



Högskolan Kristianstad

Examensarbete

Våren 2010

VA - och kretsloppsteknikerprogrammet

Mekanisk slamavvattning

vid Sibbhults avloppsreningsverk

Författare

Jonna Hiltunen

Handledare

Peter Dahlblom

www.hkr.se

Mekanisk slamavvattning – vid Sibbhults avloppsreningsverk

Abstract

Detta examensarbete behandlar slamhanteringen på Sibbhults avloppsreningsverk (Sarv). I denna rapport tas det upp hur avvattningen och förtjockningen av slammet går till i dagsläget och vilka förändringar som kan göras för att förbättra dessa processer.

Här visas även vilka eventuella vinster som kan fås med förändringar och eventuella investeringar i en avvattningsapplikation. Redan med små medel kan förtjockningen av slammet förändras, även om det inte införskaffas en mekanisk avvattare, som t ex med inblandning av polymerer i avloppsvattnet.

För att finna olika fungerande alternativ har information insamlats från flera företag som tillhandahåller applikationer för slamavvattare. Information har även införskaffats genom egen erfarenhet under min verksamhetsförlagda utbildnings (VFU) period på SARv, och vid diskussion med personal som arbetar vid vatten- och avloppsreningsverken i Östra Göinge kommun.

Ämnesord: Slamhantering, avvattning, centrifug, silbandspress, slam, förtjockning, transport

INNEHÅLL

1 Inledning	5
1.1 Kommunens skyldighet	5
1.2 Syfte	5
2 Allmänt om Sibbhult och Avloppsreningsverket	6
2.1 Sibbhult	6
2.2 Hur är reningsverket uppbyggd?	6
2.3 Anslutning, mängder och dimensioner	7
3 Allmänt om slam	8
3.1 Vad är avloppsslam	8
3.2 Innehållet av vatten i slam	8
3.3 Slamtyp	9
4 Hantering av slammet	11
4.1 Förtjockning av slammet	11
4.2 Hur avvattnas/förtjockas slammet?	12
4.3 Rötning	14
5 Avvattningssystem för slam	15
5.1 Centrifugering	15
5.2 Filtrering	15
5.3 Polymer	16
6 Att tänka på	18
6.1 Vilket system ska väljas?	18
6.2 Tillbehör och utrustning	18
7 Miljömål och fossila bränslen	19
7.1 Miljömål	19
7.2 Fossila bränslen	19
8 Diskussion/Resultat	21
8.1 Varför en mekanisk avvattnare?	21
8.2 Förslag på förändringar	21
9 Slutord	23
10 Referenser	24

Inledning

Sibbhults avloppsreningsverk har ingen mekanisk avvattning för sitt slam i dagsläget. Det förtjockas med hjälp av pumpning av klarfasen som blir kvar efter sedimentering från de olika slamfickorna som finns i reningsprocessen av avloppsslam.

Detta examensarbete är utfört för att utreda om det finns behov av en avvattningsapplikation, och vilka eventuella vinster kan fås genom att investera i en sådan.

Det förtjockade slammet från reningsverket hämtas i dagsläget av en slambil som sedan fraktar detta till ett annat verk i kommunen för avvattning genom en silbandspress.

Slambilen hämtar oftast tre till fem lass slam per vecka för pressning.

Kommunen anser att kostnaderna för denna procedur är alldeles för höga, även att transporterna innebär en onödig belastning på miljön.

Det finns ett stort intresse av att minska på den framtida miljöbelastningen som utsläppen från transportbilen medför, samt att på sikt även få ner kostnaderna för bland annat fraktandet av slammet. Vid en investering i en slamavvattare till SARv så skulle det även minska på belastningen på Knislinge Arv (KArv), dit slammet transporteras för pressning idag.

1.1 Kommunernas skyldighet

Enligt Miljöbalken och lagen om allmänna vattentjänster har kommunerna en skyldighet till att samla upp och rena avloppsvatten från tätorter. Avloppsvattnet skall rengöras till den grad att den skall kunna släppas ut till en recipient utan olägenheter.

Kommunerna har även en skyldighet att se till att drift, reparationer och liknande av avloppsanläggningarna sker på sådant sätt att eventuella skador eller olägenheter för människors hälsa eller miljö, förebyggs, hindras eller motverkas.

Det finns även en skyldighet att se till att slammet behandlas väl och att dess kvalitet blir så bra att det kan hanteras utan att skapa olägenheter för hälsa och miljö. (1)

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utreda om det finns behov av en mekanisk avvattare till SARv, och vilka eventuella vinster och minskningar av miljöbelastning en sådan investering kan utmynna i.

2 Allmänt om Sibbhult och avloppsreningsverket

2.1 Sibbhult

Sibbhult är ett litet samhälle, belägen i Östra-Göinge kommun i Skåne Län.

I Sibbhult bor ca 1400 invånare.

Där finns två stycken större verkstadsindustrier, Färe Industricenter och HAKI AB (2).

För några år sedan hade Scania produktion av växellådor i Sibbhult, denna verksamhet är dock flyttad till Södertälje. Flytten har medfört en mindre belastning på avloppsreningsverket i Sibbhult.

Större delen av kommunen har kommunalt vatten och avlopp. Där finns ett vattenverk, avloppsreningsverk, pumpstation och ett vattentorn.

2.2 Hur är reningsverket uppbyggd?

I dag används trestegsrening på verket.

- Mekanisk rening - gallerrens som pressas, samlas i container, och körs till Vankiva för vidare bearbetning.
- Biologisk rening - luftning, mellansedimentering och oxidation av slammet
- Kemisk rening - flockning och slutsedimentering

I första steget, den mekaniska reningen, av det inkommande avloppsvattnet, åker avloppsvattnet genom ett gallerrens, där större partiklar fastnar, så som bindor, bomullspinnar och liknande material.

Gallerrenset pressas och matas ner i en plastbehållare i en container. Om inte de stora partiklarna rensas bort i avloppsvattnet kan detta ge problem i de övriga delarna av reningen, t ex stopp i rör och pumpar.

I det andra steget, den biologiska reningen, rensas det lösta organiska materialet bort som finns i avloppsvattnet. I den biologiska reningen finns mikroorganismer som bryter ned det organiska materialet. Mikroorganismerna är bakterier som livnär sig på organiskt material, med deras hjälp bildas det flockar i bassängerna som sedan sjunker ner till botten som slam.

