prøvene vart ståande i kjøleboksen i 5 timar nokså nøyaktig, der ein ville ha ein ønskeleg temperatur på 4°C. Dette er ein ideell temperatur fordi mykje av dei biologiske prosessane stoppar eller blir svært senka.

5 RESULTAT OG DRØFTING

5.1 Temperatur og pH frå prøvetaking

Som ein på figur 15, temperatur og pH er ganske stabil. Mykje av grunnen for dette er at arbeider foregår på same laboratorium heile tida. Temperaturane variera frå minimum 18,7°C til eit maksimum på 20,9°C.

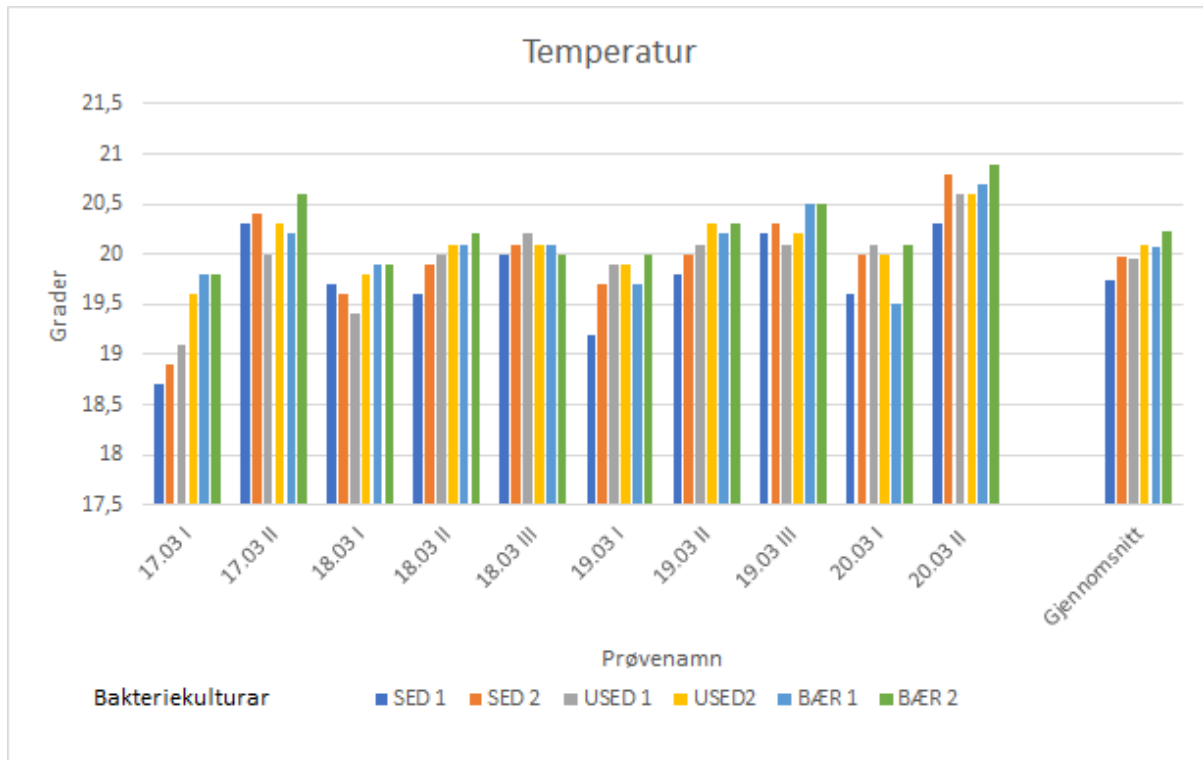
Gjennomsnittleg temperatur gjennom heile prøveperioden ligg på 20,0°C.

PHen er også relativt stabil, mykje på grunn av temperatur, men også grunna at slammet er tatt frå same stad. PHen ligg mellom den minste pH på 4,76 til eit maksimum på 6,25. Gjennomsnittleg pH gjennom heile prøveperioden ligg på 5,27.

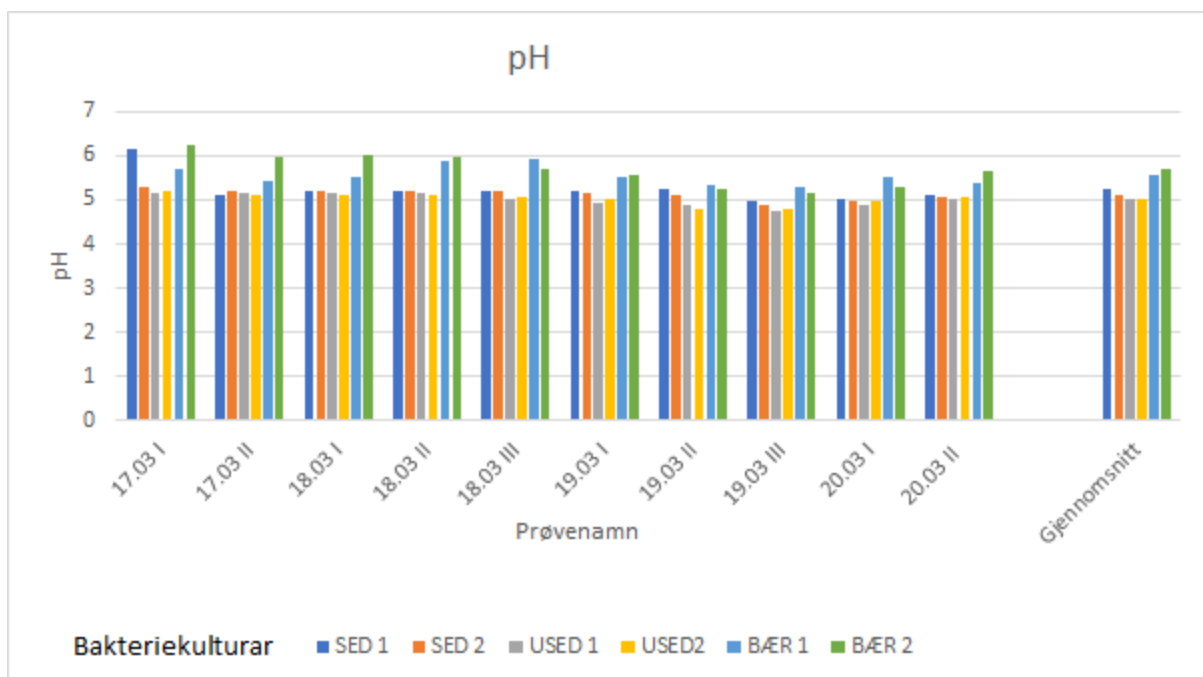
I figur 16 ser ein at pH på bæremedie ligg høgare enn dei andre prøvene. På tidspunktet avlesingane vart gjort, var det berre ein rørrar igjen som fungerte. Konsekvensen av dette var at det vart bytta på røring av desse to bæremediekulturane. Grunnen for høgare pH på bæremediekulturane kan derfor skuldast dårlegare blanding.

Det var dessverre ikkje utstyr til å teste oksygeninnhald, så det eventuelt manglande anaerobe forholdet kan vere med å påverke dette.

Bæremediekulturane var også i andre behaldarar for å kunne få omrøring. Desse behaldarane hadde også større flater.



Figur 16 Oversikt av temperaturane i sedimentert, usedimentert og bæremedia.

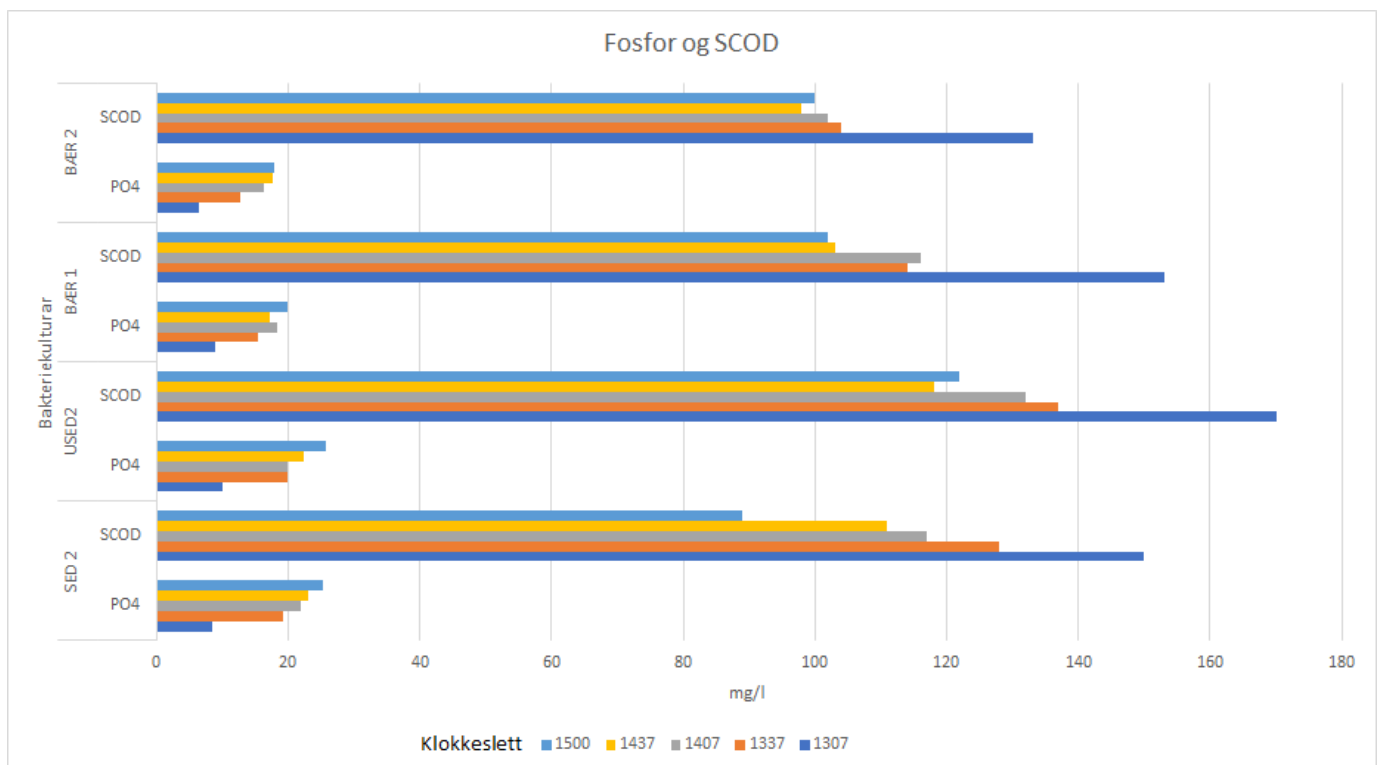


Figur 17 Oversikt over pH.

