

AVLOPPSRENINGSVERKET I VÄSTERÅS,

ETT PROJEKTARBETE I KURSEN MILJÖSKYDDSTEKNIK, HT 2005, PÅ KTH, UPPDATERAD VERSION (V.2)

1. OM DENNA TEXT

Detta är ett projektarbete i kursen miljöskyddsteknik, KTH, hösten 2005, 5 poäng. Författare är Per Erik Strandberg. Denna rapport bygger framförallt på ett studiebesök på Kängsängens avloppsreningsverk ett par kilometer från Västerås centrum, anläggningen drivs av Mälarenergi som bland annat ansvarar för vatten och avlopp i Västerås. Författaren vill tacka de representanter för Mälarenergi som hjälpt till under rapporten.

Texten behandlar en bakgrund (sektion 2), en beskrivning av de tekniska lösningar som finns och används idag (sektion 3) och en diskussion av dessa lösningar (sektion 4). Då fokus för denna uppgift ligger på att hitta alternativa lösningar som skulle kunna förbättra miljöverksamheten försöker författaren någorlunda uttömmande (trots att ämnet är mycket stort) behandla detta (i sektion 5). Efter de olika förslagen kommer en diskussion om dessa lösningar (sektion 6). Sist finns även en källförteckning (sektion 7).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

2. Bakgrund

- 2.1 Avloppsrening i Europa från Roms fall till 1800-tal
- 2.2 Anläggningens historia
- 2.3 Data - Anslutna kontingenter och reningskrav
- 2.4 Anläggningens placering
- 2.5 Övergödning - Definition, Aktörer och Historia i korthet
- 2.6 Anläggningens syfte

3. Beskrivningar av befintliga tekniska lösningar

- 3.1 Flödet av vatten
- 3.2 Flödet av slam
- 3.3 Flödet av biogas
- 3.4 Önskat innehåll som sand och rens
- 3.5 Luft från ventilation av luktintensiva steg
- 3.6 Värme

4. Diskussion av nuvarande lösningar

5. Alternativa tekniska lösningar för förbättrad reduktion av miljöproblem

- 5.1 Desinfektion
- 5.2 Biologisk rening av fosfor
- 5.3 Bästa tillgängliga teknik
- 5.4 Luft- och varumärkesvård
- 5.5 Flytta anläggningen
- 5.6 Uppvärmda bassänger
- 5.7 Separation av urin, fast avföring, BDT-vatten och industriellt avlopp
- 5.8 "Energivass"
- 5.9 Tvåpunktsfällning
- 5.10 Sandfilter och Mikrofilter

6. Diskussion av alternativa lösningar

7. Källor

- 7.1 Litteratur
- 7.2 Trycksaker från Mälarenergi
- 7.3 Internetsidor
- 7.4 Personlig kontakt

Bilagor

2. BAKGRUND

2.1 AVLOPPSRENING I EUROPA FRÅN ROMS FALL TILL 1800-TAL

Efter romarrikets vattenledningssystem med bland annat nedgrävda avlopp med rinnande vatten stagnerade tekniken och man återgick till att, i bästa fall, gräva ner avföring à la Moses.¹ Saniteten under medeltiden är i Europa känd för sin extremt låga standard. Ett påbud från engelska hovet 1589 lyder: "Let no one, whoever, he may be, before, at, or after meals, early or late, foul the staircases, corridors; or closets with urine or other filth". (Förf. övers: "Låt ingen, oavsett vem, varken före, under eller efter maten, kissa eller bajsas i trapporna, korridorerna eller garderoberna."). Vidare förtäljer en bok i etikett av Erasmus från 1530-talet att det är oartigt att hälsa på någon som kissar eller bajsar, något som antyder att man då och då stötte på den situationen. Att ha någon form av toalett förekom, men i primitiva former. Till exempel kunde man tömma toaletter under en borg eller slott och låta regnvatten spola rent det, tyvärr hände olyckor där golv gått sönder och människor drunknat. Att ha pottor i ett skåp bredvid sängen var, ur ett historiskt säkerhetsperspektiv, kanske bättre. Men detta ledde fram till artighetsregler där ett par vid promenad i stadsmiljö skulle placera mannen så att han hamnade i kastparabeln och på så sätt skyddade kvinnan mot bajskastare.

1583 konstrueras offentliga toaletter i Paris, de första där sedan Romarrikets fall, efter att folk förorenat parker i staden. I Berlin 1670 var skräp- och avföringshögar så stora att bönder som kom på besök beordrades att ta med en del på väg hem.

Vad gäller de avlopp som fanns så var bland annat de i London och Paris i princip öppna diken som ledde ut i Themsen respektive Seine. De täcktes senare då önskat material kastades i (tidigast 1370-tal i Paris och 1600-tal i London). Bland annat vid torra fungerade detta dåligt och 1858 och 1859 händer något som idag låter överkligt. På grund av låg nederbörd och stor belastning rinner inte avföringen i Themsen ut i havet utan kommer vid tidvattnets ankomst att rinna "motströms". Avföringen försvinner alltså inte och en av effekterna är att parlamentet måste stängas då och då under den varmaste tiden på året.

Under 1800-talet upptäcker man att slätare material i avloppens rör, slutningen i ledningarna och flödes hastigheten påverkar transporten av bland annat avföring och sand.

I Hamburg på 1840 konstrueras det första mer planerade systemet (till skillnad från trial-and-error). Efter en stor brand byggs stora delar av staden upp igen och ett bättre avloppssystem byggs som bland annat tar till vara på vatten från tak och sköljs veckovis av tidvatten. London får ett liknande system som blir klart 1865. Ungefär vid denna tid visar Pasteur att det finns mikroorganismer och att det kanske är dessa som ger upphov till sjukdom. Det är alltså inte bara guds vilja, sjuka utdunstningar från marken och av judar förgiftade brunnar som orsakar sjukdom (något man i princip fortfarande trodde). Dr Snow undersökte även under ett kolerautbrott i London om man kunde knyta kolera till en speciell vattenbrunn. I princip alla som insjuknat hade druckit ur en specifik friskvattenpump som tog sitt vatten nedströms om London eller som var kontaminerad av en sjuk bebis blöjor. Man börjar alltså så sakteliga förstå behovet av att separera sitt dricksvatten från sitt avloppsvatten.