I tredje steget, den kemiska reningen, tillsätts en fällningskemikalie i avloppsvattnet. På SARV används PIX 111 (järnklorid, innehållande aktiva III-värda järnföreningar), för fällning av fosfor (P). Vid fällningen bildas även här flockar som sedan sjunker till botten av bassängen som slam.

Efter dessa steg är avloppsvattnet så rent att det släpps ut i recipienten, som i detta fall är Sibbhultsån som mynnar ut i Helge å.

Avloppsvattnet kontrolleras kontinuerligt, prover tas på både pH och fosfor. Det är av stor vikt att vattnet som släpps ut inte skadar människor eller miljön. Höga utsläpp av fosfor kan bidra till övergödning av vattendrag, sjöar och hav.

2.3 Anslutning, mängder och dimensioner (3)

- Anslutningsdimensionering	2500 pe
Belastning år 2008	1095 pe
- Flödes dimensionering	2688m ³ /d
medelflöde 2008	762m ³ /d
- BOD7 dimensionering	210kg/d
Belastning år 2008	76kg/d
- Mängd oavvattnat slam 2008	6500m ³ /år
- Mängd förtjockat blandslam som transporteras från verket 2008	2616m ³ /år

Till reningsverket i Sibbhult är hushåll och servicenäringarna anslutna, samt följande industrier:

- Färe Industricenter
- HAKI AB (Stålmontage)

3 Allmänt om slam

3.1 Vad är avloppsslam?

Slam är partiklar som är uppslammade i vatten, och andelen partiklar anges som torrsubstanshalt (TS). TS-halten innefattar även salter som är upplösta i avloppsvattnet. (1) Ett avloppsslam är en restprodukt som bildas när avloppsvatten renas.

Torrsubstansen i slam består av organiska och oorganiska partiklar. Mikroorganismerna livnär sig på de organiska partiklarna. Mikroorganismer finns i avloppsvattnet och slam, som hjälper till med nedbrytningsprocessen.

Om nedbrytningen sker med hjälp av syrgas, är mikroorganismernas nedbrytningsprocess aerob. Syrgasfri nedbrytning är anaerobt. Vid anaerob nedbrytning finns en risk för att illaluktande ämnen bildas (1)

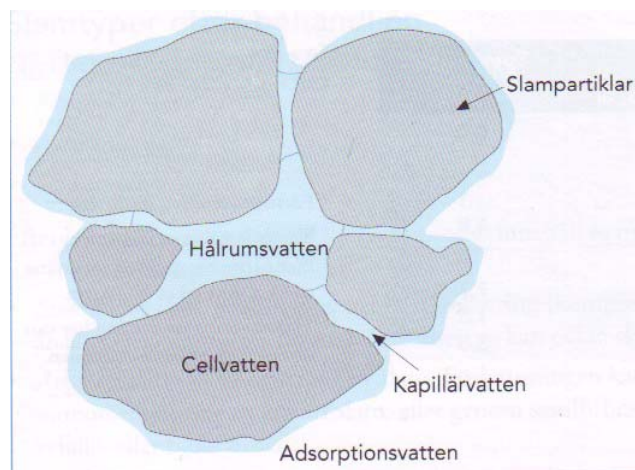
Definition på avloppsslam enligt Naturvårdsverkets Föreskrifter (SNFS 1994:2) är:

“Slam från avloppsreningsverk, flerkammarbrunnar eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll eller tätorter, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning”. (4)

3.2 Innehållet av vatten i slam

Innehållet av vatten i slam beror bland annat på:

- torrsubstansens sammansättning
- partiklarnas storleksfördelning
- metoden för avskiljning av slammet



FIGUR 1 Skiss över hur vattnet kan ligga i en slampartikel (5)

Figur 1 visar en skiss över hur vattnet kan ligga i en slampartikel.

För att kunna skilja av hålrumsvatten från en bunden slampartikel behövs tyngdkraft, t ex genom förtjockning av slammet i en sedimenteringsförtjockare.

Avskiljningen av kapillärvattnet kräver starkare krafter, t ex tryck- och centrifugalkraft. Detta kan uppnås med mekaniska avvattare, t ex en centrifug.

Resten av vattnet ur slampartikeln kan fås ut med hjälp av torkning. Torkning kan utföras med termisk behandling.

3.3 Slamtyp

Den typ av slam som finns på SARv är ett blandslam. Blandslammet består av en blandning mellan biologiskt och kemiskt slam. Mängden biologiskt slam är ungefär 65-70%, och andelen kemiskt slam 30-35%.

Det biologiska och kemiska slammet blandas ihop i en slamsilo. Det går att komma åt de båda slamtyperna även innan det blandas ihop i slamsilon om det skulle finnas behov av detta.

Biologiskt slam - mikroorganismer som växer till och som sedan avskiljs vid de biologiska reningsprocesserna.

Kemiskt slam - flockar som bildas vid kemisk fällning. Fällningskemikalien som används vid SARv är PIX 111 (järnklorid, innehållande aktiva III-värda järnföreningar).

Det oavvattnade slammet har en TS-halt på 0,5-1 %. Så som förtjockningen av slammet görs i dag på SARv, kan det med ihärdighet hamna på en TS-halt nånstans mellan 2 och 4%.

Ju högre TS-halt man kan få på slammet, desto mindre mängd slam bildas det och detta minskar behovet av transporter mellan SARv och KARv. Detta medför en minskad miljöbelastning, och minskade kostnader.

Minskning av mängden slam med hjälp av högre TS-halt

Exempel 1

Vi räknar grovt på detta. Vi har 1m^3 slam med TS-halten 1 %, och vi skall avvattna detta genom en maskin till en TS-halt på 15%.

Vi räknar först fram TS-halten på slam med en TS-halt på 1 % och får fram att 1m^3 slam innehåller 10kg TS. ($1\text{m}^3 = 1000$ liter)

$$\text{TS} = 1 / 100 * 1000 = 10 \text{ kg}$$

Sedan vill vi förtjocka detta slam till en TS-halt med 15 %. Den nya volymen kallar vi för V.

$$15 / 100 * V = 10 \text{ kg}$$

$$V = 10 * 100 / 15 = 1000 / 15 = 67 \text{ liter}$$

Exempel 2

Om vi tar en veckas slam som hämtas från reningsverket, i detta fall 48m^3 , som har TS-halten 1 %, och avvattnar det till en TS-halt på 8 %.

$$48\text{m}^3 = 48000 \text{ liter}$$

$$48000 / 8 = 6000 \text{ liter}$$

Om slambilen skulle ha möjlighet till att ta emot slam med TS-halten 8 % så skulle det medföra en minskning av transportererna till en last var 14:de dag, om vi räknar med att slambilen kan ta emot 12m^3 per gång.

