



## Ljusanläggning i Bergums vattenreningskärr

### Sammanfattning och framtida behov

Vid jämförelse med tidigare års mätningar visar resultaten inte direkt på att ljusstillsatsen ger någon högre reningseffekt trots att syreproduktionen upprättshålls i dammarna. Den mesta reningen sker redan i den första dammen varför det är lämpligt att vidareutveckla reningseffektiviteten där. Värme från lamporna bör i viss utsträckning ha bibehållit ett skikt med vatten runt sig som höll de fotosyntetiserande algerna och ciliaterna vid liv. Förslagsvis kan man förstärka detta med att sätta till värmeslinga.

I den bakre delen av dammen uppträdde fintrådiga grönalger. De bidrog troligtvis till att syrehalten i slutet av damm ett och i början av damm två hela tiden var ganska höga. Tillgången på syre bör ha bidragit till att lukt förhindrades genom att ammonium omvandlas till nitrat.

Resursbehovet för innevarande år är en värmeslinga i första bassängen, resor till Bergum för noggranna analyser av syrgasproduktionen och konduktivitet och provtagningar på närsalts och bakteriereduktionen. Konsulthjälp kommer att behövas för att artbestämma algerna i systemet.

### Inledning

I oktober 1995 anlades ett vattenreningskärr vid Bergums fritidslantgård i Göteborgs kommun. Anläggningen var avsedd att i egenskap av en försöksanläggning ta hand om hushållspillvatten från gårdens trekammarbrunn med en kapacitet för 30 pe.

Anläggningen utformades efter de erfarenheter som framkommit vid de två första anläggningarna av detta slag i Sverige d.v.s. Aröd i Kungälv kommun och vid Bukärr i Stenungsunds kommun. Vattenreningskärret utformades med sex levéer (grunda uppdämningar) efter de möjligheter som topografin i anvisat område gav möjligheter till. Genom självfall kunde vattnet ledas från slambrunnen till levéerna, varifrån vattnet - efter att med 5-10 cm nivåskillnad mellan levéerna ha passerat kärret - kunde rinna ut i en angränsande bäck.

Provtagningar har gjorts kontinuerligt sedan 1996. Effektiviteten av upptag av närsalter med få undantag har varit mellan 90-100% under tiden mars-december. En av orsaken till lägre effektivitet under resterande tid kan vara tillgången på ljus. Lägre effektivitet kan även inträda när inflödet från slambrunnen är starkt utspädd och i samband med att

slambrunnen tömmts, vilket sker på hösten. Lägre effektivitet har också inträtt när igenväxningen tillåts att framskrida, så att skuggande växter, främst flytade växter som andmat och mannagräs men även då högvuxna växter i kantzonen breder ut sig över vattenytan.

Tillgången på ljus är också avgörande för reduktionen av bakterier. Under mars-november ligger effektiviteten vanligtvis mellan 98-100% men lägre under resterande tid. Vattenreningskärr skiljer sig från andra anlagda vattenreningsvåtmarker genom att de främsta växtnäringssupptagarna inte är kärleväxter utan växtplankton, euglenor och bakterier. Reningen av vattnet sker främst genom biomassaöverföring, d.v.s. genom inkorporering av biomassa från primärproducenter till planktoniska konsumenter och utförsel ur systemet via ekosystemets predatorer, främst genom flygande insekter men även genom prederande vertebrater som fåglar, snokar och groddjur. En viss rening sker även genom denitrifikation (kväve avgår som kvävgas). Bakteriereduktionen upprättas främst av betande zooplankton, i huvudsak av ciliater, som finns nästan uteslutande i de första dammarna. Ciliaterna klarar av låga syreförhållanden som råder i dessa dammar, men inte konkurrens och betetryck i större grad varpå de ej kan existera i någon större omfattning i övriga levéer.

Genom att placera ljusramper och belysa delar av de två första levéerna vintertid prövas om problemen med låg reningseffektivitet och för höga bakteriehalter kan undvikas genom att främst ljusstillsförsel ökas men även att temperaturen bibehålls. Följaktligen höjs syrgashalterna som tillsammans med den något högre temperaturen föranleder att nitrifikationen och därmed denitrifikationen effektivare kan fortgå. De fotosyntesiserande algernas tillväxt reglerar ciliatpopulationen genom att utgöra dess basföda. Om ciliatpopulationen kan bibehållas eller rent av tillväxa upprätthålls eller ökar betetrycket på bakterierna och en effektivare rening av bakterier erhålls.

Syftet är att efter noggranna analyser av närsalt och bakterie koncentrationer utvärdera om den höga reningseffekten kan upprätthållas även under den mörkaste tiden av året. Vid isläggning kan man också sänka vattenytan så att en luftficka bildas mellan isen och vattenytan, vilket bidrar till att biologisk aktivitet kan bibehållas.

Med tillfredställande resultat kan denna reningsmetod bli ett bra alternativ både vid enskilda avlopp och vid större avloppsanläggningar.

### **Material och metoder**

De två första levéerna försågs med vardera tre ljusramper (58 watt) med en effektivitet så att ett belyst och ett icke belyst område skapades i respektive damm. Placering enligt fig1.