2.2 ANLÄGGNINGENS HISTORIA

I Västerås under 1800-talet fanns regler för hur nära sina grannar man fick ha gödselhögar och att fastighetsägare skulle hålla rännstenar fria från stopp så att flytande föroreningar kunde rinna. Man kan föreställa sig att det måste ha varit ganska vidrigt. Då dessa regler efterlevdes dåligt hade man problem med att grisar sprang runt på gator och torg och letade efter föda. 1863 började stadsfullmäktige prata om att bygga kloaker och lite mer är tjugo år senare (!) fattade man ett beslut om att göra det. Utloppet från denna anläggning var bland annat i

¹ Bibelns femte mosebok 23:13, om hygien i fält: "och du skall jämte annat som du bär hava en pinne, och när du vill sätta dig därute, skall du med den gräva en grop och sedan åter täcka över din uttömning".

Svartån som går igenom staden. Kring sekelskiftet hade vattenförbrukningen kraftigt ökat och på grund av inflöde av förorenat vatten från Svartån till brunnar behövdes en nyare avloppsrening. 1906 blev den nyare anläggningen klar och den gamla blev reservanläggning tills 1917 då den lades ner.

Mälaren blev detta till trots allt mer förorenad och man beslutade om förbättrad rening 1936. 1939 sätts Avloppsreningsverket i Kungsängen, Västerås, i drift. Den var då dimensionerad för 40 tusen invånare och separerade bort sedimenterbart material. Från röt-kammaren leddes metangas till gasverket som ligger invid anläggningen. Avloppsreningsverket ligger en bit från Västerås, på den tiden troligen ganska långt därifrån. Sent 1950-tal kompletteras anläggningen med nuvarande röt-kammare. (Tidigt 1950-tal har Västerås omkring 60 tusen invånare.) 1965 får man en aktivt slamsteg. Aktivt slam innebär att det i slammet finns mikroorganismer som förbrukar den näring som finns där (man minskar alltså den gödande effekten). 1972 kompletteras anläggningen med kemisk fällning för att minska mängden fosfor som släpps ut. 1996 ligger inte avloppsverket lika långt från staden då staden växt och man bygger in de mer doftintensiva stegen och låter frånluften från ventilationen gå genom ett kompostfilter för att få bort lukt. 1998 fås en nyare biologisk rening av kväve för att matcha de krav som skulle komma 1999. 2005 kom nya lagar som förbjuder deponi av organiskt material och för att möta dessa krav kommer ytterligare nya steg läggas till inför 2006, mer om detta nedan.

2.3 DATA - ANSLUTNA KONTINGENTER OCH RENINGSKRAV

I nuläget är cirka 125 tusen personer anslutna till det avloppsnät som mynnar ut i avloppsreningsverket i Västerås (se bilaga 2 för den geografiska distributionen). Cirka 5000 företag är anslutna och på dessa ställs krav (på till exempel pH, temperatur, metallinnehåll med mera) som ofta gör att de har egen rening innan det går på det kommunala nätet. Omkring 5% av inloppet till verket är (oönskat) dagvatten.

Krav som ställs på avloppsreningsverket är låga halter av kväve, fosfor och BOD i det utgående vattnet. För närvarande är dessa nivåer som följer (med 2004 års nivåer i utgående vatten inom parentes) BOD₇: 15 mg/l med ett mål på 10 mg/l (3,8 mg/l); P_{tot}: 0,3 mg/l (0,19 mg/l) och N_{tot}: 15mg/l (12,2 mg/l).

Anläggningen är dimensionerad för ett flöde på 3690 m³/h med en maximal kapacitet på ytterligare 30 % av detta.

2.4 ANLÄGGNINGENS PLACERING

Sedan anläggningens byggnation har Västerås storlek fyrdubblats. De industri- och hamnområden som tidigare låg en bit från staden invid Mälaren har till stor del flyttat, marken har sanerats och bostäder av karaktären "très chic" ligger nu med fin sjöutsikt. Vidare finns ett populärt naturreservat, Björnön, på "andra sidan" avloppsreningsverket. Detta gör att verket i princip idag ligger inbäddat i Västerås och invid bostadsområden som ligger längs Mälarens norra strand. Konflikter mellan känsliga västeråsares näsor och Mälarenergis investeringstakt är kanske att vänta i framtiden om Västerås fortsätter att växa.

2.5 ÖVERGÖDNING - DEFINITION, AKTÖRER OCH HISTORIA I KORTHET

2.5.1 Övergödning - eutrofi

Övergödning, eller eutrofi, innebär att man tillför ämnen som stimulerar tillväxt av lägre organismer i till exempel vatten och sjöar. *Måttlig* övergödning ger mer alger och annan vegetation och därför även mer fisk. *Högre* halter ger mycket plankton och ett grumligt vatten. Fiskpopulationen förändras på så sätt att högre fiskar som gäddan missgynnas emedan "skräpfisk" som mört och braxen gynnas. *Starkt övergött* vatten har mycket plankton och

ibland algblomning med smak-, luft- och ibland gift-problem som följd. I detta stadium kan en sjös botten helt täckas med lokal akut syrebrist som följd. Då det saknas syre i bottenregionen favoriseras andra metabolismer, till exempel svavelrespiration. Andas man som mikroorganism in svavel andas man ofta ut svavelväte. För allt högre liv är tyvärr svavelväte giftigt och sjön (eller dess botten) är (lokalt) död.

2.5.2 BOD (*biological oxygen demand*)

BOD, biological oxygen demand, är ett mått på innehåll av biologiskt eller biokemiskt nedbrytbara ämnen i till exempel avloppsvatten. Med BOD får man alltså ett värde på hur mycket man matar bakterier, eller snarare hur mycket syre dessa bakterier förbrukar då de matas med BOD-halten. BOD är av intresse därför att syrehalten minskar i en recipient om man håller i BOD-haltigt vatten.

Sedan 1950-talet har vi i Sverige tillämpat biologisk rening för att under kontrollerade former mata bakterier med BOD så att vi i, till exempel sjöar, inte övergöder i onödan. Detta har i princip resulterat i en minskning med 90 % av BOD.

2.5.3 Fosfor

I sjöar råder det typiskt brist på fosfor varför fosfor är det tillväxthämmande ämnet. På 1960-talet införs fosfor i disk- och tvättmedel. Av denna anledning fortsatte övergödningen på de ställen vi infört rening av BOD, men börjat tillsätta fosfor. Resultaten blev att man sedan 1970-talet i Sverige börjat införa rening av fosfor, men en sänkning av fosforhalten på omkring 90 % som följd.