Exempel 3

Om vi räknar med att en slambil transporterar fyra lass med slam per vecka, á 12m^3 per last. Detta blir 48m^3 per vecka som transporteras. Och vi avvattnar slammet till en TS-halt på 20%. Och vi har en container på 10m^3 dit det avvattnade slammet hamnar.

$$48\text{m}^3 = 48000 \text{ liter}$$

$$48000 / 20 = 2400 \text{ liter } (2,4\text{m}^3)$$

Finns det en container på 10m^3 , kan behovet av tömning av slammet minskas till en gång var fjärde eller femte vecka. Detta är en minskning från ca 18 tömningar per månad till endast en tömning.

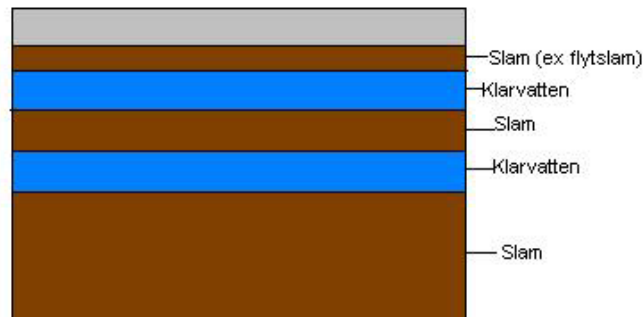
Att få upp TS-halten på slammet ses på uträkningarna här ovan, att det har stor betydelse för bland annat antalet transporter.

4 Hanteringen av slammet

4.1 Förtjockningen av slammet

Sättet som slammet förtjockas på i dagsläget är inte ett optimalt sätt att göra det på, detta bland annat på grund av att pumparna i kemsламfickan och slamsilon är fastsatta. I en av de andra slamfickorna finns det en flytpump. Att ha fastsatta avvattningspumpar gör att mycket slam återförs tillbaka till reningsprocessen.

Slammet har en tendens till att skikta sig, det vill säga att det kan lägga sig i olika skikt, som till exempel vatten i ett skikt och slam i ett skikt, och så vidare. I figur 2 ser man en skiss över hur det kan se ut i t ex en slamsilo varifrån slammet kan avvattnas för att förtjocka det ytterligare.



Figur 2: Principskiss över hur vatten och slam kan skiktas i en slamsilo (J.Hiltunen, ritad i Microsoft Paint, 2010)

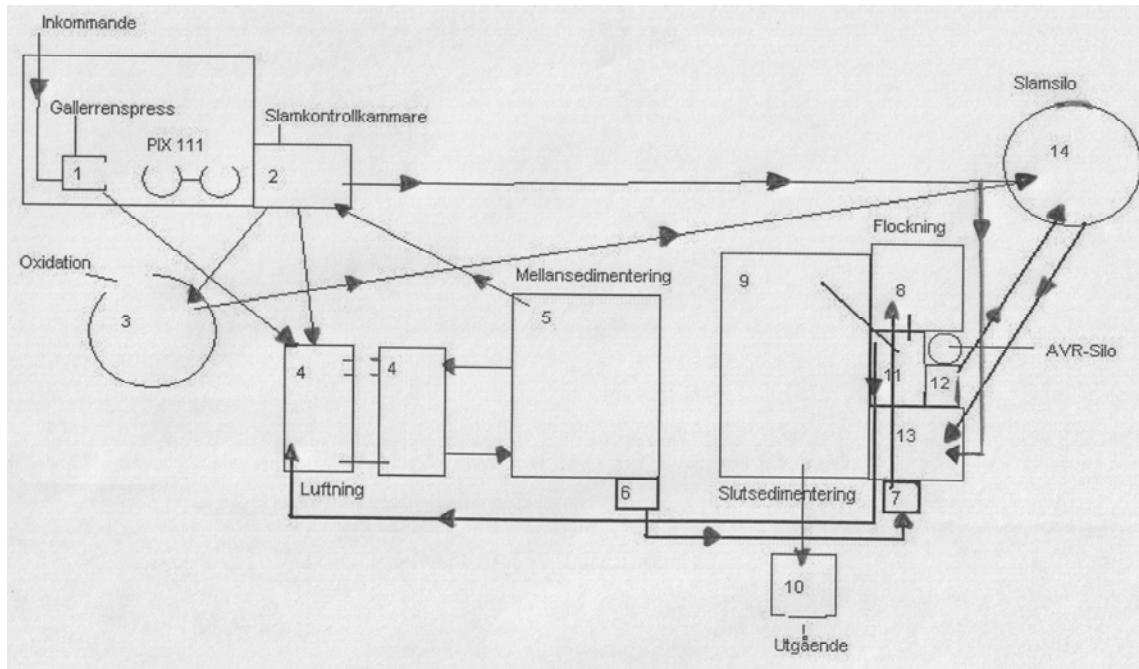
Pumparna som sitter i slamfickan och slamsilon som pumpar klarfasen kanske inte alltid ligger i klarfasen när pumpningen sätts igång för avvattning, utan ligger i ett av slamskikten. Detta medför att det pumpas tillbaka en hel del slam innan skiktet med klarvatten kommit åt. Vilka mängder som det gäller är svårt att precisera. Ibland fås klarvatten ut med en gång, men ibland får det pumpas en längre stund.

Detta skulle kunna åtgärdas med hjälp av att ha en höj och sänkbar pump. Detta sätt skulle kunna underlätta för att leta rätt på skiktet med klarvatten, och få ut mer klarvatten än vad som fås ut i dagsläget. Detta skulle medföra stora minskningar av slamvolymen.

Att det är mycket slam som återförs tillbaka till reningsprocessen och att vattnet och slammet har en tendens att lägga sig i olika skikt, har jag fått av egen erfarenhet genom min VFU på SARv, och efter diskussioner med min handledare Kent Andersson, som är maskinist och ansvarar bland annat över SARv.

4.2 Hur avvattnas/förtjockas slammet?

Detta kapitel är för att beskriva avloppsvattnets och slammets väg genom verket. Även för att beskriva hur avloppsvattnet och slammet kan pumpas mellan de olika slamfickorna och slamsilorna. Hanteringen av pumpningarna på verket i dag är resurs- och tidskrävande.