5.2 SCOD og fosfor

I figur 17 ser ein produksjon av fosfor og forbruk av SCOD. Dette blir også forklart i (Salmonsson et al., 2017) (Jonsson et al., 1996). Her forklarar dei at det er behov for 10-20 mg COD i form av VFA for å skila ut 1 mg fosfor. Det hadde vore interessant å visst noko meir om COD av startprøva og COD verdiar gjennom heile prosessen. Her kan ein sjå at klokka 13:07 var det mest SCOD og minst fosfor. Etterkvart som tida går merkast ei reduksjon i SCOD og auke i fosfor. Ein kan ut ifrå dette ta utgangspunkt i at prosessen fungerer.

Ein ser ut ifrå resultatata at prøvene med bæremedie visar dårlegare resultat enn Sedimentert 2 og Usedimentert 2. I ettertid kan ein sjå at det kunne vore heldig å ha køyrt analyser på TS (tørstoff) i startslammet me fekk ifrå RA4. Dette uteblei av fleire grunner, deriblant kommunikasjonssvikt i prosjektgruppa og for lite kunnskap i bachelorgruppa. Me kunne også ha køyrt analyse av KOF av dette startslammet, men det mangla laboratorieutstyr til å utføra dette. KOF er ein test som også burde ha vore utført over heile analyseperioden vår, men utstyret til dette var uteståande inntil slutten. Det var med andre ord ein del data som kunne vore nyttige, men som ikkje var moglege å uthenta.



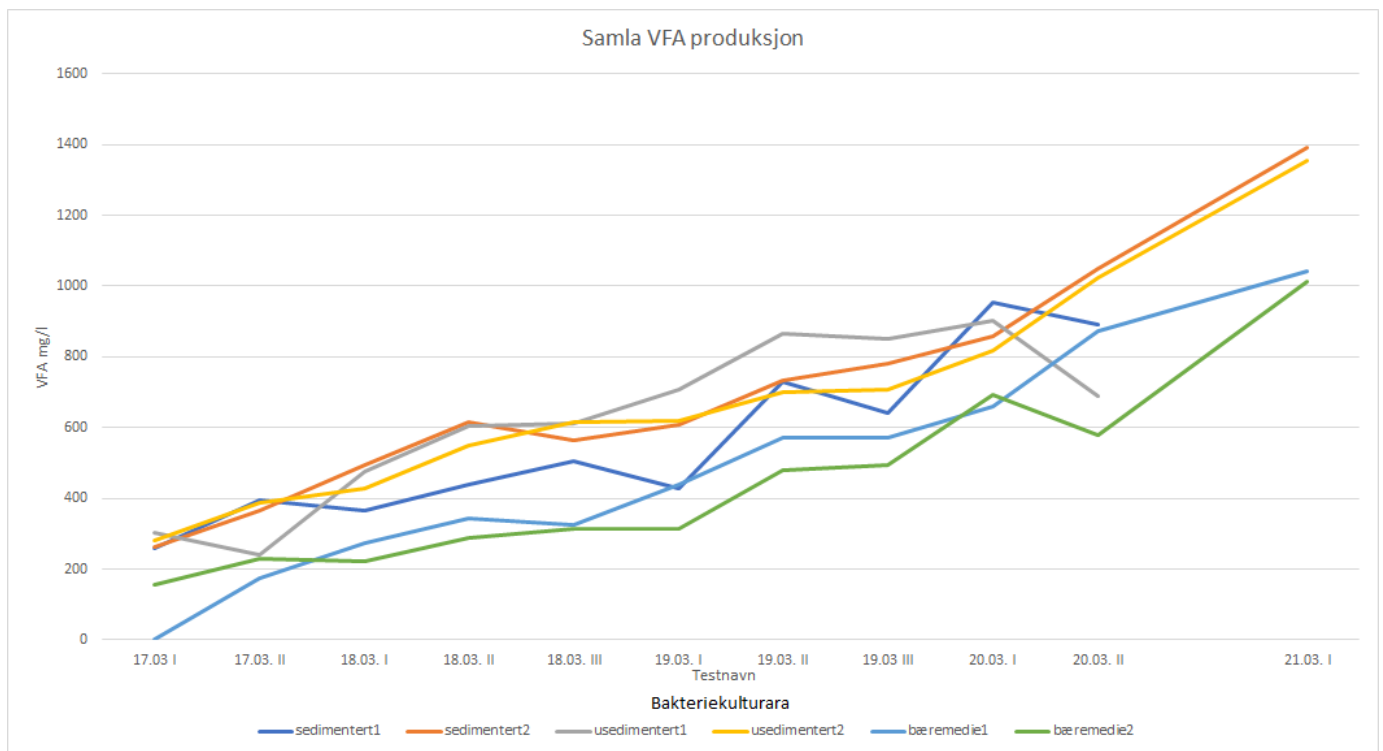
Figur 18 Fosfor og SCOD-produksjon.

5.3 VFA Produksjon

I analysane av VFA-produksjon såg ein at mengda VFA auka over heile perioden. Ein såg og at bæremedie 1 og bæremedie 2 hadde lågare verdiar av VFA enn resten, som vist i figur 18. Dette skuldast nok at me hadde problem med røringa på bæremedieprøvene. Sidan røringa ikkje var optimal har me nok ikkje greidd å skapa ønskjelege anaerobe forhold på desse prøvene.

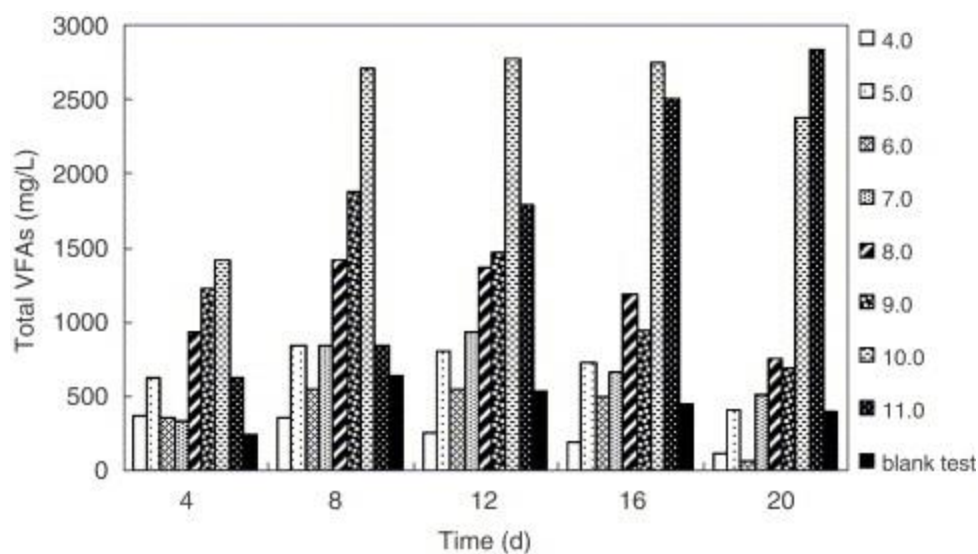
Dei fire andre prøvene ligg langt høgare, noko som skuldast gode førehald for vekst. Her var det ikkje bæremedie, som gjorde at jartestaren på laboratoriet var sterk nok til å drive røringa. Dette førte til jamn og god røring og ein ønskeleg anaerob prosess.

VFA-grafen visar at Used 1 og Sed 1 stoppar den 20.03. Grunnen for dette var at me ikkje hadde utstyr eller tid til å testa alle 6 prøvene på Hias-IKS. Derfor velde gruppa ut dei ein rekna for å vera viktigast å få resultat på. Me har vidare testing på Sed 2, Used 2, B1 og B2. Då ein la prøvene i kjøleboksen for transport ifrå Ålesund, var planen å stoppa utviklinga av prøvene. Då testinga starta på Hamar viste det seg at det likevel hadde vore biologisk aktivitet og at VFA-produksjonen hadde fortsett under transport. Dette skuldast nok at ønskjeleg temperatur på 4°C ikkje var oppretthalde. Med utgangspunkt i tala i resultata, ser ein at produksjonen av VFA har vore vellukka. Me har greidd å produsera VFA i alle dei 6 prøvene me analyserte. Ein ser her at prøvene med bæremedier har lågast resultat, og at spesielt sedimentert 2 og usedimentert 2 har levert gode resultat.



Figur 19 VFA produksjonen i heile forsøksperioden

Chen et al, (2007) utførte ei analyse av mellom anna VFA produksjon. Testane deira tek føre seg eit breitt spekter av pH og eit lengre tidsrom enn våre analyser. Om ein samanliknar våre resultat frå figur 18 etter 4 dagar, og deira resultat på pH på 5 og 6 i figur 19, finn ein samanliknbare førehald i begge rapportane. Ut ifrå dette visar våre resultat ein langt høgare produksjon av VFA: Me har etter 4 døgn produsert mellom 1000 og 1400 mg/l, medan (Chen et al., 2007) har produsert det som ser ut til å vera rundt 600mg/l med same pH-verdi. Vesentlege forskjellar i våre analyser i forhold til deira er at dei henta prøvene sine ifrå sekundær-sedimenteringstankar i eit kommunalt reinseanlegg i Kina. Våre prøvar vart, som nemnt, henta ut ifrå ristgodset i Åse reinseanlegg. Dette er nok ein påverkannde faktor til forskjellane, men me frontar framleis artikkelen som eit interessant samanlikningspunkt.



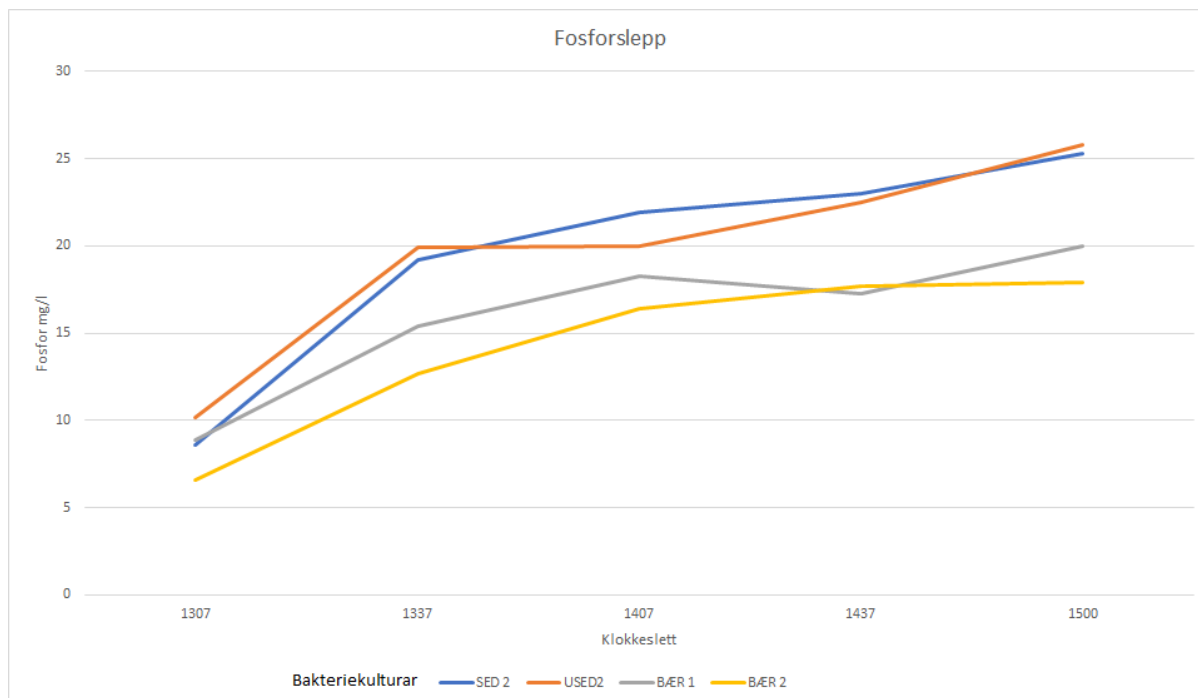
Figur 20 Chen (et al., 2007) visar VFA produksjon.