2.5.4 Kväve

På samma sätt som fosfor anses övergödande i sjöar anses även kväve övergödande för hav. Därutöver är kväve i form av nitrat giftigt och om man får det i sig ger det cancerogena metaboliter som följd. Hälsogränsvärdet för nitrat är 10 mg/l. Ökad kvävehalt stimulerar även växtlighet och därmed övergödning. Under 1980 och 1990 kompletterades många reningsverk. Störst krav ställdes på de med havet som recipient. En sänkning av kvävehalten på omkring 70 % är ett typiskt resultatet.

2.6 ANLÄGGNINGENS SYFTE

Sammanfattningsvis skulle man kunna säga att Kungsängens avloppsreningsverk syftar till att minimera de sanitära problem mänskligt avfall för med sig med avseende på smittrisk för människor och övergödning och förorening av närliggande vattendrag, framförallt Mälaren.

3. BESKRIVNINGAR AV BEFINTLIGA TEKNISKA LÖSNINGAR

Avloppsreningsverket kan sägas bestå av ett par flöden. Ett vattenflöde: avloppsvatten kommer in, renas och flödar ut i recipienten Mälaren. Ett slamflöde: vid sedimentation får vi en slamproduktion, detta slam tas om hand, rötas, och används till slut vidare. Ett biogasflöde: vid rötning tillverkas biogas - denna tas om hand. Övriga intressanta flöden är luft (med lukt) som dunstat från bassänger, värme som tillförts från pumpar och rötning mera och den sand och det rens som tas bort tidigt. Under läsandet av denna sektion kan läsaren med fördel konsultera bilaga ett som är ett förenklat flödesschema över avloppsreningsverket i Västerås.

3.1 FLÖDET AV VATTEN

I samband med att avloppsvattnet kommer till avloppsreningsverket tillsätts mycket tidigt fällningskemikalien järnsulfat, och även järnklorid på experimentell basis (under 2004 användes lite mer än 3 tusen ton järnsulfat). Syftet med denna kemikalie är att i ett senare steg fälla ut den fosfor som finns i vattnet, detta medför även att mycket organiskt material följer

med och vi reducerar även BOD med detta. Försök pågår att minska brukandet av dessa kemikalier med hjälp av reglering, men än har inga definitiva resultat erhållits. Vattnet lyfts upp med skruvar och går igenom ett spaltgaller med 3 mm bredd. Här har vi alltså en "produktion" av oönskat rens. Ett luftat sandfång är nästa steg, här separeras sand ut som annars ökar slitaget på pumpar med mera. När vattnet nu når försedimenterings-bassängerna är det omkring en halvtimme efter det att det kom in till anläggningen.

I försedimenteringsbassängerna får vattnet fälla slam i nästan en och en halv timme. Detta slam samlas upp och tas i riktning mot rötkamrarna. Vattnet har nu en lägre halt fosfor, sand och kommer till det biologiska reningssteget. Minskningen är omkring 95 % av den totala fosforhalten.

Den biologiska reningen syftar till att sänka halterna BOD och totalhalten kväve. (Figuren i bilagan är här bristfällig.) Biologisk rening sker i princip i skilda steg, men i samma bassäng (som dock har mellanväggar). I början av bassängen finns även ett tillflöde av rejektvatten från slamcentrifugen i slammets senare steg. Här tillförs luft och vattnet har hög syrehalt. Målet är att få en förnitrifikation där ammonium (NH_4^+) omvandlas till nitrat (NO_3^-) varför vi behöver syre. Denitrifikationen sker senare i bassängen, efter tillsats av metanol (köps in från Westinghouse Atom) och glykol (som köps in från Arlanda flygplats där den är en restprodukt vid avisning av flygplan). Metanol tillsätts kontinuerligt då denitrifikationsbakterierna är känsliga och mycket viktiga. Här råder syre-brist och vi har fått en ny kolkälla: respirationen som råder tar därför tillvara på syret i nitraten och producerar rent kväve (N_2) som försvinner via luften. Minskningen av BOD är omkring 95 % och minskningen av kväve omkring 65 %. Något som misstänks reducera kväverensningsförmågan är snösmältningen: stora vätskemängder med låg temperatur leds via dagvattnet in och försämrar effekten. Verket fungerar som bäst när den ordinarie personalen går på semester - på grund av de då högre temperaturerna i luft och vatten (Se förslag på ny teknik nedan).

Eftersedimentering sker sedan, här blir ytvattnet mycket klart och efter tillvaratagande av överskottsvärme släpps det ut i recipienten Mälaren. Möjlighet till desinfektion med natriumhypoklorit finns, men har inte använts sedan 1980-talet. Värt att nämna är även att Alcontrol, ett ackrediterat analysföretag som bland annat utför vattenprover, regelbundet gör mätningar på vattnet i Mälaren. Det överskottsslam som produceras i eftersedimenterings-bassängerna återförs till systemet i samband med sandfånget och luftningen.

3.2 FLÖDET AV SLAM

Utöver det slam som produceras av anläggningen själv tillsätts vid insläppet av vatten även externslam från till exempel septiktankar. Detta tillsätts tidigt då det annars skulle kunna störa det övriga slammet på grund av sin annorlunda karaktär - det har lagrats ju en längre tid och har till exempel mycket låg syrehalt.

Den lokala recirkulation av slam som finns är från eftersedimentering till ett nästan initialt steg, detta bland annat för att ta om hand rätt skolade bakterier.

Från försedimenteringen avleds både ytligt och bottenliggande slam med kedjeslamskrapor till en förtjockare. För att få ett mer lätthanterligt slam tillsätts polymer, polymeren gör även att man får en mer långtgående reduktion av BOD fosfor. Nästan 17 ton polymer tillsattes under 2004. Slammet rötas sedan i rökammare vid 33° C. Slammet som flödar till rökammaren värmeväxlas med det som flödar från för att spara energi.

Efter 14 dygn i rötkamrarna mynnar slammet ut i ett slamförråd och efter det tillsätts ytterligare polymer för att få en bättre konsistens. Slammet centrifugeras och används som jordförbättringsmedel, jordtillverkning och i skrivande stund till att sluta (bygga in) en deponi. Rejektvattnet från centrifugen återinförs i systemet enligt ovan.

3.3 FLÖDET AV BIOGAS

Den metan som produceras i röttningskammarna går i nuläget via pipeline till företaget Svensk Växtkraft AB's anläggning som utarbetar den till fordonsbränsle. Rågasen innehåller omkring 60-70 % metan, och resten är främst koldioxid och vatten. Tidigare har den bränts på plats för el- och värmeproduktion då blandningen går bra att elda utan förbehandling.

Från Svensk Växtkrafts anläggning går fordonsbränslet till en tankstation för allmänhetens biogasfordon och till det lokala bussbolaget VLs bussdepå.