Figur 3 Principskiss över avloppsvattnets och slammets väg i Sibbhults reningsverk (J.Hiltunen, ritad i Microsoft Paint, 2010)

1. Gallerrenspress, rensat samlas i en container som sedan hämtas för vidare bearbetning.
2. Slamkontrollkammare, dit bioslammet kommer från mellansedimenteringen (punkt 5)
3. Övre delen är en oxidationsbassäng ($50m^3$) där nedre delen är en slamsilo ($50m^3$).
4. Luftningsbassäng för det inkommande avloppsvattnet från punkt 1.
5. Mellansedimentering av det luftade vattnet (pkt 4)
- 6 och 7. Pumpningsgrop av det färdiga mellansedimenterade avloppsvattnet.
8. Flockningsbassäng, dosering och inblandning av kemikalie.
9. Slutsedimenteringsbassäng (härfån kommer kemslammet).
10. Utgående renat avloppsvatten.
11. Slamsficka1 (kemsam $50m^3$)
12. Slamsficka2 ($4m^3$)
13. Slamsficka3 ($200m^3$)
14. Slamsilo2 ($100m^3$) Här finns även en uttagningspunkt som slambilen kan koppla in sig på vid tömning av slamsilo2.

Bioslammet som bildas i mellansedimenteringsbassängen (punkt 5, fig. 3) pumpas till slamkontrollkammaren (2, fig. 3), varifrån den sedan manuellt pumpas upp till oxidationsbassängen (övre delen av 3, fig. 3). Det går att pumpa bioslam direkt ut till slamsilo2 (14, fig. 3), om det skulle finnas behov till detta, det går även att pumpa slammet från slamkontrollkammaren till slamsficka3 (13, fig. 3).

Det går att avvattna från oxidationsbassängen genom att låta avloppsvattnet brädda från toppen, dock går det inte att ha igång oxidationssnurren medan avloppsvattnet bräddar. Detta görs för att få så tjockt slam möjligt, då det vid höga flöden är mer vatten än slam som kommer in på verket.

När oxidationen varit igång ett tag så låter man det stå ett par timmar, och därefter så släpps det oxiderade bioslammet till den nedre delen av byggnaden som är en slamsilo. Slamsilo1 töms i genomsnitt 1 gång per vecka, som pumpas till slamsilo2 (14, fig. 3).

När slamsilo1 har tömts till slamsilo2 (3 till 14, fig. 3) låtes detta slam dekantera till dagen efter, för att slammet skall få möjlighet att sjunka ner i slamsilon. Därefter kan det avvattnas igen för att få ännu tjockare slam. Dock är avvattningen härifrån begränsad på grund av den fastsatta avvattningspumpen. Pumpen sitter någon meter ner i silon, och tar bara klarvattensskiktet på dess nivå. Här skulle det vara bra med en höj och sänkbar avvattningspump för att kunna komma åt mer av klarvattnet i slammet.

Klarvattnet kan antingen släppas ner till slamficka3 (13, fig. 3) med en löstagbar slang, som även kan fästas i en fast avvattningsslang som sitter ovanför slamficka1 (11, fig. 3).

Det är rekommenderat att alltid ha slangen fast vid punkt 11, som pumpar klarvattnet till luftningsbassängen (4, fig.3), för att slippa att blanda i det med slammet i slamficka3, som medför att ett arbete i så fall görs två gånger.

I slamficka3 (13, fig. 3), finns en flytpump, som används för att pumpa bort klarvattnet från slammet när den har dekanterat. Klarvattnet pumpas härifrån ner till slamficka1 (11, fig. 3) där all kemslam samlas, där ligger en avvattningspump som sedan pumpar vidare klarfasen tillbaka till luftningsbassängen (4, fig. 3).

När slammet blivit förtjockat och avvattnat så öppna mellanväggarna upp mellan slamfickorna (11 och 13, fig. 3).

I slamficka2 (12, fig. 3) blandas kem - och bioslammet tillsammans, och däri ligger en pump som pumpar slammet till slamsilo2 (14, fig. 3).

Det blandade slammet dekanterar i slamsilo2 under några dagar, och därefter kan slammet avvattnas igen.

Varje torsdag kommer en slambil för att tömma slamsilo2 (14, fig. 3), som tar och transporterar det förtjockade slammet till KARv för pressning med en silbandspress. Det går inte reningsverket i Knislinge kan ta emot tillräckligt så tömmer slambilen slammet i ett par avvattningsbäddar som ligger i Hanaskogs gamla reningsverk.

Reningsverket i Hanaskog är inte i bruk, förutom tre stycken torkbäddar som används till avvattning av slam, bland annat från SARv.

4.3 Rötning

Det avvattnade slammet är tänkt att det i framtiden skall rötas i det nya reningsverket som ska byggas i Knislinge.

Rötning är en biologisk stabilisering där organiskt material i slam sönderdelas med hjälp av bakterier. Rötning är en anaerob process, det vill säga att processen inte har tillgång till något syre. Vid rötning sker nedbrytningen av det organiska materialet i flera olika steg:

- **Hydrolys** - sammansatta organiska ämnen bryts ned med hjälp av enzymer från bakterier. De bryts ned till enklare vattenlösliga föreningar. Till exempel bryts fett ned till fettsyror.
- **Syrabildning** - vid detta andra steg bryts fettsyror ned till enkla fettsyror med hjälp av bakterier.
- **Metanbildning** - de enkla fettsyror bildas sedan med hjälp av metanbakterier till metan och koldioxid. Metangasen kan sedan vidarebehandlas och användas bland annat som bränsle till bilar som körs på biogas. (1)

Vid rötning av slam med hög TS-halt behövs en anläggning som kan lösa upp det avvattnade slammet, för att det ska kunna rötas utan några större komplikationer. Det går även att röta slammet med torr rötning. Torr rötning innebär att det endast går röta en begränsad mängd slam åt gången, då detta ska rötas satsvis och utan tillförsel av ny material under röttningsperioden.