Resultata til gruppa av VFA kan vera prega av ei rekke faktorar. At ein ikkje hadde det rette utstyret til omrøring kan ha ført til ugunstige anaerobe og aerobe forhold. Dette har me ingen data på, då me heller ikkje har hatt utstyr til å testa oksygenivå i prøvene. Under transport av prøvene har ikkje gruppa hatt god nok kontroll på temperaturen, noko som i utgangspunktet ikkje er så enkelt å få data på under flytur.

Når det kjem til ristgodset som vart henta ifrå RA4, så hadde det vore ønskjeleg å hatt analyse av TS på dette, samt å testa for førekomst av PAX (Polyaluminiumsklorid). Dette er eit utfellingskjemikalie som vert nytta i RA4 sin reinseprosess i etterkant av sila, og som til ein viss grad kan fraktast tilbake til ristgodset med returslammet. Gruppa hadde vore tente med å ha oversikt over kor stor grad førekomst av PAX, endring i TS og oksygeninnhald kan ha påverka resultata i prosjektet.

5.4 Fosforslepp

I starten såg ein at det er minst fosfor i vatnet, men at fosforen starta å sleppe frå mikroorganismane. Dette er ein god indikator på at ein har dyrka fram VFA. Etterkvart som tida gjekk såg gruppa at fosfornivået stagnerte og fekk ein indikator på at mikroorganismane ikkje har meir VFA tilgjengeleg, som vist i figur 20: Bæremedieprøvene ligg også her lågast, som sagt frå dei tidlegare testane har nok dette å gjere med at røringa var for dårleg under prøveperioden. Allereie etter 30 minutt ser vi at fosforsleppet flatar ut, noko som lovar godt for ein eventuell kontinuerleg reinseprosess.



Figur 21 Mengda fosfor (mg/l) i vatnet i kvar prøve

6 KONKLUSJON OG FØRESLAG

Gjennom vårt arbeid i dette prosjektet har me gjort oss ein del erfaringar som me vonar er interessante for utforminga av reinseanlegg med Hias-prosess.

Analysane i denne rapporten tilseier at det var mogleg å produsera mengder med VFA. Dette kan ein sjå ut i frå eit vellykka fosforslepp. Prøva med best resultat var usedimentert 2 som gav høgast verdi på VFA og fosforslepp. Sedimentert 2 var like under med tilsvarende likt resultat. Gruppa hadde eit håp om betre resultat på prøvene med bæremedie. Dette er i vårt tilfelle det som gav lågast resultat på fosforsleppet. Dette skuldast nok mangel på eigna utstyr til dette prosjektet.

Metodane som kom best ut var som sagt usedimentert 2 og sedimentert 2. I praksis vil det vere best å bruke ein usedimentert metode slik at ein får kontinuerleg reinseprosess. Dette bør ein tenkje over sidan gevinsten ser ut for å vere liten ved å bygge for sedimentering når ein tek i betraktning kor mykje meir plasskrevjande eit sedimenteringssteg blir i eit eventuelt anlegg.

Noko som har påverka resultatane våre i stor grad er omrøring av dei ulike prøvene. Prøvene med bæremedie viste seg å vere svært tungt å få rørt om, så utstyr som me hadde tilgjengeleg vart for svakt. Dette førte til mykje prøving og feiling av røreutstyr. Konsekvensen av dette er utilstrekkelege anaerobe forhold som påverka bæremedieprøvene i særskild stor grad. Me er ganske sikre på at dette er den store feilen, men skal ein vere heilt sikker, må ein ha måling av oksygeninnhaldet til ei kvar tid.

Hadde analysane vore utført på labben til Hias, kunne ein ha unngått ein del av feilkjeldene me sit igjen med no. Derimot hadde ein i det tilfellet ikkje fått vist at lokalt slam ifrå RA4 hadde hatt potensiale for VFA-vekst, slik som me no har resultat på.

6.1 Forslag til vidare arbeid

Forslag for utbetring av prosjektet må vere å opparbeide seg betre kunnskap vedrørande oppgåva, men også meir kunnskap om gjennomføring av prosjektet før gjennomføring. Trass i god hjelp ifrå oppdragsgivar og veileidar, bør ein gå i detalj når ein skal planlegge utstyr som trengs, for det viser seg ofte at det er lange bestillingstider.

Ein bør til kvar tid ha utstyr for å sjå kor mykje oksygen ein har i anaerob og aerob sone. Har ein data på dette er det lettare å optimalisera desse prosessane.

KOF og TS er to parameter vi også sakna når vi skal skrive ein konklusjon. TS burde ein også teste av grunnslammet ein brukar ved siste mating. Dette ville vist ein større samanheng av korleis slammet utviklar seg gjennom testperioden, noko som til ein viss grad kan ha hatt påverknad i resultatane.

7 REFERANSER

- Beardsley, T.M., 2011. Peak Phosphorus. *BioScience* 61, 91–91. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.2.1>
- Chen, Y., Jiang, S., Yuan, H., Zhou, Q., Gu, G., 2007. Hydrolysis and acidification of waste activated sludge at different pHs. *Water Res.* 41, 683–689. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.07.030>
- Cordell, D., Drangert, J.-O., White, S., 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Glob. Environ. Change, Traditional Peoples and Climate Change* 19, 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009>
- Cordell, D., White, S., 2011. Peak Phosphorus: Clarifying the Key Issues of a Vigorous Debate about Long-Term Phosphorus Security. *Sustainability* 3, 2027–2049. <https://doi.org/10.3390/su3102027>
- EC put Global Business, 2019. K3 MBBR filter media for waste water treatment and fish ponds-Global Manufacturers & Global B2B Marketplace-Ecput [WWW Document]. URL <https://www.ecput.com/product/medicine-health-environment/water-treatment/pd-55228.html> (accessed 5.14.19).
- Eikås, S., 2019. Fra renseanlegg til gjødsselfabrikk.
- Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften) - Kapittel 14. Krav til utslipp av kommunalt avløpsvann fra større tettbebyggelser - Lovdata, n.d.
- Henze, H., van Loosedrecht, M., Ekama, G., Brdjanovic, D., 2017. *Biological Wastewater Treatment*. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH Co. K.
- Hey, T., Sandström, D., Ibrahim, V., Jönsson, K., 2013. Evaluating 5 and 8 pH-point titrations for measuring VFA in full-scale primary sludge hydrolysate. *Water SA* 39. <https://doi.org/10.4314/wsa.v39i1.3>
- Hias, 2019. Hias' historie - avløp [WWW Document]. URL <http://www.hias.no/om-hias/hias-historie/hias-historie---avlop/> (accessed 5.5.19).
- Hias, n.d. Teknologi [WWW Document]. URL <http://www.hias.no/hias-how2o/teknologo/> (accessed 2.1.19).
- Kay, A., 2018. Top Phosphate-mining Production by Country. Invest. News Netw. URL <https://investingnews.com/daily/resource-investing/agriculture-investing/phosphate-investing/top-phosphate-producing-countries/> (accessed 2.4.19).
- Krogstad, T., Sogn, T., Sæbø, A., Asdal, Å., 2004. Resirkulering av fosfor i slam. *Planteforsk Apelsvoll forskningscenter, avd. Landvik, Grimstad.*
- Olsen, T., 2017. Utvinner fosfor fra avløpsvann | VANytt.no. URL
- Panagopoulos, I., Mimikou, M., Kapetanaki, M., 2007. Estimation of nitrogen and phosphorus losses to surface water and groundwater through the implementation of the SWAT model for Norwegian soils. *J. Soils Sediments* 7, 223–231. <https://doi.org/10.1065/jss2007.04.219>
- Rusten, B., Paulsrud, B., 2000. Feasibility study of Salsnes Filter™ fine mesh sieves +used for primary treatment at municipal wastewater treatment plants.

- Salmonsson, T., Jönsson, K., Andersson, S., Bergslilja, E., Erikstan, S., 2017. Side Stream Hydrolysis and Enhanced Biological Phosphorus Removal at Swedish Waste Water Treatment Plants (No. 2017– 06). Svenskt Vatten Utveckling, Bromma, Sweden.
- Salsnes filter, 2019. Applikasjoner ved kommunale rensenanlegg | Salsnes Filter Norsk [WWW Document]. URL <https://www.salsnes-filter.no/applikasjoner/kommunale-applikasjoner/> (accessed 5.11.19).
- Scannone, F., 2016. What is eutrophication? Causes, effects and control. Eniscoula.
- Zunes, S., 2010. Western Sahara: War, Nationalism, and Conflict Irresolution. Syracuse University Press.
- Ødegaard, H., Norheim, B., Norsk vann BA, 2014. Vann- og avløpsteknikk, 2. utg. ed. Norsk Vann, Hamar.
- Ødegaard, Rusten, Storhaug, Paulsrud, 2009. A168 - Veiledning for dimensjonering av avløpsrensanlegg (No. A168/2009). Norsk vann.

8 VEDLEGG

Vedlegg 1

Labrapport 25.02.19 - Bacheloroppgåve

Jens Erik Lied og Trygve Årsvold

Mating av bakteriekultur

Introduksjon:

For å sjekka korleis ein kan få mest flyktige feittsyrer (VFA) ifrå Hias-prosessen, testar me forskjellige scenarior av bakteriekulturar. Desse kulturane må matast for at dei skal overleve.

Mål med eksperiment:

Oppretthalda ein sunn bakteriekultur.

Materiale og metodar

Utstyr :

- Laboratoriefrakk
- Hanskar
- 5 liter ristgods ifrå RA4
- Bakteriekultur på glass 200ml/bæremedie
- sil

Metode:

Me fekk tilgang på 5 liter ristgods ifrå Salsnes-sila på RA4 Åse. Ristgodset såg nok tjukt ut, me jobbar med å få køyrt TS-analyse så fort som mogleg.

Ved mating av kulturen vart omrøring på dei forskjellige prøvane stansa ca. 1 time før mating, for sedimentering.

Ved suspenderte prøver:

1. Tømte av ifrå bakteriekulturglasa til det var 200ml igjen.
2. fylte på 800ml med ristgods/slam, ca. 30 minutt etter uttak ifrå sil.