3.4 OÖNSKAT INNEHÅLL SOM SAND OCH RENS

Det "produceras" en stor mängd sand och rens på avloppsreningsverket (till exempel fås 440 m³ grovrens). Detta går i nuläget till deponi. Till 2005 kom ett förbud om deponi av organiskt avfall - detta kommer slå igenom 2006 då anläggningen haft dispens under 2005. För att möta det kravet förbereder sig Mälarenergi på att tvätta detta material. Det kan tyckas vara en mycket osmaklig uppgift att tvätta ur framför allt fekalier ut till exempel fimpar, bindor och annat, men detta är troligen det som kommer att bli fallet.

3.5 LUFT FRÅN VENTILATION AV LUKTINTENSIVA STEG

Pumparna som sköter det inkommande vattnet, byggnaden för gallerrens och sandfång och slamförtjockaren är idag slutna - de är inomhus. Frånluften från ventilationen går till ett kompostfilter för att få bort oönskad lukt.

3.6 VÄRME

Överskottsvärme som tillförts vattnet från bland annat friktion i pumpar med mera tas innan utsläpp i recipient tillvara och förs in i fjärrvärme- och fjärrkyle-nätet.

4. DISKUSSION AV NUVARANDE LÖSNINGAR

SVT's hjärnkontoret har i kampanjen "rätt skit" (där bland annat frälsningsarméns gospelkör sjunger om rätt skit!) fått barn och ungdomar att till sin omgivning berätta vad som inte skall ner i toaletten. Kampanjen i sig anses ha varit ansvarig för en minskning på 11 % av det felaktiga skräpet. Detta motsvarar en minskning på omkring 740 ton per år. Detta visar att det svenska folket är ganska dåligt insatt i hur avloppet fungerar - troligen är det just okunskap som leder till att folk spolar ner felaktiga saker. I årsskiftet kommer det inte längre vara tillåtet för Mälarenergi att lägga sand och rens direkt på deponi. Troligen kommer denna materiel tvättas, därefter återvinns sand och rens förbränns. Tvättvattnet lär gå tillbaka till avloppsreningen. Risker med detta är att västeråsarna får en än större nonchalans inför vad som slängs i avloppet med åsikten "det kommer ändå att tas om hand längre fram". Fördelen är att biologiskt materiel som skulle kunna användas till gasproduktion inte slängs på tipp, utan tas till vara.

Något som tros vara okunskap bland företagsanvändarna har resulterat i att det biologiska steget på reningsverket har slagits ut av giftigt utsläpp i avloppet. Enligt miljöbalken är man skyldig att känna till de miljörisker ens verksamhet kan leda till, men trots detta hände utsläppen flera gånger under 2003 och 2004, i början regelbundet. Störningarna har nu slutat efter uppmärksamhet i media och en polisanmälan.

5. ALTERNATIVA TEKNISKA LÖSNINGAR FÖR FÖRBÄTTRAD REDUKTION AV MILJÖPROBLEM

5.1 DESINFEKTION

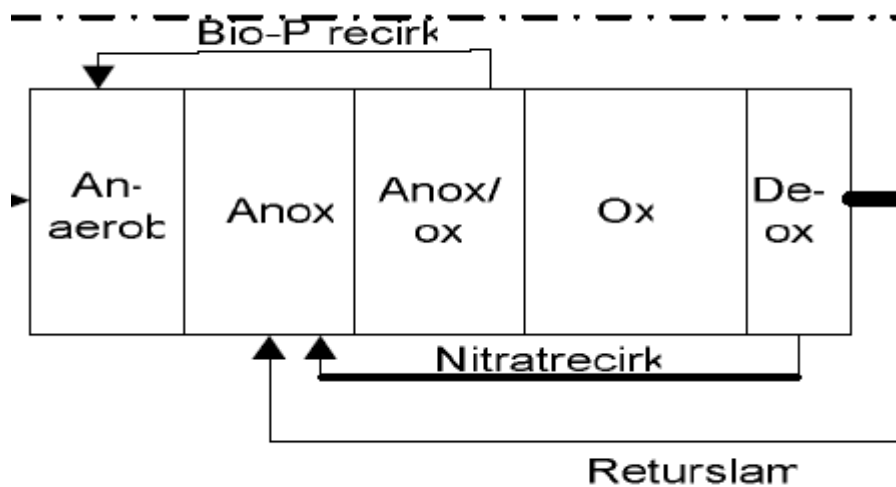
Ett mycket tänkbart scenario är att någon form av smitta (till exempel ehec, hiv eller varför inte fågelinfluensa) skulle förekomma i närhet av utsläppspunkten. Detta är något som inte är helt osannolikt, till exempel så har den kända genetikern Craig Venter (som bland annat

scannat världshaven på gener) hittat HIV i hamnområdet utanför Halifax. Om en smittkälla i Mälaren skulle kunna misstänkas komma från avloppsreningsverket (även detta är väl relativt troligt då även infekterade människor går på toaletten) kommer sannolikt kraven på sterilisering öka. Med ökande krav på sterilitet hos avloppsvattnet och dessutom ökande krav på ett lägre användande av kemikalier skulle desinfektion med till exempel UV kunna komma i bruk. UV har fördelen att det angriper DNA/RNA och därför fungerar både på alla typer av bakterier, svampar och virus.

En UV-anläggning som klarar av att tillräckligt avdöda utflödet är med största sannolikhet dock dyr, kräver viss utbildning och byte av (dyra) UV-lampor med jämna mellanrum. Trots dessa kostnader finns denna teknik i mindre reningsverk i till exempel ekobyar i Sverige redan idag och i bruk på många ställen. Det är även ganska troligt att allmänheten har lättare att acceptera en icke-kemikalisk avdödning jämfört med den natriumhypoklorit som man har kapacitet för att använda idag. Allmänheten skulle troligen inte heller föredra att man införde klorering. Risker är även att dessa kemikalier har kraftigt reducerad effektivitet mot virus.

5.2 BIOLOGISK RENING AV FOSFOR

Reningen av fosfor skulle även den kanske kunna ske utan inblandandet av kemikalier. I minst ett tjugotal kommuner i Sverige görs detta idag, till exempel genom att växelsvis ha aeroba och anaeroba steg med recirkulation av flöden för att bevara rätt programmerade bakterier och för att underlätta olika kemisk miljö för organismerna (bland annat växlande syrehalt). Detta steg görs i fördel i kombination med kvävehanteringen som beskrevs ovan, se bild nedan.



Figuren beskriver ett möjligt steg med omväxlande syrerika och syrefattiga steg i en biologisk rening av både kväve och fosfor.