För att röttningsprocessen ska fungera optimalt ska dessa förutsättningar uppfyllas:

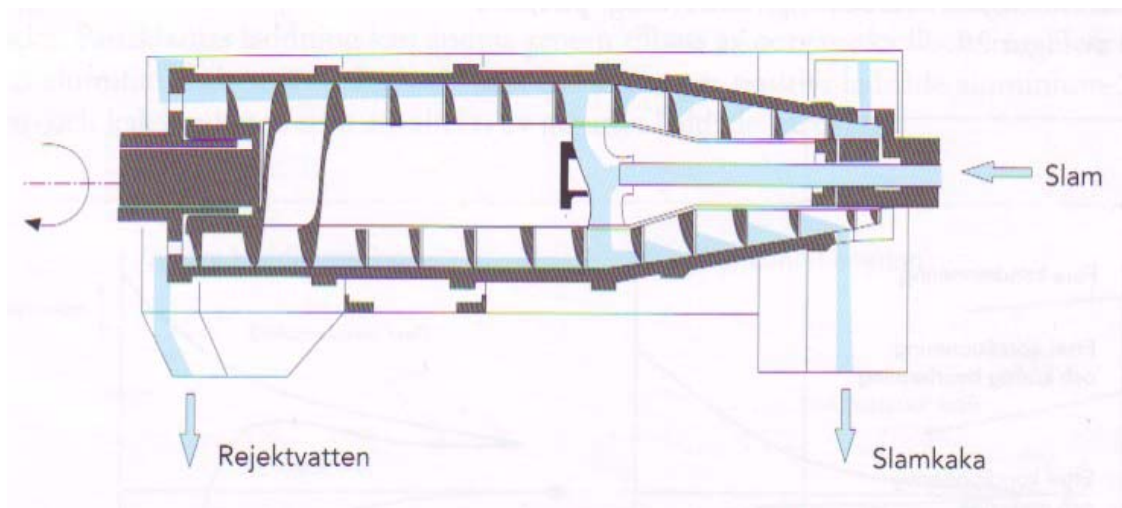
- Relativt hög temperatur som är konstant. Vid mesofila anaeroba processer ska temperaturen ligga på runt 37 grader C. Och vid termofila anaeroba processer ska temperaturen ligga på ca 55 grader C.
- pH-värdet ska ligga runt 7, som ska ligga konstant
- Tillförseln av näring (råslam) är jämn
- Omblandningen i röt-kammaren ska vara kontinuerlig, så att bakterierna har tillgång till ny näring hela tiden. (1)

5 Avvattningssystem för slam

Det finns flertalet olika system för avvattning av slam, både olika märken, utförande och användningsområde. Här följer två exempel av de vanligaste typerna av system för avvattning av avloppsslam.

5.1 Centrifugering

Den vanligaste typen av centrifug som används för slamavvattning är den så kallade dekantercentrifugen. Figur 4 visar en genomskärningsskiss över en centrifug. Dekantercentrifugen består av en cylindrisk/konisk trumma där en skruvtransportör är monterad inuti. Trumman och transportören roterar med hög hastighet i samma riktning, dock är det en viss skillnad på hastigheten på trumman och transportören. Skruvtransportören roterar med ett lägre eller ett högre varvtal än vad trumman gör.



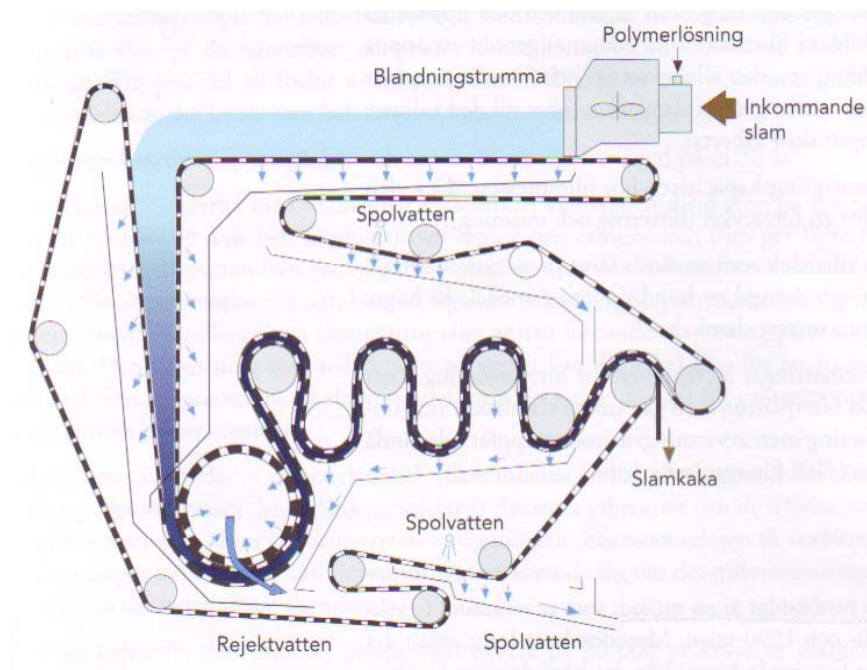
Figur 4 Genomskärningsskiss över en centrifug (5)

Ett inloppsrör matar in slammet som ska avvattas in i mitten av maskinen. Med hjälp av centrifugalkraften förs det fasta partiklarna i slammet ut mot väggarna i centrifugen och vattnet samlar sig i mitten. Rejektvattnet åker sedan ut ur centrifugens bredare del och slamkakan transporteras ut ur den smalare delen av centrifugen med hjälp av skruvtransportören och dess centrifugalkraft. Ju högre varvtal det är på trumman desto högre centrifugalkraft fås, och detta innebär en effektivare avvattning på slammet. Detta kan dock medföra att avskiljningsgraden kan minska då sönderfall av partiklarna kan öka vid höga påkänningar, som gör att en del partiklar följer tillbaka med rejektvattnet. Tillsättning av polymerer kan öka avvattningen, och hjälpa att få upp TS-halten på slammet. Livslängden på en centrifug ligger mellan 15-25 år.

5.2 Filtring

Vanligaste typen av filtrering som används vid avvattning av slam på reningsverk, är en så kallad silbandspress. Figur 5 visar en principsskiss över en silbandspress. Slammet pumpas ut på ett långsamt gående silband där det först får dräneras och sedan pressas slammet mellan två stycken silband, där trycket ökar ju längre in i pressen slammet

hamnar. För att få förtjockning och bättre avvattning av slammet medan det pressas och för att slamkakan skall hålla ihop bättre, tillförs polymer ur en roterande blandningstrumma innan slammet pumpas ut på silbandet. För att uppnå bästa effektivitet för avvattningen av slammet behövs det att den bildade slamkakan utsätts för skjuvning, vilket betyder att slampartiklarna "tvingas" att glida mot varandra, och detta åstadkoms bäst genom att silbanden bryts över maskinens olika valsar. Silbandspressens bandhastighet har betydelse för hur blöt eller torr slamkakan kommer att bli. Snabbare bandhastighet innebär kortare uppehållstid, och då blir slamkakan mycket blötare. Långsammare bandhastighet, innebär längre uppehållstid, och då blir slamkakan mycket torrare, det vill säga att den får högre TS-halt. Livslängden på en silbandspress ligger mellan 20-30 år.