3. sette på røring igjen.

Ved bæremedie prøver:

1. Tømte ut all væske av prøvane.
2. tilsette 800ml ristgods/slam.
3. sette på røring igjen.

Resultat og diskusjon

Noko usikkerheit rundt gjennomføring av mating.

Vedlegg 2

Labrapport 01.03.19 - Bacheloroppgåve

Jens Erik Lied og Trygve Årsvold

Mating og røring av bakteriekultur

Introduksjon:

For å sjekka korleis ein kan få mest flyktige feittsyrer (VFA) ifrå Hias-prosessen, testar me forskjellige scenario av bakteriekulturar. Desse kulturane må matast for at dei skal overleve. Kulturane må også rørast om.

Mål med eksperiment:

Oppretthalda ein sunn bakteriekultur.

Materiale og metodar

Utstyr :

- Laboratoriefrakk
- Hanskar
- 5 liter ristgods ifrå RA4
- Bakteriekultur på glas 200ml/bæremedie
- Sil
- Supperørar
- Boremaskinar

Metode:

Me henta 5 liter ristgods ifrå salsnes-sila på RA4 Åse. Me jobbar med å få køyrt TS-analyse så fort som mogleg.

Ved mating av kulturen vart omrøring på dei forskjellige prøvane stansa ca. 1 time før mating, for sedimentering.

Ved suspenderte prøver:

1. Tømte av ifrå bakteriekulturglasa til det var 200ml igjen.
2. Fylte på 800ml med ristgods/slam, ca. 30 minutt etter uttak ifrå sil.
3. Sette på røring igjen.

Ved bæremedie prøver:

1. Tømte ut all væske av prøvane.
2. Oppteljing av brikker.
3. Tilsette 800ml ristgods/slam.
4. Sette på røring igjen.

Me har no flytta prøvane med bæremedie inn i eit avtrekkskap, for mindre innblanding av andre lab-brukarar og eit betre arbeidsmiljø.

Resultat og diskusjon

Gjennomføring av mating var rutinert og bra. Ristgodset såg tynnare ut enn sist gong, antakeleg grunna større mengder regn dei siste dagane, og at det finst mykje fellessystem i Ålesund kommune.

Avvik

Bæremedie :

Oppteljing av bæremedie-brikker avslørte at det no manglar 6 brikker med bæremedie totalt.

Det er usikkerheit om korleis desse kan ha forsvunne. Her må me leggja ein plan for endeleg testing med manglande brikker.

Analyse :

Grunna mangel på kjemikalier til analyser av VFA, COD, SCOD og PO4-P har me ikkje fått utført testar av dette, som me hadde planlagt torsdag 28. februar. Dette er derfor flytta til måndag 4. mars.

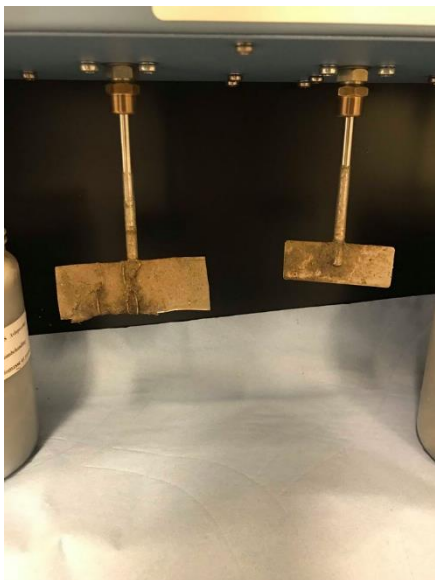
Røring :

Røring av bakteriekulturar med bæremedie slit vi med å få rørt om. vi har gjort forskjellige forsøk med å prøve få rørt.

Røreforsøk 1: Me tenkte å nytta jar-testaren til å røra i prøvane. Det viste seg fort at bæremedia la seg mellom røreskovlen og begeret slik at omrøraren/jartestaren stoppa.

Røreforsøk 2 :

Her gjorde vi eit forsøk på å forlenge skovlen, slik at den låg heilt inn til begeret. Dette viste seg å fungere med tanke på bæremedia, men omrøraren/jartestaren var for svak til å drive dette.



Røreforsøk 3 :

Sidan motoren på omrøraren/jartestaren var for svak til å drive omrøring var tanken å få inn noko sterkare. Så med godt mot bygde vi ein boremaskinhaldar med plass til to boremaskiner. Farta på desse viste seg å vere vanskelig å regulere og me konkluderte med at den eine gjekk altfor fort.



Røreforsøk 4 :

Sidan røreforsøk 2 ikkje var optimalt fortsette me leitinga etter ein betre røremetode. Me vart tipsa om at supperørar kanskje var tingen. Denne viste seg og vibrere veldig, men hastigheita på røringa var veldig bra.



Røreforsøk 5 :

Detter er ein anna form av ein supperørar, med sterk motor og utan vibrering. Desverre var ikkje denne typen å oppdriva på nokon elektro- eller kjøkkenbutikkar i regionen. Me fekk låna eit brukt eksemplar, men motoren viste seg å vera havareert.



Vedlegg 3

Labrapport 08.03.19 - Bacheloroppgåve

Jens Erik Lied og Trygve Årsvold

Mating og testing av VFA.

Introduksjon:

For å sjekka korleis ein kan få mest flyktige feittsyrer (VFA) ifrå Hias-prosessen, testar me forskjellige scenario av bakteriekulturar. Desse kulturane må matast for at dei skal overleve. Kulturane må også rørast om.

Mål med eksperiment:

Oppretthalda ein sunn bakteriekultur. Gjennomgang av VFA-analyse framgangsmåte. Testing av VFA.

Materiale og metodar

Utstyr :

- Laboratoriefrakk
- Hanskar
- Vernebriller
- 5 liter ristgods ifrå RA4
- Bakteriekultur på glas 200ml/bæremedie
- Sil
- Supperørar (øydelagt)
- Boremaskinar
- 0,05 M HCl
- Pipette
- Magnetomrørar
- Kaffifilter Ca. 20µm
- Filter < 2µm

Metode:

Metode for mating:

Me henta 5 liter ristgods ifrå salsnes-sila på RA4 Åse. Me jobbar med å få køyrt TS-analyse så fort som mogleg.

Ved mating av kulturen vart omrøring på dei forskjellege prøvane stansa ca. 1 time før mating, for sedimentering.

Ved suspenderte prøver:

1. Tømte av ifrå bakteriekulturglasa til det var 200ml igjen.
2. fylte på 800ml med ristgods/slam, ca. 30 minutt etter uttak ifrå sil.
3. sette på røring igjen.

Ved bæremedie prøver:

1. Tømte ut all væske av prøvane.
2. Oppteljing av brikker.
3. Tilsette 800ml ristgods/slam.
4. Sette på røring igjen.

Me har no flytta alle prøvane inn i eit avtrekkskap, for mindre innblanding av andre lab-brukarar og eit betre arbeidsmiljø.

Metode for VFA analyse:

Sjå vedlagt dokumentasjon.

Resultat og diskusjon

Mating av bakteriekulturar

Gjennomføring av mating var rutinert og bra. Ristgodset mykje tynnare ut enn sist gong, antakeleg grunna regn og snø siste dagane.

Test av VFA

Når vi skulle ta ut 50 ml frå prøvene brukte vi eit kaffi filter nedi prøva for at vi kunn skulle få med partiklar < Ca. 20µm



Etter dette kørde me det gjennom eit filter på $<2\mu\text{m}$ før vi starta me VFA-tesen.

Avvik

Testing av PO₄-P og KOF

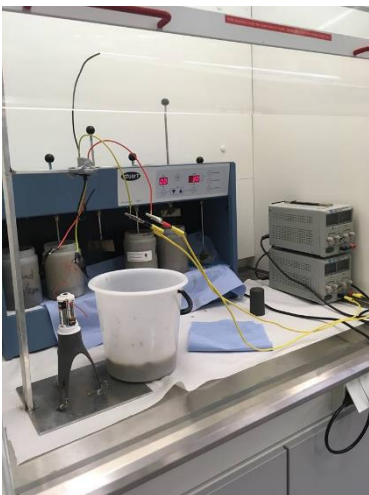
Vi har i dag fått vite at vi har fått kit for testing av PO₄-P og KOF. Det var ikkje meir enn 20 stk. så vi kan ikkje starte testing av dette før hovudtesten.

VFA testing

Vi har enda ikkje fått ønska filterstørrelse på Ca. $1\mu\text{m}$, men brukar filterstørrelse $< 2\mu\text{m}$

Røring av bakteriekultur (forbetring av røreforsøk 4)

I går prøvde vi å bygge om ein av supperøraren slik at den står påkopla med konstant straum. Grunnen for dette var at det gjekk store mengder batteri ettersom vi bytta 3 gongar per dag. I dag har den havarett, og har sannsynlegvis ikkje tolt kontinuerleg påkjenning.



Jartestaren blir også svakare for kvar dag og no har to av seks rørarar stoppa.
Røreforsøk nr. 5 var øydelagt frå dag ein.



Vedlegg 4

Labrapport 11.03.19 - Bacheloroppgåve

Jens Erik Lied og Trygve Årsvold

Mating og testing av VFA.

Introduksjon:

For å sjekka korleis ein kan få mest flyktige feittsyrer (VFA) ifrå Hias-prosessen, testar me forskjellige scenario av bakteriekulturar. Desse kulturane må matast for at dei skal overleve. Kulturane må også rørast om.

Mål med eksperiment:

Oppretthalda ein sunn bakteriekultur.

Materiale og metodar

Utstyr :

- Laboratoriefrakk
- Hanskar
- 5 liter ristgods ifrå RA4
- Bakteriekultur på glas 200ml/bæremedie
- Boremaskinar

Metode:

Metode for mating:

Me henta 5 liter ristgods ifrå salsnes-sila på RA4 Åse. Me jobbar med å få køyrt TS-analyse så fort som mogleg.

Ved mating av kulturen vart omrøring på dei forskjellige prøvane stansa ca. 1 time før mating, for sedimentering.

Ved suspenderte prøver:

1. Tømte av ifrå bakteriekulturglasa til det var 200ml igjen.
2. fylte på 800ml med ristgods/slam, ca. 30 minutt etter uttak ifrå sil.

3. sette på røring igjen.

Ved bæremedie prøver:

1. Tømte ut all væske av prøvane.
2. Oppteljing av brikker.
3. Tilsette 800ml ristgods/slam.
4. Sette på røring igjen.

Me har no flytta prøvane med bæremedie inn i eit avtrekkskap, for mindre innblanding av andre lab-brukarar og eit betre arbeidsmiljø.

Metode for VFA analyse:

Sjå vedlagt dokumentasjon.

Resultat og diskusjon

Gjennomføring av mating var rutinert og bra. Ristgodset såg tjukkare ut enn sist gong, antakeleg grunna godt vær siste dagane.

Avvik

Oppteljing av bæremediebrikker enda på 77 på kvar av dei to prøvene med bæremedie.