Figuren är från: Käppalaförbundet.
<http://www.kappala.se/admin/varor/docs/Bio-P-processen.pdf>

5.3 BÄSTA TILLGÄNGLIGA TEKNIK

Det har uppmärksammats i bland annat SR's naturbruk i P1² att kostnadseffektiviteten på de svenska reningsverken är låg i takt med att kraven på renhet ökar. Jämfört med att lägga samma pengar i till exempel Polen är kostnadseffektiviteten mycket låg. Sedan Sovjetunionens fall har bland annat svenska Sida medverkat till att finansiera reningsverk i Baltikum och Ryssland: senast i september i år med reningsverket i S:t Petersburg, något som halverar

² I de två avsnitt som sändes i Sveriges Radio P1 2005 okt 11 och 2005 okt 18.

mängden orenat avloppsvatten som rinner ut i Östersjön. En insats som skulle verka för att minska övergödningen skulle vara att från svensk sida fortsätta att medfinansiera avloppsreningsverk i fler länder och fler orter med Östersjön som recipient. Kostnads-effektivitetsökningen ligger omkring ett till två tusen procent. Principen att använda bästa tillgängliga teknik kan alltså komma att bara kosta pengar och endast marginellt minska de totala utsläppen. Att istället använda *näst bästa teknik* i Sverige OCH i andra länder som påverkar Sveriges miljö skulle då kunna leda till en bättre miljö i Sverige OCH en lägre kostnad för Sverige.

Risken är dock att detta är en, från Sveriges håll sett, mycket bekväm politik: en slags "du är dum"-politik som indirekt skulle kunna leda till att miljöarbetet stagnerar i Sverige.

5.4 LUFT- OCH VARUMÄRKESVÅRD

Som ovan nämnts inkapslades ett par av de mer doftintensiva stegen in i slutet på 1990-talet då Västeråsare nu i större utsträckning rör sig i området omkring avloppsreningsverket. I skrivande stund håller Mälarenergi på att utföra markarbeten som bland annat innebär en uppfräschning och att det kommer att finnas fler träd invid anläggningen. Mälarenergi, som är ett i Västerås starkt varumärke, vill därmed undvika att varumärket får en slags smutsig stämpel. Vikten av detta lite mer odefinierade miljöarbete kommer troligen att växa mer och mer, speciellt när staden nu närmar sig avloppsreningsverket. Att inkapsla ytterligare bassänger kommer över tiden troligen att bli nödvändigt.

För personalen på Västerås avloppsreningsverk är inbyggandet av bassänger ett problem. Det blir mindre spontant att i förbigående kolla till om allt ser ok ut. Kanske kommer detta att resultera i att småproblem blir vanligare och kommer hinna bli jobbigare. En idé skulle kunna vara att bygga in anläggningen i en struktur som liknar en inglasad galleria. I Västerås finns idag minst två stora byggnader med glasfasad: en skyskrapa som kallas Skrapan och huvudentrén till den lokala tidningen VLT. Mälarenergi skulle alltså genom att glasa in avloppsreningsverket kunna få ytterligare en plats i Västerås skyline - något som kanske ytterligare skulle förstärka varumärket.

Ett alternativ skulle kunna vara att utbilda västeråsarna om att det bara är lite bajsdoft och att det inte är farligt att cykla bredvid.

5.5 UPPVÄRMDA BASSÄNGER

Under sommaren, när det är som varmast, fungerar reningen bäst då den bakteriella verksamheten är som störst. Av denna anledning skulle det kunna vara av intresse att värma upp bassängerna. Att värma nästan 4 tusen kubikmeter vatten per timme med 15 °C kräver tyvärr väldigt mycket energi. Att istället satsa på effektivare isolering av ledningarna till avloppsreningsverket och att glasa in bassängerna skulle kanske kunna ge en mycket stor förändring av effektiviteten, speciellt vintertid. Man skulle även kanske kunna elda det separerade avfallet som sorterats ut från avloppet på plats, och/eller en del av gasen från rötkastrarna.

5.6 FLYTTA ANLÄGGNINGEN

I samband med tidigare ombyggnationer har det kommit på tal att placera något steg längre ifrån Västerås. Detta aktualiserades aldrig då bara kostnaden för att dra avloppsledningen skulle bli för hög. Man skulle dock kunna tänka sig att flytta hela anläggningen om markpriserna stiger så pass att en försäljning skulle dra in mycket pengar. Detta skulle man kunna göra i samband med att de befintliga bassängerna blir otillräckliga eller att underhåll av ledningar med mera blir för höga.

Anledningen till att flytta avloppsreningsverket skulle även kunna vara att luddiga miljöåsikter där försiktighetsprincipen åkallas. Uttalanden som "det luktar konstigt, det måste

vara fågelinfluensan" eller någon annan oro som inte går att bevisa eller motbevisa med vetenskap skulle kunna driva verket till orimliga investeringar.

5.7 SEPARATION AV URIN, FAST AVFÖRING, BDT-VATTEN OCH INDUSTRIELLT AVLOPP

När man bygger ett hus är det ganska enkelt att separera urin, fast avföring och BDT-vatten (bad-, disk- och tvättvatten). Detta kan till exempel ske genom att ha toaletter som kastparabelmekaniskt skiljer urinet från den fasta avföringen. Har man dessutom ett tredje avloppssystem som tar hand om BDT-vattnet är källsorteringen klar. Vinsten med detta är stor. Bland annat fås ett mer koncentrerat urinflöde då denna del av toaletten inte behöver spolas med lika mycket vatten och en minskad mängd vatten krävs för spolning. För det andra skulle vi kunna tänka oss tre separata system på en reningsanläggning, eller att de tre fraktionerna leds in på olika ställen i avloppsreningsverket. Med stor sannolikhet behöver urinblandningen inte samma behov av gallerrensning till exempel (om inte är det en smal sak att från Mälarenergis/Sveriges Kommuners sida konstruera och typgodkänna toaletter som har en utformning som motsvarar en spaltbredd på 3 m). Samma sak skulle kunna gälla BDT-vattnet. Om hushållen dessutom inte använder fosfater i tvätt och diskmedel har vi i princip bara fosfor och kväve i urinet och inte i BDT-vattnet.

Ett problem skulle dock kunna vara den macho-kultur som råder kring sittkissning. En enkel lösning är att installera urinoarer för dessa problemfall - eller miljöskatter för ickeseparerande toaletter. Att inte separera dessa tre komponenter är trots allt lite som att lägga batterier i returpappret vid källsortering.