Figur 5 Principskiss över en silbandspress (5)

5.3 Polymer

Vid maskinell avvattning behövs det en tillsats av polymer för att det skall bildas större slampartiklar, och även för hållbarheten av slampartiklarna, då dessa annars vid höga krafter kan slås sönder och effekten av slamavvattningen uteblir.

Fördelen med att vi har ett blandslam att jobba med på SARv, gör att det oftast blir ett mindre behov av polymer, då blandslammet till en viss del neutraliserar varandras ytladdningar.

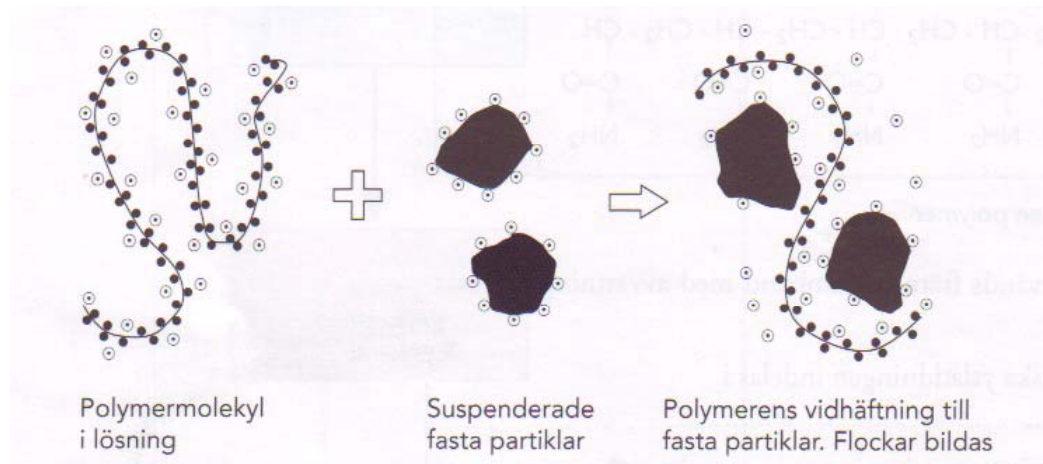
Polymer indelas efter deras elektriska ytladdningar:

- katjonaktiva - positivt laddade
- nonjonaktiva - neutrala, oladdade
- anjonaktiva - negativt laddade

Även slampartiklarna i sig har en elektrisk laddad yta.

- primär- och bioslam - oftast negativ ytladdning
- kemslam - oftast positiv laddning

Polymer är långa kedjor av organiska ämnen som har förmåga att bilda bryggor som underlättar flockningen av slammet. Det vill säga bildningen av större slampartiklar. Den huvudsakliga byggstenen i polymer är monomer, som kan bilda långa kedjor. I figur 6 kan du se hur slampartiklar skapas med hjälp av bryggbildning.



Figur 6 Bryggbildning (5)

Användandet av polymer har diskuterats både högt och lågt om dess eventuella negativa påverkan på miljön.

Polyakrylamid som används vid avvattning av slam på avloppsreningsverk innehåller en liten del akrylamid, som är ett giftigt och cancerframkallande ämne. Mängden av akrylamid i polymerer som används på avloppsreningsverk, i Sverige i dag, ligger på mindre än 0,1%.

Enligt Wahlberg och Paxeus (6) innebär mängden akrylamid ingen större fara för miljön och människan, men dock ska man vara uppmärksam med detta om vi gödslar våra åkermarker med slam från avloppsreningsverk. Då vi inte vet just nu vad som händer i framtiden, om vi gödslar åkrarna kontinuerligt med avloppsslam. Deras försök med nedbrytning i jord av polyakrylamider har visat sig att nedbrytningen går långsamt, eller till och med inte har någon nedbrytning alls.

Större delen av polymeren fastnar i slampartiklarna som avvattnas, och detta gör att en väldigt liten del av polymeren åker med i rejektvattnet. Pumpar man rejektvattnet ur slammet till biosteget i reningsverket, påverkas inte mikroorganismerna på något negativt sätt. (7)

Tidigare provning av avvattning med slambil med polymer, där rejektvattnet återförts till biosteget, har visat bättre bildning av större slampartiklar i reningsprocessen, som har bidragit till en bättre förtjockning av slammet.

6 Att tänka på

6.1 Vilket system ska väljas?

Det finns som sagt var många olika fabrikat där ute att välja mellan, den ena bättre än den andra och så vidare. Det är av olika storlekar, material och priser.

Vid val av maskin ska det tänkas på flera saker, så som:

- kostnader (bland annat för investering, installation, och service)
- kemikalieförbrukning (mängd och kostnad)
- elförbrukning
- TS-halt in och ut
- vidare behandling av avvattnat slam
- vilken miljö maskinen skall stå i (behov av material på maskin)
- livslängd på avvattnare
- storlek på fritt utrymme i lokalen där den skall vara
- åtgång av vatten för rening av maskin
- kontinuerlig drift eller intermittert
- behövs maskinen övervakas eller kan den stå och gå utan övervakning
- förvarning och transport av det avvattnade slammet

Hittas det sedan en utrustning som verkar intressant, kan ett alternativ vara att kontakta en försäljare på det företag som man är intresserad av, för att se om det har en provanläggning, som de kan hyra ut för att provas och se om deras maskin är bra, och ger den resultat som man vill ha.

Kostnaden för en sådan här provanläggning ligger på ca 20.000kr/vecka, inkluderat transport och kunnig personal.

Det finns ju inga garantier för att en viss produkt kommer att fungera optimalt just på ett specifikt avloppsreningsverk, därför kan det vara en god ide att bestämma sig för några olika maskiner som verkar intressanta och prova om det fungerar bra och ger den resultat man vill ha.

6.2 Tillbehör och utrustning

Priser på avvattningsmaskiner varierar väldigt mycket, allt från 200.000kr och upp till 1 miljon kronor. Då är detta ett pris bara på själva avvattnare, som t ex en centrifug eller silbandspress.

Sedan tillkommer det pris på bland annat, start och stopskåp, slampump, polymerberedare, polymerpump. Tillägget för dessa ligger på ungefär 100.000kr och upp till 250.000kr.