Vedlegg 5

Labrapport 14.03.19 - Bacheloroppgåve

Jens Erik Lied og Trygve Årsvold

Testing av VFA.

Introduksjon:

For å sjekka korleis ein kan få mest flyktige feittsyrer (VFA) ifrå Hias-prosessen, testar me forskjellige scenario av bakteriekulturar.

Mål med eksperiment:

Gjennomgang av VFA-analyse framgangsmåte. Testing av VFA, 3 døgn etter mating for samanlikning med tidlegare mengder mg/l.

Materiale og metodar

Utstyr :

- Laboratoriefrakk
- Hanskar
- Vernebriller
- Supperørar
- Boremaskinar
- 0,05 M HCl
- 0,05 M NaOH
- Pipette
- Magnetomrørar
- Kaffifilter Ca. 20µm
- Filter < 2µm

Metode:

Metode for VFA analyse:

Sjå vedlagt dokumentasjon.

Avvik

Me fekk noko låg pH ifrå prøve utan bæremedie, resulterte i store mengder NaOH og derav store mengder HCl brukt for å nå målepunkta. Den totale summen tilsett var ikkje over den oppgitte grensa på 20ml, så analysar er framleis valid.

Vedlegg 6

Labrapport 15.03.19 - Bacheloroppgåve

Jens Erik Lied og Trygve Årsvold

Mating.

Introduksjon:

For å sjekka korleis ein kan få mest flyktige feittsyrer (VFA) ifrå Hias-prosessen, testar me forskjellige scenario av bakteriekulturar. Desse kulturane må matast for at dei skal overleve. Kulturane må også rørast om.

Mål med eksperiment:

Oppretthalda ein sunn bakteriekultur.

Materiale og metoder

Utstyr :

- Laboratoriefrakk
- Hanskar
- 5 liter ristgods ifrå RA4
- Bakteriekultur på glas 200ml/bæremedie
- Boremaskin

Metode:

Metode for mating:

Me henta 5 liter ristgods ifrå salsnes-sila på RA4 Åse. Me jobbar med å få køyrt TS-analyse så fort som mogleg.

Ved mating av kulturen vart omrøring på dei forskjellige prøvane stansa ca. 1 time før mating, for sedimentering.

Ved suspenderte prøver:

1. Tømte av ifrå bakteriekulturglasa til det var 200ml igjen.

2. fylte på 800ml med ristgods/slam, ca. 30 minutt etter uttak ifrå sil.
3. sette på røring igjen.

Ved bæremedie prøver:

1. Tømte ut all væske av prøvane.
2. Oppteljing av brikker.
3. Tilsette 800ml ristgods/slam.
4. Sette på røring igjen.

Resultat og diskusjon

Gjennomføring av mating var rutinert og bra. Ristgodset såg tynnare ut enn sist gong, dette er hensiktsmessig for filtrering av prøvar til VFA-analyse.

Avvik

Opptelling av bæremedie-brikker enda på 77 på kvar av dei to prøvene med bæremedie.

Vedlegg 7

Labrapport 17.03.19 - Bacheloroppgåve

Jens Erik Lied og Trygve Årsvold

Mating og testing av VFA.

Introduksjon:

For å sjekka korleis ein kan få mest flyktige feittsyrer (VFA) ifrå Hias-prosessen, testar me forskjellige scenario av bakteriekulturar. Desse kulturane må matast for at dei skal overleve. Kulturane må også rørast om.

Mål med eksperiment:

Oppretthalda ein sunn bakteriekultur. Gjennomgang av VFA-analyse framgangsmåte. Testing av VFA.

Gjennomføring av mating var rutinert og bra. Ristgodset såg litt tjukkare ut enn sist, men langt i frå det tjukkaste vi he hatt. Dette var siste matinga før vi starta analyseperioden. Dette gjorde at vi med ein gong etter mating starta med testing av VFA.

Materiale og metodar

Utstyr :

- Laboratoriefrakk
- Hanskar
- Vernebriller
- 5 liter ristgods ifrå RA4
- Bakteriekultur på glas 200ml/bæremedie
- Sil
- Supperørar
- Boremaskinar
- 0,05 M HCl
- 0,05 M NaOH
- Pipette
- Magnetomrørar
- Kaffifilter Ca. 20µm
- Filter < 2µm

Metode:

Metode for mating:

Me henta 5 liter ristgods ifrå salsnes-sila på RA4 Åse. Me jobbar med å få køyrt TS-analyse så fort som mogleg.

Ved mating av kulturen vart omrøring på dei forskjellege prøvane stansa ca. 1 time før mating, for sedimentering.

Ved suspenderte prøver:

1. Tømte av ifrå bakteriekulturglasa til det var 200ml igjen.
2. fylte på 800ml med ristgods/slam, ca. 30 minutt etter uttak ifrå sil.
3. sette på røring igjen.

Ved bæremedie prøver:

1. Tømte ut all væske av prøvane.
2. Oppteljing av brikker.
3. Tilsette 800ml ristgods/slam.
4. Sette på røring igjen.

Metode for VFA analyse:

Sjå vedlagt dokumentasjon.

Kommentarar :

17.03.19-08:00 : Ristgods vart henta laurdag 16.03 og satt i kjøleskap med ein temperatur på 4°C. Vi starta mating av kultur kl 0800 og mata alle prøvene før vi starta med å ta VFA test av alle. Vi var ferdig med dette rundt kl 1300. Sidan vi har mista 6 bæremediebrikker, har vi rekna oss ut at vi skal fjerne 7,5 bæremedie for kvar testrunde.

17.03.19-1600 : Gjekk etter planen, rutinane kjem seg fort.

18.03.19-0000 : starta kl 0000 og var ferdig med VFA testing kl 0200. Vi sette også av 5mL kaffifiltrerte prøver for vidare testing av fosfor, COD og SCOD. Desse vart sett i kjøleskap med temp. på 4 °C

18.03.19-0800 : Starta kl 0800 og var ferdig med VFA-testing kl 1040. rutinane er godt innøvd no. Andreas Longva kom med fleire filter med $< 2\mu\text{m}$ for filtrering av prøvene.

18.03.19-1600 : starta kl 1600 og var ferdig med testing av VFA kl 1840. Gode rutinar, men vi datt litt ut av testing av *usedimentert 1*, her er det ± 300 på det første målepunktet.

19.03.19-0000 : Starta kl 0000 og var ferdig med testing av VFA kl 0215. Rutinane var gode og vi gjennomførte utan problem. Vi sette også av 5mL kaffifiltrerte prøver for vidare testing av fosfor, COD og SCOD. Desse vart sett i kjøleskap med temp. på 4 °C. Vi merkar no at prøvene er tjukkare enn når vi startar, så det kan sjå ut som at det blir meir utfordrande å få tatt ut for testane. Vi har no tatt ut totalt 90 bæremedie-brikker.

19.03.19-0800 : Starta kl 0800 og var ferdig med testing av VFA kl 1100. Gode rutinar og alt fungerte utmerka, men det merkast at det har vore lite søvn i det siste. Me har no tatt ut 104 bæremedie-brikker. Prøvene er tjukke og vanskelege å pipettera ut væske ifrå, men det har ikkje stoppa oss endå.

Me merka oss at me brukte 19,2 ml tilført væske for å oppnå riktig pH-nivå på *usedimentert 1*.

19.03.19-1600 : Starta kl 1600 og var ferdig med å teste VFA kl 1845. Gode rutinar, men søvnmangel merkast godt. Tjukke prøver og meir krevjande filtrering. Vi har også starta å leike litt med talla for å sjå korleis samanhengen mellom analysane er.

20.03.19-0000 : Starta kl 0000 og ferdig med testing av VFA kl 0240. rutinane gode. Alt i alt gjekk alt bra. Har tatt ut 137 bæremedie og prøvene med bæremedie har no 9 stk. igjen i kvart beger.

20.03.19-0800 :

Resultat

Vedlegg 8

Temperatur

Prøvenamn	SED 1	SED 2	USED 1	USED2	BÆR 1	BÆR 2
17.03 I	18,7	18,9	19,1	19,6	19,8	19,8
17.03 II	20,3	20,4	20	20,3	20,2	20,6
18.03 I	19,7	19,6	19,4	19,8	19,9	19,9
18.03 II	19,6	19,9	20	20,1	20,1	20,2
18.03 III	20	20,1	20,2	20,1	20,1	20
19.03 I	19,2	19,7	19,9	19,9	19,7	20
19.03 II	19,8	20	20,1	20,3	20,2	20,3
19.03 III	20,2	20,3	20,1	20,2	20,5	20,5
20.03 I	19,6	20	20,1	20	19,5	20,1
20.03 II	20,3	20,8	20,6	20,6	20,7	20,9
Gjennomsnitt	19,74	19,97	19,95	20,09	20,07	20,23

Vedlegg 9

Registreringar av pH

	SED 1	SED 2	USED 1	USED2	BÆR 1	BÆR 2
17.03 I	6,15	5,27	5,15	5,22	5,7	6,25
17.03 II	5,12	5,22	5,15	5,13	5,43	5,99
18.03 I	5,2	5,2	5,15	5,09	5,54	6,01
18.03 II	5,19	5,18	5,15	5,12	5,88	5,98
18.03 III	5,2	5,22	5,03	5,08	5,95	5,71
19.03 I	5,21	5,17	4,94	5,03	5,51	5,55
19.03 II	5,24	5,11	4,9	4,8	5,36	5,24
19.03 III	4,97	4,9	4,76	4,8	5,29	5,17
20.03 I	5,04	4,97	4,88	4,97	5,5	5,28
20.03 II	5,11	5,06	5,03	5,06	5,39	5,64
Gjennomsnitt	5,243	5,13	5,014	5,03	5,555	5,682

Vedlegg 10

Tilsette kjemikalier

17.03 I		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
	NaOH	330	1200	1590	1550	570	220
	HCl	3500	3370	3880	3800	2450	2220
	TOT	3830	4570	5470	5350	3020	2440
		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
17.03 II	NaOH	2520	1990	1150	2280	1020	400
	HCl	5320	4990	3420	4890	3130	2370
	TOT	7840	6980	4570	7170	4150	2770
		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
18.03 I	NaOH	2150	2900	3000	2600	900	400
	HCl	4940	6790	5900	5450	3750	3050
	TOT	7090	9690	8900	8050	4650	3450
		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
18.03 II	NaOH	2500	3050	3750	3000	700	500
	HCl	5600	7550	7400	6840	4600	3930
	TOT	8100	10600	11150	9840	5300	4430

		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
18.03 III	NaOH	2700	4100	4750	4950	800	1250
	HCl	6700	7650	8240	9100	4600	5150
	TOT	9400	11750	12990	14050	5400	6400

		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
19.03 I	NaOH	2700	3750	4770	4400	1700	900
	HCl	5900	7500	8990	8200	6050	4440
	TOT	8600	11250	13760	12600	7750	5340