Med några enkla steg och några lätta krav har vi nu ett BDT-vatten med "bara" BOD som behöver renas; ett flöde med urin som är uppkoncentrerat - det blir därmed lättare att sänka totalhalterna fosfor och kväve med befintlig teknik respektive ett system med fast avföring.

Vad gäller hanteringen av industriavlopp så torde det bästa vara att ställa sådana krav på förarbete att deras avlopp kan klassas in i ett av de tre olika fraktionerna.

Att få de 125 tusen innevånarna att separera sitt avlopp är nog inte svårare än digitaltv-övergången. Det skulle säkert ta lite tid, det skulle säkert kosta en del (förmodligen mindre än kostnaden för ett par digitaltvboxar med abonnemang under en femårsperiod), men det är egentligen inte ett problem.

5.8 "ENERGIVASS"

I nuläget håller det renade avloppsvattnet till Mälaren fem gånger så hög koncentration av fosfor som Mälaren har i övrigt (mätt vid Västra Holmen, i medel under 2004). Motsvarande siffra för kväve är tio gånger så hög koncentration. För att ytterligare minska denna halt skulle man kunna leda den genom ett område våtmark med vass som en form av energiskog.

Vissa områden vid Mälarens strand är rikt beväxta med vass idag. Då detta troligen är en effekt av en övergödning torde det vara bättre att hitta ett område en bra bit från bebyggelse som skulle kunna göras till en mer kontrollerad våtmark. I Ekeby utanför Eskilstuna finns ett reningsverk som efter mekanisk, biologisk och kemisk behandling leder ut vattnet i en våtmark. Då anläggningen är på 30 hektar dammyta skulle något liknande krävas för Västerås del. Detta skulle i nuläget inte få plats invid befintlig anläggning utan en mycket stor investering. En dylik anläggning skulle dessutom kunna ta hand om en hel del slam och vara positiv för den biologiska mångfalden. Med största sannolikhet skulle den även kunna jämna ut eventuella föroreningstoppar och med regelbundna mellanrum producera en icke försumbar mängd vass som borde kunna användas till förbränning eller bevarandet av gamla byggtekniker med mera.

5.9 TVÅPUNKTSFÄLLNING

Tvåpunktsfällning, eller flerpunktsfällning, innebär att man istället för att enbart initialt tillföra järnsulfat tillföra fällningskemikalien vid flera ställen - till exempel vid den punkt man i nuläget tillför det och dessutom i till exempel eftersedimenteringsbassängen. En sådan processförändring skulle kunna minska mängden tillsatt kemikalie och dessutom rena en större mängd fosfor. Detta kan även förbättra levnadsvillkoren för mikroorganismerna i det biologiska steget - fosforbrist på grund av för effektiv initial fällning kan i vissa fall leda till problem. Å andra sidan behöver en smärre investering göras för att tillsätta och eventuell reglera det andra inflödet av fosfor.

5.10 SANDFILTER OCH MIKROFILTER

Polersteg, att slutputsa vattnet innan det släpps ut, skulle mycket väl kunna bli aktuellt att utöka anläggningen med (observera att dessa metoder ibland skulle kunna fungera ensamma, men i detta sammanhang är det troligast att de skulle bli just polersteg).

Användandet av mikrofilter innebär att man får vatten att flöda genom ett filter för att få upp koncentrationen lösning på ena sidan och får ett renare vatten på andra sidan.

En metod som gör ungefär samma sak är sandfilter: i en stor tank har man sand med olika kornstorlek som man leder vatten igenom. Partiklar förväntas fastna i sanden och det renade vattnet kommer igenom.

Både mikrofilter och sandfilter har naturligtvis rengöringsbehov: sanden blir smutsig och filtren sätts igen. Detta är extremt viktigt då man annars riskerar att alger med mera tillväxer och sätter igen filtret/sanden ytterligare. Ofta rengörs dessa genom att leda vattnet åt motsatt håll: man backspolar (detta kan även, med fördel, ske i kombination med luft) och leder rejektvattnet tillbaka till ett tidigare steg. Detta kostar dock tid, energi och pengar då det i princip stoppar upp flödet.

Ett alternativ till detta är en variant av sandfiltret som kallas kontinuerligt sandfilter. I detta har man i princip två flöden som går i motsatt riktning (motströmsprincipen). Till exempel kan vi tänka oss en hög cylinder i vilken vi leder in ganska orent vatten underifrån och får ut renat vatten på ovansidan. Åt motsatt håll flödar sanden; vi tillsätter ren sand ovanifrån och tömmer kontinuerligt ut smutsig sand från botten som leds till rening. Denna typ har fördelen att vi aldrig behöver stanna anläggningen, men å andra sidan kan vi inte ha distinkta lager av olika sorters sand i den som vi kan ha i andra typer av sandfilter. Ett kontinuerligt sandfilter borde inte behöva vara speciellt mycket dyrare än konventionellt sandfilter. Speciellt inte då den i sandfånget avskilda sanden ändå måste renas inför 2006 års förändring.

6. DISKUSSION AV ALTERNATIVA LÖSNINGAR

Teknikerna att rena avlopp är extremt många och det finns väldigt många olika lösningar, väldigt många olika stora avloppsreningsverk och väldigt många olika krav som ställs på dem. Under de sökningar författaren gjort på Internet har jag bland annat hittat en anläggning i Indien som soltorkar sitt slam för att få upp TS-halten istället för centrifugering. Att soltorka verkar bra, men det fungerar nog mycket dåligt i Sverige på till exempel vintern. En annan geografisk princip: Sverige har extremt mycket vatten (trots envisa rykten så har Finland bara en tiondel av det antal sjöar vi har). Detta skulle kunna vara en anledning till att avloppsreningen kom igång ganska sent i Sverige: sjöarna buffrade, spädde ut och renade väldigt mycket av vårt avfall. Utspädningseffekten ger stor effekt i ett stort land med mycket vatten och få människor. Att vi nu istället har en mycket offensiv miljöpolitik är bra, men jag tror att det vore bra för Sverige att även satsa på rening av andra länders avloppsrening. Vi har via Sida bland annat hjälpt till i Baltikum och Ryssland, att fortsätta detta arbete tror jag är av yttersta vikt för att lösa de miljöproblem som annars kommer att drabba oss.

Av de tekniker jag har föreslagit är nog en del mera "experimentella" (som till exempel att glasa in avloppsreningsverket) andra kanske är mer ortodoxa (som att desinfektera med UV).