Det högre priset gäller om man vill ha en polymerberedare för polymer i pulverform, då detta är en mer avancerad maskin.

Försäljare som jag har haft kontakt med säger att polymer i vätskeform är dyrare att inhandla från fabrikant, men det kommer ändå inte upp i de höga kostnaderna som det är att investera i en polymerberedare för polymer i pulverform. Så det rekommenderas ur ekonomisk synpunkt att man hellre investerar i en billigare polymerberedare som fylls på med polymer i vätskeform.

7 Miljömål och fossila bränslen

7.1 Miljömål

I Sverige har vi ett antal miljömål att ta hänsyn till, som vi ska sträva efter att uppnå. Man ska ha miljömålen i åtanke vid nyinvesteringar och nybyggnationer.

Som exempel för detta arbete har vi:

God bebyggd miljö - *“Städer, tätorter och annan bebyggd miljö skall utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden skall tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar skall lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.”* (8)

Ingen övergödning - *“Halterna av gödande ämnen i mark och vatten skall inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.”* (9)

Bara naturlig försurning - *“De försurande effekterna av nedfall och markanvändning skall underskrida gränsen för vad mark och vatten tål. Nedfallet av försurande ämnen skall heller inte öka korrosionshastigheten i tekniska material eller kulturföremål och byggnader.”* (10)

Frisk luft - *“Luften skall vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas.”* (11)

Begränsad klimatpåverkan - *“Halten av växthusgaser i atmosfären skall i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet skall uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.”* (12)

7.2 Fossila bränslen

Den största källan för utsläpp av växthusgaser är fossila bränslen, som finns i t ex bensin och diesel. Fossila bränslen bidrar till stora klimatförändringar. Tabell 1 visar utsläppsmängder för olika bränslen.

En lastbil förbränner ca 2-4 liter drivmedel per mil, mycket beroende på storlek, modell, m.m.

Avståndet mellan SARv och KARv är ca 12 km enkel väg. Detta är inte ett jättelångt avstånd, men om man kör ca fyra lass slam per vecka så blir detta ungefär 100 km (10mil) fram och tillbaka.

Tabell 1 Utsläpp av fossil koldioxid (13)

Drivmedel	Utsläpp av fossil koldioxid i kg per liter bränsle
Bensin (95 Okt)	2,32 kg
Diesel	2,48 kg
Etanol (E85)	1,1 kg
Fordonsgas	Nästan inga utsläpp av fossil koldioxid

Vi ska nu ta och räkna på ett ungefär hur mycket t ex slambilen släpper ut på sin färd mellan SARv och KARv. För att göra detta måste vi beräkna med tonkilometer (tonkm), som betyder att man transporterar ett ton en kilometer. På detta sätt kan vi räkna ut det ungefärliga utsläppet av koldioxid i gram per tonkm.

Exempel med oavvattnat slam

TS-halt	1%
Mängd slam per vecka	$4 \cdot 12 = 48 \text{ m}^3$
Mängd slam per år	$52 \cdot 48 = 2496 \text{ m}^3$
Bilens kapacitet	12 m^3 per lass
Transportsträcka per vecka	$4 \cdot 24 = 96 \text{ km}$
Transportsträcka per år	$52 \cdot 96 = 4992 \text{ km}$
Mängd koldioxid per tonkm (14)	0,13 kg (130g)

$1 \text{ m}^3 = 1 \text{ ton (1000kg)}$

2496 m^3 blir då 2496 ton

För att beräkna fram mängden koldioxid (CO₂) som bilen släpper per år tar vi mängden slam per år, multiplicerar med transportsträckan per år och multiplicerar detta med mängden koldioxid per tonkm. (14)

$12 \cdot 4992 \cdot 0,13 = 7787,52 \text{ kg CO}_2/\text{år}$ vid transport av oavvattnat slam

Exempel med avvattnat slam

TS-halt	8%
Mängd avvattnat slam per vecka	$4 \cdot 12 = 48 \text{ m}^3 / 8 = 6 \text{ m}^3$
Mängd slam per år	$52 \cdot 6 = 312 \text{ m}^3$
Bilens kapacitet	12 m^3 per lass
Transportsträcka varannan vecka (för att få full lass/gång)	$1 \cdot 24 = 24 \text{ km}$
Transportsträcka per år varannan vecka	$26 \cdot 24 = 624 \text{ km}$
Mängd koldioxid per tonkm (14)	0,13 kg (130g)

Nu beräknar vi med slam som vi har avvattnat till en TS-halt på 8 %. Och för att få ett fullt lass per gång vi transporterar, så hämtar vi slammet endast varannan vecka, då vi vid avvattning har minskat mängden slam från $48 \text{ m}^3/\text{vecka}$ till $6 \text{ m}^3/\text{vecka}$.

$12 \cdot 624 \cdot 0,13 = 973,44 \text{ kg CO}_2/\text{år}$ vid transport av avvattnat slam med TS-halt 8 %

Det finns mycket att vinna på att få minskat på transporterna, och detta inte bara ur en ekonomisk synvinkel, utan även att det går att minska rejält på belastningen av miljön.

8 Diskussion/Resultat

8.1 Varför en mekanisk avvattare?

För det första så behövs det minskas på mängden slam som transporteras från reningsverket. Med hjälp av t ex en centrifug eller silbandspress, kan man slammet avvattnas till högre TS-halter och detta skulle minska volymen avsevärt, och detta skulle innebära en stor minskning av bland annat transporterna och kostnaderna.

Kostnaden för frakten av slammet med slambil ligger på ungefär 245,000 kr/år. Detta pris ligger konstant då slammet måste fraktas till KARv, och som slammet behandlas på SARv i dag så kommer mängderna inte att bli mindre.

Jämför man priser på olika fabrikat på avvattare, så ligger priset i genomsnitt på ungefär 500,000 kr, exklusive polymerberedare och andra tillbehör.

Jag uppskattar dock att priset på en avvattare inklusive installation och polymerberedare kommer att hamna runt detta pris, då det handlar om ett mindre reningsverk, och att det inte finns behov av att införskaffa en större avvattare som blir dyrare att köpa.

Tabell 2 Kostnaderna för i dag och för kommande åren

	Kostnad år 1 (kr/år)	Kostnad år 2 (kr/år)	Kostnad år 3 (kr/år)
Slambil	245.000	245.000	245.000
Slamavvattare, t ex centrifug eller silbandspress	500.000	50.000	50.000

I tabell 2 ses ett exempel hur kostnaderna ser ut i dagsläget och hur det kan minska med tiden efter en eventuell investering i en avvattningsapplikation. Energikostnaden för en centrifug har inte räknats med.