		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
19.03 II	NaOH	3870	4700	7800	5600	2170	2500
	HCl	9420	9970	11390	8650	6620	6370
	TOT	13290	14670	19190	14250	8790	8870

		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
19.03 III	NaOH	4300	6150	7200	6000	2800	3600
	HCl	8240	10440	10420	9230	9000	7200
	TOT	12540	16590	17620	15230	11800	10800

		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
20.03 I	NaOH	5900	6800	7900	6200	2600	3500
	HCl	12290	12400	12120	11300	9867	8570

	TOT	18190	19200	20020	17500	12467	12070
		SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
20.03 II	NaOH	6250	7900	9000	7400	5200	2000
	HCl	12890	14900	12680	14440	12210	9680
	TOT	19140	22800	21680	21840	17410	11680

Vedlegg 11

Verdiar frå sCOD testane

	SED 1	SED 2	USED1	USED2	BÆR 1	BÆR 2
18.03	1026	1035	3422	2679	569	404
19.03	1030	1062	1020	986	919	872
20.03	767	784	-	765	777	145
21.03 -1307	-	150	-	170	153	133
21.03 -1337	-	128	-	137	114	104
21.03 - 1407	-	117	-	132	116	102
21.03 - 1437	-	111	-	118	103	98
21.03 - 1500	-	89	-	122	102	100

Vedlegg 12

Verdiar frå fosfortesting

	SED 1	SED 2	USED1	USED2	BÆR 1	BÆR 2
18.mar	19,4	19,5	18	17,2	13,9	12,4
19.mar	ABSORBNCE >3,5	ABSORBNCE >3,5	19,7	19,8	17,9	16,2
20.mar	ABSORBNCE >3,5	ABSORBNCE >3,5	203	19,6	ABSORBNCE >3,5	18,9
21.03 - 1307	-	8,6	-	10,15	8,9	6,55
21.03 - 1337	-	19,2	-	19,9	15,4	12,7
21.03 - 1407	-	21,9	-	20	18,3	16,4
21.03 - 1437	-	23,0	-	22,5	17,3	17,7
21.03 - 1500	-	25,3	-	25,8	20,02	17,9

Vedlegg 13

Verdiar frå testing av VFA

Testar	SED1	SED2	USED1	USED2	BÆREM 1	BÆREM 2
17.03 I	257,9	262,6	301,6	282,7	0	156
17.03 II	393,3	367,2	240	389,1	175,1	228,8
18.03 I	364,4	495,4	477,5	428,2	272	221,9
18.03 II	437,8	615	603	547,7	343,4	286,6
21.03 -1307	506,2	562,9	610,4	615,8	325,2	313
21.03 -1337	427,3	606,6	708,7	618,6	439,6	312,8
21.03 - 1407	728,2	733	865,7	698,3	571,2	480
21.03 - 1437	642,4	780,8	851,1	707,9	571,2	495,4
21.03 - 1500	953,4	859,7	901,1	819,3	660,1	693,8
21.03 - 1500	889,9	1050,2	688,3	1023,6	873,1	579,2
21.03 - 1500		1389,5		1355,8	1041,8	1011

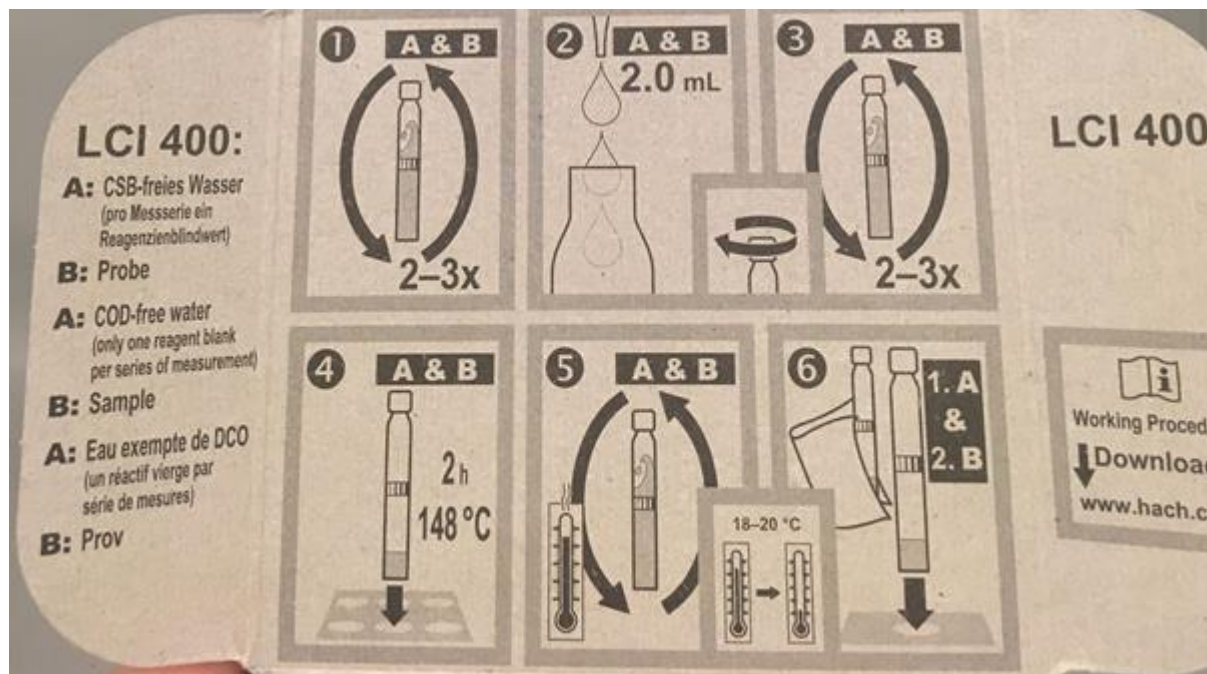
Vedlegg 14

Verdiar avlest i forbindelse med fosforslepp på Hias RA

Tidspunkt	SED 2	USED2	BÆR 1	BÆR 2
1307	8,6	10,15	8,9	6,55
1337	19,2	19,9	15,4	12,7
1407	21,9	20	18,3	16,4
1437	23	22,5	17,3	17,7
1500	25,3	25,8	20,02	17,9

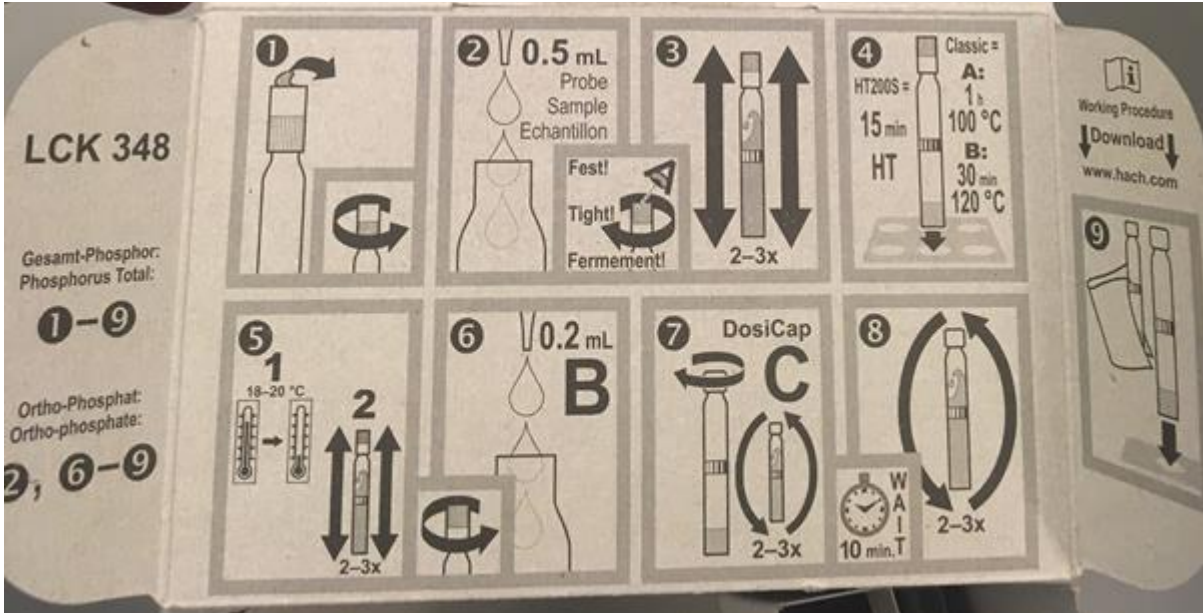
Vedlegg 15

Bilde av framgangsmåte ved COD testing



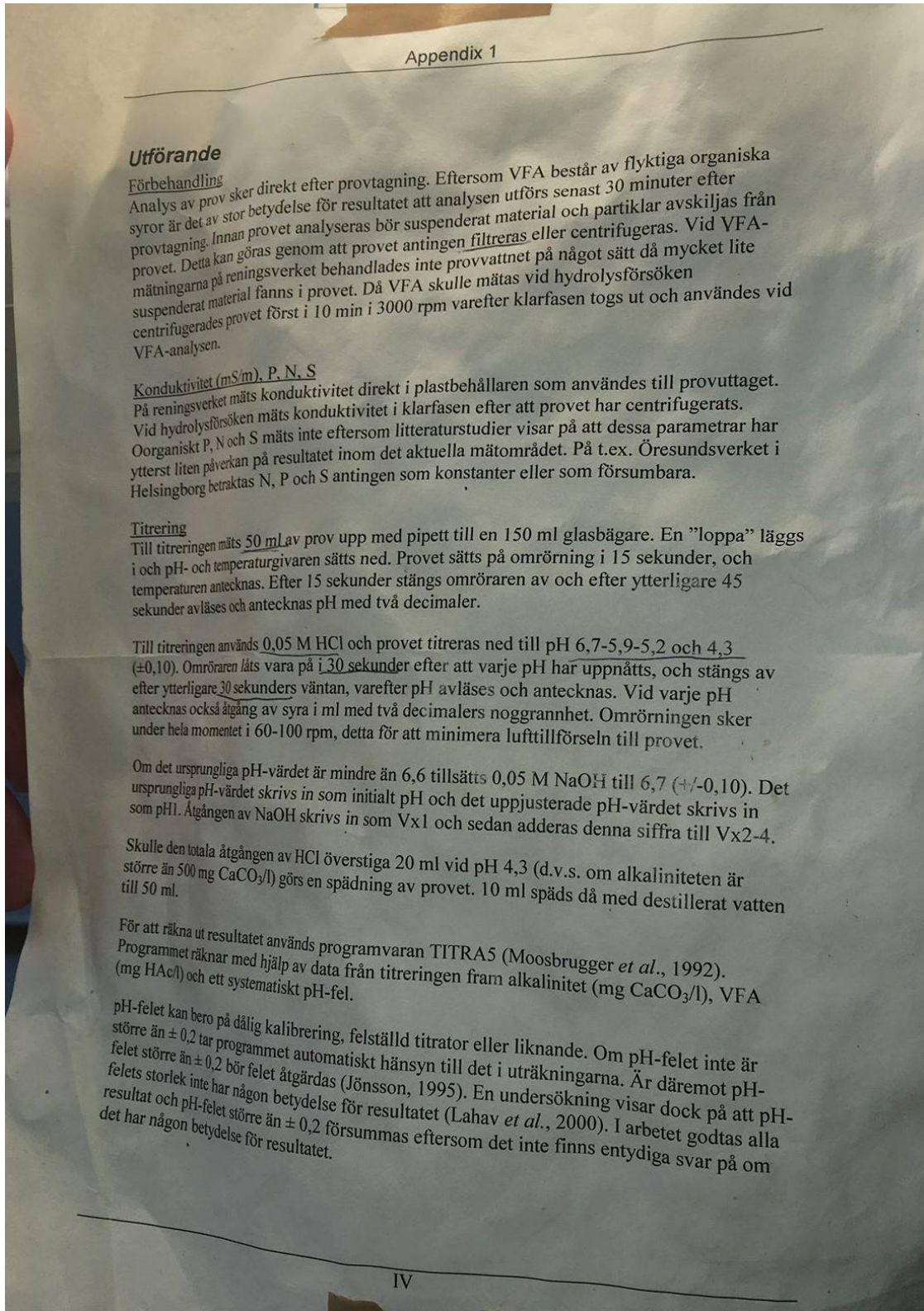
Vedlegg 16

Bilde av framgangsmåte ved fosfor testing



Vedlegg 17

Bilete av beskriving av VFA testing



Vedlegg 18

Framdriftsplan for prosjektet.