Allt eftersom tiden går kommer reningskraven från bland annat våra avloppsreningsverk bli mer och mer stränga. Hittills verkar det ofta vara så att höjningen av kraven kommer som en överraskning varje gång (jämför de tjugo år långa diskussionerna man förde på 1800-talet innan man beslutade att ens anlägga ett reningsverk). På grund av överraskningen får man dispenser för att fortsätta med den lite sämre tekniken ett år eller ett par år till. Att från Västerås sida offensivt gå ut och kontinuerligt uppgradera anläggningen vore önskvärt. I nuläget har avloppsreningsverket en rening på omkring 90-95 % av totalfosfor och BOD, och omkring 65-70% av kväve. Då fosfor är ett stort problem i sjöar skulle man mycket väl kunna tänka sig att ytterliggare önska en förbättring av dess minimering. Detta skulle till exempel kunna ske med flerpunktsfällning i kombination med ett kontinuerligt sandfilter som fångar upp en andra omgång fosforrikt sediment, och även andra partikulära rester. Detta skulle även motivera en finansiering av en kontinuerlig sandtvätt. Ett alternativt polersteg skulle såklart kunna vara en intilliggande våtmark, men en sådan skulle troligen inte vara verksam på vintern - den årstid verket har lägst reningseffekt. Ett sandfilter torde därför vara både billigare att köpa in och ha en snarlik eller lägre driftskostnad. Att införa flerpunktsfällning till detta system borde vara extremt billigt och skulle dessutom kunna förbättra det kvävereningen i det biologiska steget om det är så att bakterierna där får en fosforbrist i nuvarande system.

Om ett dylikt system skulle komma i bruk borde det med nödvändighet förberedas för ytterliggare steg (framåtkompatibilitet). Ett exempel skulle kunna vara ett UV-rum eller något annat - anläggningen borde inte konstrueras i en sorts "nu är allt bra"-mentalitet utan "i fäder spår, för *framtida* segrar"-tankar.

Att utsläppen av kväve är som störst under den kalla tiden på året då den bakteriella reningen fungerar som sämst är inte bra. Under denna tid är ju även Mälarens aktivitet som sämst och det torde bli en anrikning av kväve i sjön som när värmen kommer mycket effektivt ser till att det inte finns syre där det finns liv. En kanske naiv förändring av anläggningen borde ju då vara att se till att det bakteriella reningssteget har en vettig temperatur. Det kanske inte behöver tillsättas värme i värmeslingor trots att detta kanske är effektivast, det kanske skulle räcka med att bygga in bassängerna på något sätt à la carport för att minska värmeförlusterna. Detta skulle även möjliggöra att separera bort en andel nederbörd med vanliga stuprör som annars späder anläggningen och försämrar vissa reningssteg. Även denna förändring torde i sitt enklaste utförande vara extremt billig. En mer extrem åtgärd; att kräva en temperatur på minst 15⁰C året runt torde leda till en icke försumbar uppvärmningskostnad.

Då den bakteriella reningen är känslig för störningar och vid flera tillfällen slagits ut under långa perioder borde någon form av varningssystem införas. Kanske en gaskromatograf som med jämna mellanrum söker efter bensen, diesel, rengöringsmedel och andra ämnen som kan orsaka, och har visat sig orsaka, driftstörning och/eller utslagning. En sådan apparat skulle även kunna användas för att identifiera den kemikalie som orsakat störningen och därmed även den som kan ställas till svars. Ytterliggare en åtgärd skulle kunna vara att med jämna mellanrum frysa in en omgång vatten med lämpliga bakterier som man vid behov kan ympa in för att fortare få igång reningen efter störningen.

Om avloppsreningsverket skulle utökas i storlek och få en parallell serie med bassänger skulle man lämpligen där kunna satsa på att efter sandfånget ha ett bassängsystem med biologisk rening av omväxlande kväve och fosfor. Då detta är ett känsligt och viktigt steg torde man satsa på en mild uppvärmning av detta steg (till exempel i kombination med carporttak), och någon form av varningssystem som varnar för utslagning. Att i denna serie ha återkoppling av slam torde göra det lite mer robust, man kan också tänka sig ett utbyte av slam till och från det gamla systemet. Som polering kan vi mycket väl tänka oss efterfällning med ett efterföljande (kontinuerligt) sandfilter.

Författaren vill avslutningsvis upprepa att området avloppsrening är gigantiskt och lite svårt att få en helhetsbild av, trots detta finns enkla åtgärder som för en liten peng torde kunna göra stor skillnad i driften på avloppsreningsverket i Kungsängen, Västerås.

7. KÄLLOR

7.1 LITTERATUR:

Miljöskyddsteknik - strategier och teknik för ett hållbart miljöskydd.

Red: Per Olof Persson, Stockholm 2005.

7.2 TRYCKSAKER FRÅN MÄLARENERGI:

Avloppsreningsverket i Västerås, odaterad.

Riktlinjer för utsläpp av avloppsvatten från industrier och andra verksamheter, nov 2002.

Håll rent i avloppet, odaterad.

Miljörapport 2004 och 2003, Kontaktperson Pernilla Widén.

<http://www.malarenergi.se/doc/Kungsangen2004.doc> respektive 2003.doc

En resa i tiden, 2001-10.

<http://www.malarenergi.se/doc/enresaitiden.pdf>

7.3 INTERNETSIDOR OCH PDF-FILER:

The History of Sanitary Sewers.

<http://www.sewerhistory.org>

The historical development of wet-weather flow management, Burian et al, 1999, epa.gov

<http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs/600ja99275/600ja99275.pdf>

Broad Street Pump Outbreak, Judith Summers.

<http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/broadstreetpump.html>

Avloppsguiden.se om övergödning:

<http://www.avloppsguiden.se/varfor/overgodning.htm>

Avloppsguiden.se om urinsorterande toaletter:

<http://www.avloppsguiden.se/avloppsteknik/enkelspolande.htm>

Naturvårdsverket om övergödning av mark och vatten:

<http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/fororen/overgod/eutro.html>

Naturvårdsverket om kommunala avloppsanläggningar och enskilda avlopp:

<http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/teknik/avlopp/avlopp.htm>

Bio-P-processe: Frågor och svar. Anna Maria Borglund, Käppalaförbundet, odaterad.

<http://www.kappala.se/admin/varor/docs/Bio-P-processen.pdf>

Svenskt vatten om Nätverket för biologisk fosforrening.