Första året fås alltid en högre kostnad. Redan under andra året ses att kostnaderna minskar. Efter första året finns kostnader för bland annat polymeren, eventuella reparationer och hyra för container, inklusive hämtning och tömning. Årskostnaden kan säkerligen bli ännu lägre om inget oförberett sker med till exempel avvattaren som gör att den behöver en större reparation.

Det finns även stora möjligheter till att spara energi vid en eventuell investering i en mekanisk avvattare. Moment som görs dagligen så som avvattningen med pumpar av klarfasen skulle med hjälp av en mekanisk avvattare kunnas till större del uteslutas, då det inte finns behov till att avvattna slammet om och om igen för att förtjocka det tillräckligt, för att det flesta mekaniska avvattare klarar av ett slam med en TS-halt på så lågt som 1 %.

8.2 Förslag till förändringar

1. Justerbar anordning till pumpen som avvattnar slammet i silon, så att pumpen kan höjas och sänkas ner till den höjd som behövs. Detta för att komma åt mer av klarvattnet som lägger sig i skikt i slammet, detta för att minska mängden slam tillbaka till reningsprocessen, och även för att kunna få en effektivare avvattning av slammet.

Det är bra att få tillbaka en del av bakterierna som finns i slammet, men i dagsläget åker det dock med för mycket slam i rejektivattnet.

2. Tillägg till fällning - installera en polymerberedare som blandas med i inkommande avloppsvatten eller i kemsteget för att få en bättre förtjockning av slammet, genom att större slampartiklar skapas. Med hjälp av polymer bildas större slampartiklar som blir tyngre och sjunker bättre i slamfickorna eller slamsilon. Även om man inte har tänkt investera i en avvattare, kan användandet av polymer vara till stor hjälp vid förtjockningen av slammet och detta skulle bidra till mindre vatten i slammet, som minskar mängden förtjockat slam och därmed skulle man få färre transporter från SARv.

3. Investera i en avvattare, t ex någon typ av centrifug eller silbandspress. Detta för att få en högre TS-halt som medför mindre slammängd och mindre behov till transporter. Detta ger minskning även på belastningen av miljön.

Ser man på mina beräkningar tidigare i detta arbete är det enormt stor skillnad på oavvattnat och mekaniskt avvattat slam. Även vid lägre TS-halter fås rejäla minskningar på mängden slam.

Slutord

Jag rekommenderar en investering i en mekanisk avvattare till SARv, då det finns stort behov för minskning av både transporter och kostnader, och för att få en effektivare hantering av slammet. Effektiviseringen kan även leda till minskad elförbrukning, då slammet omhändertas omgående och inte pumpas runt på verket.

Även alternativ ett och två under "*Förslag till förändringar*", skulle effektivisera förtjockningen av slammet, och minska på volymen då man skulle komma åt mer av vattnet som finns i slammet. Dock är detta inga optimala lösningar, men en bra förbättring för hur slammet förtjockas och avvattas i dagsläget.

Kanske en kombination av alternativ ett och två skulle ge en minskning till en tredjedel av mängden slam som behöver transporteras?

Finns det inga 500,000kr till att investera i en mekanisk avvattare så tycker jag att alternativ ett och två bör investeras i för att effektivisera förtjockningen av avloppsslammet på SARv.

Referenser

- (1) Tideström, H. Lind, JE. Ulmgren, L. Hilmer, A. Norrman, K-E. Rennerfelt, J. Jacobsson, F. Ek, P. Seger, A. Balmér, P. *Avloppsteknik 3 (U3) – Slamhantering*. Svenskt Vatten AB, 2007.
- (2) Östra Göinge Kommun, Kommunfakta (Elektroniskt) Tillgänglig: <http://www.ostragoinge.se/Kommunfakta/Om-Ostra-Goinge/Orter-och-byar2/Sibbhult/> 2010-05-12.
- (3) Östra Göinge Kommun, Tekniska kontoret. *Miljörapport – Sibbhults Reningsverk, 2008*. Östra Göinge Kommun, 2009.
- (4) Naturvårdsverkets Föreskrifter. Författningssamling. (Elektroniskt) 1994. *Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. (SNFS 1994:2)* Tillgänglig: www.naturvardsverket.se 2010-06-05
- (5) Tideström, H. Lind, JE. Ulmgren, L. Hilmer, A. Norrman, K-E. Rennerfelt, J. Jacobsson, F. Ek, P. Seger, A. Balmér, P. Illustratör, Halldin, Ann-Marie. *Avloppsteknik 3 (U3) – Slamhantering*. Svenskt Vatten AB, 2007.
- (6) Wahlberg, C. Paxéus, N. *Miljöpåverkan av polyelektrolyter från användning vid reningsverk*. VA-forsknings Rapport ”400-2003”, Svenskt Vatten AB, 2003
- (7) ACM-groups AB, Jan Larsson (Personlig kontakt). 2010-06-01
- (8) Miljömålsportalen (Elektroniskt) 2005. *God bebyggd miljö*. Tillgänglig: www.miljomal.nu/15-God-bebyggd-miljo/ 2010-05-30
- (9) Miljömålsportalen (Elektroniskt) 2005. *Ingen övergödning*. Tillgänglig: www.miljomal.nu/7-Inge-overgodning/ 2010-05-30
- (10) Miljömålsportalen (Elektroniskt) 2005. *Bara naturlig försurning*. Tillgänglig: www.miljomal.nu/3-Bara-naturlig-forsurning/ 2010-05-30
- (11) Miljömålsportalen (Elektroniskt) 2005. *Frisk Luft*. Tillgänglig: www.miljomal.nu/2-Frisk-luft/ 2010-05-30
- (12) Miljömålsportalen (Elektroniskt) 2005. *Begränsad klimatpåverkan*. Tillgänglig: www.miljomal.nu/1-Begransad-klimatpaverkan/ 2010-05-30
- (13) Konsumentverket(Elektroniskt) 2011 *Nybilsguiden* Tillgänglig: <http://www.konsumentverket.se/bilar/Nybilsguiden/> 2010-05-20
- (14) Energianvändning i transportsektorn (Elektroniskt) 2002. Tillgänglig: www.iva.se/upload/Verksamhet/Projekt/Energiframsyn/Transport%20komplett3.pdf 2010-06-01