Framdriftsplan bachelor																						
	Veke:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Aktevit:																						
Datainnsamling																						
Forprosjekt																						
Besøk Hias																						
Dyrkingsperiode																						
Analyseperiode																						
Teoretisk grunnlag																						
Material og metode																						
Resultat, drøfting, konklusjon																						
Innleiing, plakat																						
Presentasjon																						

Framdriftsplan for prosjektet

Vedlegg 19

Forprosjektrapport

Tittel: Fosforutskilling frå avløpsvatn.

Kandidatnummer(e):			
Dato:	emnekode: * IB303312	emne: Bacheloroppgave (Bygg)	Dokument tilgang: Åpen
Studium: VANN OG MILJØTEKNIKK		Ant sider/Vedlegg: 13/1	Bibl. nr: Ikke i bruk -

Oppdragsgiver(e)/Veileder(e): Hias IKS, ved Anders Øfsti som oppdragsgivar. Razak Seidu ved IHB, NTNU som veiledar.

Oppgave/Sammendrag: Oppgava vår tek utgangspunkt i alternative kjelder for fosforutvinning, og ser på prosessen som er under utvikling hjå Hamar-regionens interkommunale reinseanlegg (Hias IKS). <i>Hias-prosessen går ut på å køyre avløpsvatnet gjennom anaerob og aerob sone for å skilja ut størst mogleg mengde med fosfor.</i> <i>Denne prosessen er sær s avhengig av ei jamn tilføring av organisk nedbrytbart material ifrå avløpsvatnet, og er sårbar for variasjon.</i> <i>Me skal i oppgåva sjå på korleis ein på best mogleg måte kan supplera med nødvendige mengder VFA i tilfelle der ein opplever mangel på organisk materie i avløpsvat net.</i>
--

INNHOLD

1 INNLEDNING	3
2 BEGREPER	3
3 PROSJEKTORGANISASJON	3
3.1 Prosjektgruppe	3
3.2 Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)	4
4 AVTALER	4
4.1 Avtale med oppdragsgiver	4

FORPROSJEKTRAPPORT – BACHELOROPPGAVE

4.2 Arbeidssted og ressurser	4
4.3 Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger	4
5 PROSJEKTBEKRIVELSE	4
5.1 Problemstilling - målsetting - hensikt	4
5.2 Krav til løsning eller prosjektresultat – spesifisering	4
5.3 Planlagt framgangsmåte(r) for utviklingsarbeidet – metode(r)	4
5.4 Informasjonsinnsamling – utført og planlagt	5
5.5 Vurdering – analyse av risiko	5
5.6 Hovedaktiviteter i videre arbeid	5
5.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet	5
5.8 Beslutninger – beslutningsprosess	6
6 DOKUMENTASJON	6
6.1 Rapporter og tekniske dokumenter	6
7 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER	6
7.1 Møter	6
7.2 Periodiske rapporter	6
8 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	6
9 UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING	7
10 REFERANSER	7
VEDLEGG	7

INNLEDNING

Historie

På midten av 1800-tallet vart det utbygd vassverk rundt om i Noreg. Konsekvensen av dette vart stor auke av avløpsvatn. Rundt 1860 hadde dei fleste store byar fått eit større samanhengande avløpsystem med hjelp frå lokale sunnheitskommisjonar. Når det i starten av 1900-tallet kom vassklosett, blei det enda større auke av avløpsvatn. Ålesund var faktisk byen som først systematisk innførte vassklosettet etter bybrannen i 1904.

I 1911 vart det bygd ein stor septiktank til 20 000 personar i Kristiania, denne bytta dei 1931 til eit aktiv-slam-anlegg. Aktiv slam anlegg har ikkje blitt noko særleg utbredt før no dei siste åra.

Fokuset på reinsing av avløpsvatn har kome meir og meir på bana dei siste åra og dette ser vi på som viktig for samfunnet. Mykje av avløpsvatnet blir reinsa etter ulike krav her til lands, men det har ikkje alltid vore slik. Sidan 1970-talet har fokuset på forureining auka drastisk. I 1972 vart miljøverndepartementet oppretta og 1974 kom statens forureiningstilsyn.

I 1973 var mjøsaksjonen iverksatt av statlege midlar. Norges største innsjø var så forureina at det måtte satsast stort på reinsing. Hamar-regioninterkommunale reinseanlegg (Hias) er eit resultat av dette tiltaket og vart foretatt av Gro Harlem Brundtland i 1979.

Auka av reinseanlegg i Noreg har vår enorm siste 20 åra. I 1983 var det registrert 619 reinseanlegg, men i løpet av 2013 var det ca 2700 reinseanlegg. (*Vann- og avløpsteknikk*, 2014)

Reinsing

Biologisk reinsing

Vi brukar mikroorganismar for å redusere organisk materiale og næringsstoff i avløpsvatnet. Mikroorganismar vi brukar finn vi i aktivt slam, biofilter og biorotorar. Biologisk reinsing har fått mykje oppmerksomheit siste åra og forskinga er stor på feltet.

Fosfor og verden.

Fosfor er eit råstoff som ikkje kan produserast men må utvinnast, og er eit særst viktig næringsmiddel i kunstgjødsel til jordbruk og i dyrefor. Fosfor vert tradisjonelt sett utvinna ifrå gruvedrift. Det er få stadar i verda der ein finn slike gruver, og det er kostbart og tidkrevjande å oppretta nye. I dag er det eit fåtal nasjonar som produserer store mengder fosfor. Av landa som produserer meir enn 10 millionar tonn har ein Kina, USA, Vest Sahara- og Marokko samt Russland («Top Phosphate-mining Production by Country», 2018).

Om lag 70% av fosfor reservane i verda ligg i Vest Sahara, som er eit konfliktområde. Dette er noko som kan påverka verdens tilgang på fosfor i framtida. (Zunes, 2010)

Fleire forskarar fryktar det ein kallar for topp-fosfor, der ein spår at mengda fosfor utvinna i nær framtid kjem til å stagnera samstundes som behovet stig. I fleire av modellane går den tradisjonelle utvinninga av fosfor nedover allereie i 2030. Den globale matproduksjonen vil då, skal ein følgja modellane, til å stagnera etter 2030. (Beardsley, 2011)

I denne oppgåva tek me føre oss Hias-prosessen, for å sikra trygg reinsing av avløpsvatn og for å utvinna det viktige næringsstoffet fosfor på ein berekraftig måte.

BEGREPER

VFA

Flyktige fettsyrer

Poly P

Polyfosfat

Aktiv slam

Biologisk slam som er med å reinse avløpsvatne. Dette slammet består av mikroorganismar og bakteriar og blir danna i avløpsvatn når det blir tilført oksygen

PROSJEKTORGANISASJON

Prosjektgruppe

Studentnummer(e)
460277 460063

Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)

Anders Øfsti - dagleg leiar Hias IKS, Sondre Eikås - rådgivar og prosjektleiar, Razak Seidu - Professor.

AVTALER

Avtale med oppdragsgiver

Avventar

Arbeidssted og ressurser

- Tilgang til arbeidsplass

Hias og lab på NTNU Ålesund

- Tilgang til ressursar

Lab Hias og NTNU Ålesund

- Tilgang til personer

Razak

Møte med veileder kvar veke. Jevnlig oppdatering av oppdragsgiver.

Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger

Likestilling av prosjektets deltakarar

Ved ueinigheit innad i prosjektgruppa, tas det kontakt med veileder om beste løysing.

Om ein deltakar følar på urettferdig arbeidsfordeling, tas dette opp på ein fin måte umiddelbart

Ved sjukdom eller fråfall, skal det haldast eit møte for å diskutera prosjektets framgang.

Haldningar:

Me skal ved prosjektets slutt føla at me har gjort eit skikkeleg arbeide.

Me skal gjera vårt ytterste for at produktet skal vera så reelt som mogleg.

Me skal jobba for at oppgåvegjenomføringa vert så lærerik som mogleg.