<http://www.svensktvatten.se/main/main.asp?objectID=1156>

Wikipedia, uppslagsverk på Internet med uppslagsorden "eutrophication", "Activated_sludge" och "Sewage_treatment":

<http://en.wikipedia.org/wiki/eutrophication>
http://en.wikipedia.org/wiki/Activated_sludge
http://en.wikipedia.org/wiki/Sewage_treatment

Mälarens Vattenvårdsförbunds Miljöövervakning i Mälaren 2004:

<http://www1.vasteras.se/malarensvattenvardsforbund/pdf/malaren2004.pdf>

Mälarens Vattenvårdsförbunds Miljömål för mälaren:

http://www1.vasteras.se/malarensvattenvardsforbund/pdf/Mälaren_20sept_2004_20ver4.pdf
(Alternativt slut: M%E4laren%20sept%2004%20ver4.pdf om ej stöd för ä och mellanslag.)

Om Västerås historia från Stockholms Universitet:

<http://www.historia.su.se/urbanhistory/cybcity/stad/vasteras/befolkning.htm>

BIO-IT World, Venter makes waves -- again, John Russel, artikel från 2004 april 16.

http://www.bio-itworld.com/newsitems/2004/04/041604_report4889.html.news

Mjölntorpets ekoby om ekobyar och avloppssystem:

<http://www.mjolntorpet.com/eko/vadekoby.htm>

Sidas sida om "Nytt reningsverk i S:t Petersburg halverar utsläppen":

<http://www.sida.se/Sida/jsp/polopoly.jsp?d=666>

Leif W Linde's VA-info, Om Ekeby våtmark utanför Eskilstuna:

<http://www.vattenavlopp.info/vatmark/vatmark1.htm>

Optimering av trumfilter för behandling av avloppsvatten, Jonas Karlsson, Examensarbete Department of Earth Sciences, Uppsala University, 2005.

http://www.w-program.nu/exjobbspdf/Jonas_Karlsson.pdf

Utvärdering av anaerob behandling av hushållsvatten och tekniker för efterbehandling, Catharina Gannholm, Examensarbete Uppsala University Department of Information Technology, 2005.

http://www.w-program.nu/exjobbspdf/Catharina_Gannholm.pdf

En undersökning av efterfällning i ett sandfilter, Anders Wester, Examensarbete Department of Information Technology, Division of System and Control, Uppsala University, 2005.

http://www.w-program.nu/exjobbspdf/Anders_Wester.pdf

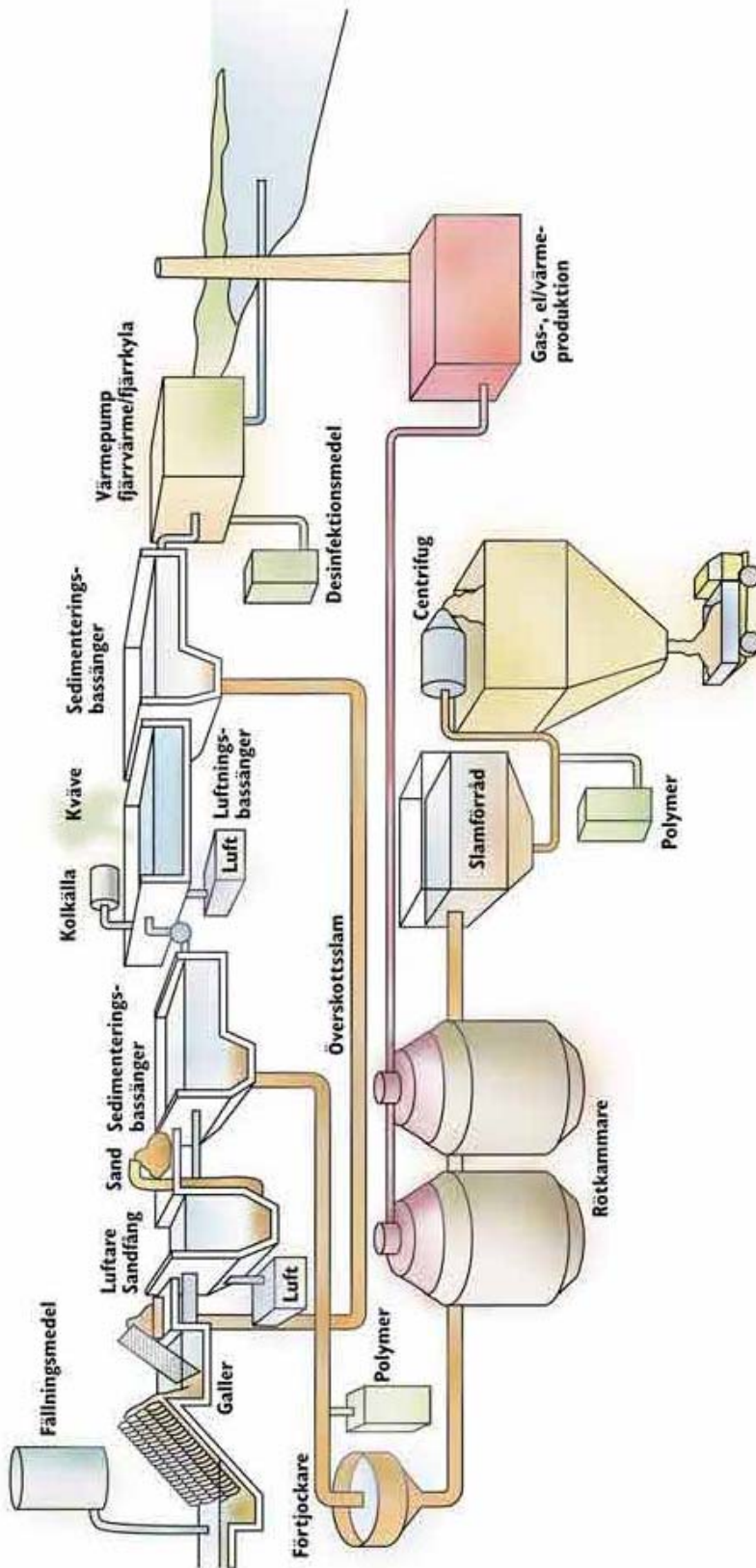
7.4 PERSONLIG KONTAKT:

Guidning av Avloppsreningsverk i Västerås av Sabina Björklund, 2005 okt 14.

Mailkontakt med Andreas Nilsson, processtekniker, Avloppsreningsverket i Västerås.

BILAGA ETT

Schematisk bild av Västerås Avloppsreningsverk (från Mälarenergis elektroniska version av foldern: Avloppsreningsverket i Västerås, odaterad).



BILAGA TVÅ

Verksamhetsområde (Från Mälarenergis elektroniska version av Kungsängsverket Miljörapport 2003).