PROSJEKTBEKRIVELSE

Problemstilling - målsetting - hensikt

Biologisk fosfor avskilling

Fosfor finn vi i fire forskjellige former

Uorganisk fosfor :

Ortofosfat (ca 90 %)

Polyfosfat

Organisk fosfor :

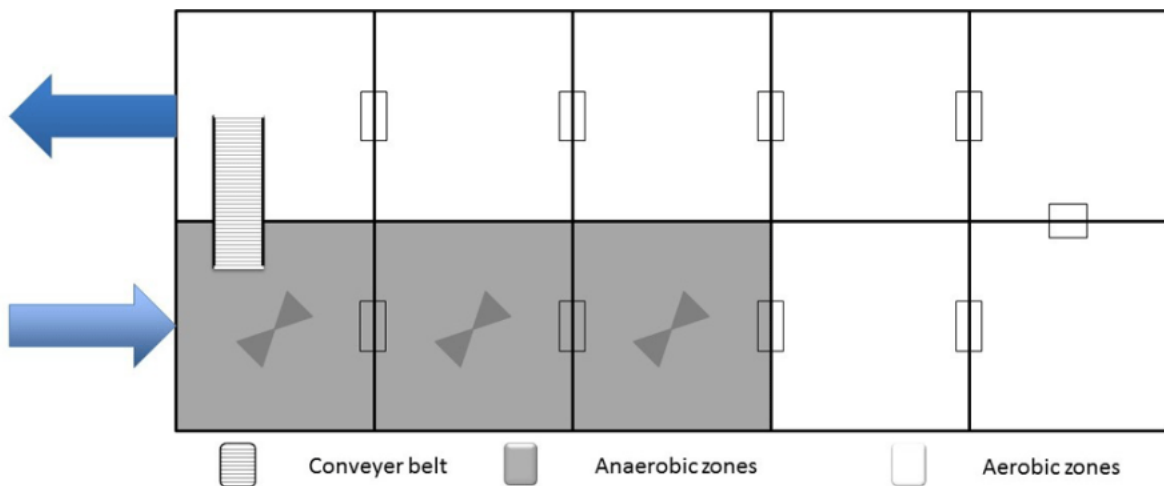
Løyst organisk fosfor

Partikulær organisk fosfor

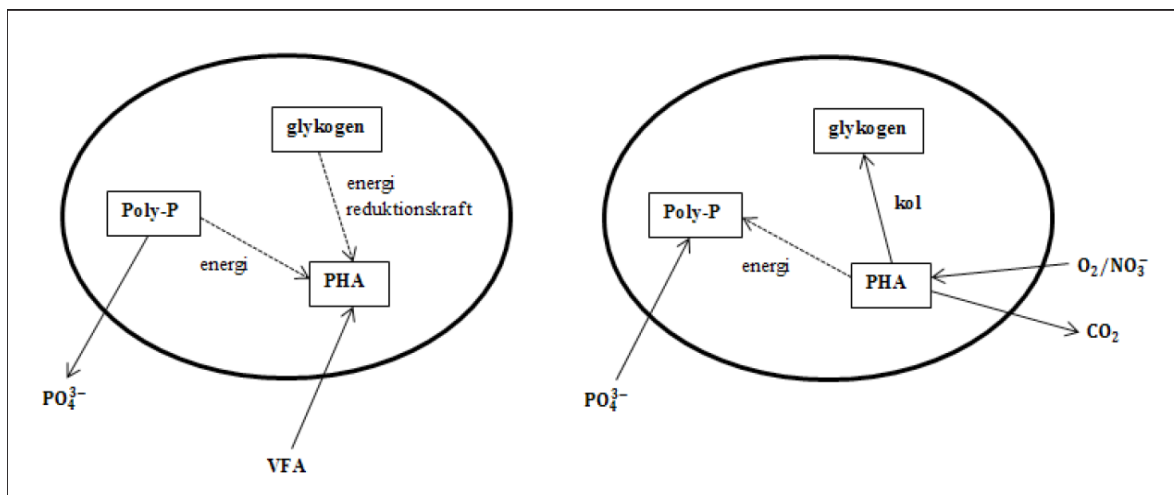
Hias-prosessen :

På grunn av kapasitetsproblem sette Hias seg eit mål om auke kapasiteten på reinseanlegget ved berre å bruke halvparten av reinsebasenga. Det var denne problemstillinga som gjorde at Hias i 2012 sette gong på det vi i dag kjenner som Hias-prosessen.

Denne prosessen brukar fosforakkumulerande mikroorganismar (PAO) for å ta opp fosfor. Som vi ser i *figur 1* er det 3 anaerobe kammer og 7 aerobe kammer. I den anaerobe sona får vi eit fosfor slepp på grunn av luftmangel. Derfor går det vidare til ei aerob sone der PAO kan ta opp større mengder fosfor(336908, 2015; «Teknologi», udatert).

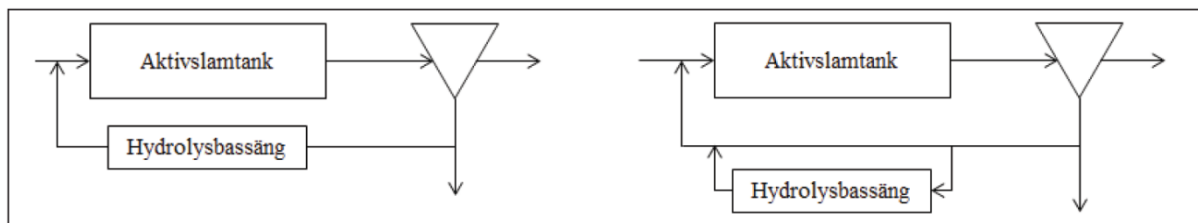


Figur 1 viser skisse av Hias-prosessen [6]



Figur 2 viser skisse over Bio-P bakteriar der vi har anaerob til venstre og aerob til høgre (Salmonsson, Jönsson, Andersson, Bergslilja, & Erikstan, 2017).

I figur 2 viser det korleis Bio-P bakteriane forandrar seg frå anaerob til aerob prosess. I anaerob sone får vi slepp av ortofosfat og inntak av flyktige feittsyrer. Når bakteriane går vidare inn i aerob sone får vi eit opptak av ortofosfat som er mykje større enn sleppet av ortofosfat (Salmonsson mfl., 2017).



Figur 3 viser til venstre hovudstrømshydrolyse og til høgre sidestrømshydrolyse (Salmonsson mfl., 2017).

I figur 3 Ser vi to vanlege hydrolyseformer innanfor biologisk reinsing. Som vi ser i figur 2 treng Bio-P bakteriane flyktige feittsyrer (VFA) for å fungere optimalt. Dette er ei stor utfordring ettersom at avløpsvatn har varierende mengder av VFA. I dag er det vanlig å køyre hydrolyse for å justere VFA, slik at ein til ei kvar tid har optimal mengder VFA (Salmonsson mfl., 2017).

Effekten av sidestraumshydrolyse

Hias treng meir data om effekten av sidestraumshydrolyse av mekanisk avskilt slam i anlegget deira som karbonkilde, med og utan bæremedie. Poenget skal vera å kunne supplera med ei kjelde for karbon ved mangel på organisk stoff i avløpsvatnet.

Krav til løysning eller prosjekterultat – spesifikasjon

Hias prosessen er ny teknologi, så i dette prosjektet skal vi sjå på karbonforbruk i hydrolyse.

Planlagt framgangsmåte(r) for utviklingsarbeidet – metode(r)

Når det kjem til informasjonsinnsamling, stiller me oss kritiske til kjeldene me anvendar, og nyttar søkemotorar som anbefalt av bibliotekspersonell ved NTNU.

Vi har fått tilsendt rapportar frå Hias som skal vere med å auke kunnskapsnivået vårt innanfor Hias-prosessen og arbeidet rundt dette.

Me har funne ein del relevant informasjon i tidlegare oppgåver og i artiklar.

Vår veileder har også bidratt med ein del informasjon angående temaet.

Me har også teke utgangspunkt i lærebøkene i studiet vårt.

Informasjonsinnsamling – utført og planlagt

Vi har fått tilsendt rapportar frå Hias som skal vere med å auke kunnskapsnivået vårt innanfor Hias-prosessen og arbeidet rundt dette.

Vurdering – analyse av risiko

Vår begrensa mengde erfaring ifrå tidlegare lab-arbeid kan visa seg å vera ei utfordring i utføringa av det praktiske i oppgåva.

Vi må jobbe oss opp ein god kunnskap rundt prosjektet.

Vi må vere konsekvent og nøyaktig for å få fullverdige resultat.

Unøyaktigheit fører til feil i resultat og må dermed skrinleggast.

Ha kunnskap rundt det vi driv med slik at vi kan forstå og oppdage nye hendingar

Hovudaktivitetar i vidare arbeid

Nr	Hovedaktivitet		Ansvar
	Kostnad	Tid/omfang	
1		Sette bakteriekultur	Jens Erik og Trygve
2		Fore bakteriene	Hias
3		Sjekke karbonkilde	Jens Erik og Trygve

Framdriftsplan – styring av prosjektet
Hovudplan

Vi startar første vekene med å auke kunnskap gjennom rapportlesing. Vi har fått rapport frå Hias som vi skal lese. Vi har også funne info i artiklar og i tidlegare oppgåver som er relevant. Razak har også mykje nyttig info til prosjektet.

Me skal skaffa oss ein god forståing av kva Hias treng oss til å utføra. Deretter skal me reise til Hamar for å utføra ein del forsøk i regi av Hias.

Milepælar:

Få kontakt med relevant firma

Avtala besøk for praktisk utføring av forsøk.

Levera forprosjektrapport

Utføra forsøk

Samla all data ifrå forsøk

Formulera ein konklusjon

Framføra oppgåve.

Intern kontroll – evaluering

Jevnleg kontakt med oppdragsgivar og veileder for kvalitetssikring av arbeidet.

Framdriftsmøter kvar veke, med og utan veileder.

Beslutningar – beslutningsprosess

Beslutningsprosess klassifisert på følgende måte:

Små beslutningar vert tatt i bachelorgruppa.

Større beslutningar rådførast med veiledar.

Store beslutningar rådførast med oppdragsgivar.

PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER

Møter
Møter med styringsgruppa

Skypemøte 29.01.2019 :

Turar
Antall turar og tidspunkt ?
(Få det så nært 14. mars som mogleg)
Opplegg til turane (evt pris)?
Kven betalar? (spør NTNU)

Problemstilling
Spesifisering og rammer av oppgava
Lukka eller hemmelig oppgave ?
Har dykk på patent på dette?
Kontakt intervall ?
Framdriftsrapport ?

Bachelor
Avtale

Prosjekt møter

Avtalt møte i prosjektgruppa kvar onsdag.

Periodiske rapporter
Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)
Sjå vedlegg

PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Mindre avvik vert teke opp i prosjektgruppa.
Større avvik vert teke opp med styringsgruppa.
Me inkludera avvik i logg for tiltaksvurdering og kvalitetssikring.
Planlagd prosedyre for endringar er som følgande: dialog og vurderingar om moglege retningar oppgåva kan ta, og kva som medføra i dei endringane.
Dei to deltakande i prosjektgruppa har delt ansvar for å oppdaga og handla på eventuelle avvik.

REFERANSER

- Beardsley, T. M. (2011). Peak Phosphorus. *BioScience*, 61(2), 91–91.
<https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.2.1>
- Resirkulering av fosfor i slam*. (2004) (Bd. 8(2004)nr 7). Grimstad: Planteforsk Apelsvoll forskningscenter, avd. Landvik.
- Salmonsson, T., Jönsson, K., Andersson, S., Bergslilja, E., & Erikstan, S. (2017). *Side Stream Hydrolysis and Enhanced Biological Phosphorus Removal at Swedish Waste Water Treatment Plants* (No. 2017–06) (s. 96). Bromma, Sweden: Svenskt Vatten Utveckling.
- Sørensen, G., Eikås, S., & Saltnes, T. (2015). 336908. Hamar: Onsagers AS. Teknologi. (udatert). Henta 1. februar 2019, frå <http://www.hias.no/hias-how2o/teknologo/>
- Top Phosphate-mining Production by Country. (2018, november 22). Henta 4. februar 2019, frå <https://investingnews.com/daily/resource-investing/agriculture-investing/phosphate-investing/top-phosphate-producing-countries/>
- Vann- og avløpsteknikk*. (2014) (2. utg.). Hamar: Norsk Vann.
- Zunes, S. (2010). *Western Sahara: War, Nationalism, and Conflict Irresolution*. Syracuse University Press.