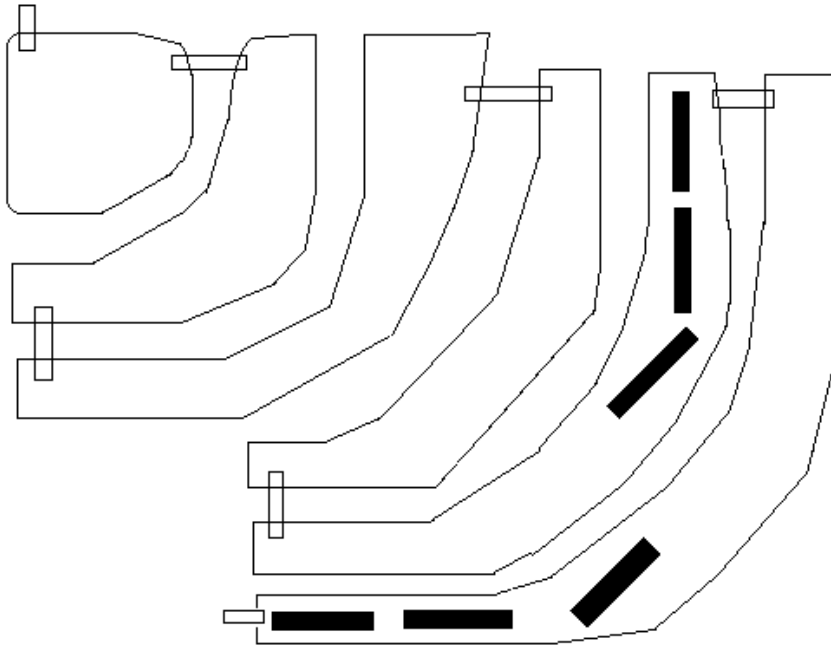


Fig.1. Schematisk bild över Bergums vattenreningskärr med ljusrampernas positioner. Pilarna anger vattnets flödesriktning genom nivåregleringsrören

Ljusläggning togs i bruk den 4/11 2003 i tvåan. Installationen var klar i ettan den 3/12 då hela anläggningen tändes. Ljuset var påslaget från 04.00 till 08.00 och 16.00 till 20.00 för att ge 8 timmars mörkerperiod.

Syreproduktion som härrör från de planktoniska algernas fotosyntes mättes kvantitativt i fält med syremätare YSI modell 57 i dammarnas in respektive utlopp och vid ljusramperna. Vid samma tillfälle och på samma ställe mättes konduktiviteten eller den elektrolytiska ledningsförmågan (Hach company Model 44600). Konduktivitsmätningar och syremätningarna påbörjades den 28/8 och avslutades den 6/4. Sammanlagt gjordes 18 mätningar under denna period.

Närsaltsprover och bakterieprover togs totalt 8 gånger från den 4/11-03 till den 6/4-04 som analyserades på Alcontrol AB (ackrediterat laboratorium). Lamporna erhöll efter påslagning en påväxt av alger, som kontinuerligt skrapades bort (efter varje provtagningstillfälle) med borste för att ljusspridningen i vattnet inte skulle förhindras.

För att undersöka om ljuset påverkade tillväxten av alger och förekomsten av ciliater pågick mellan den 4/12 till den 13/1 ett arbete från Göteborgs Universitet. En del av resultaten från detta arbete kommer att tas med i diskussionen.

## Resultat

### Temperatur

Temperaturen i kärret har under perioden från den 28/8 till den 6/4 varierat från 13 till 0 grader. Under hösten var det milda väderförhållanden med höga vattenflöden orsakade av regn. Den 3/12 var damm 1 grön av fintrådiga alger. Den 12/12 var det några minusgrader som gav ett tunt islager. Algblomningen var bara i första delen av damm 1. Den 26/12 var det mildt igen med höga vattenflöden. Ingen aktivitet i huset på grund av juluppehåll.

Detta följdes av en period av starkt kyla så vissa delar av anläggningen bottenfrös. Den 13/1 var det mildt igen. Efter detta inträdde en kall period igen med bottenfrysning som följde och den 29/1 var det helt bottenfruset från andra dammen. Den 4/2 blev det något mildare och kärret var påverkat av smältvatten från omgivningen. I ettan fanns en algblomning av gröna fintrådiga alger. Den 11/2 var det fruset igen med en viss avrinning under isen men inte påverkat av omgivningen. 23/2 var hela anläggningen frusen och snötäckt med avrinning som möjliggjorde provtagning. Den 8/3 fortfarande fruset med lägre utflöde än inflöde 1,2 l/min respektive 7,2 l/min. Den 15/3 börjar det smälta kring ljusramperna. Mellan första och andra dammen var ett genombrott av vallen och damm 1 var påverkat av omgivningen. Den 22/3 var vattnet helt smält och det var högt vatten i bäcken. 6/4 algblomning i dammarna. och den 6/4 och flödet var ingående 0,95 l/min in och utgående 2,4 l/min.

### Syre

Syrgashalterna var generellt låga i dammarna under sensommar och höst vid jämförelse med bäcken utanför, vilket är att förvänta i detta näringsrika system med stor nedbrytningsaktivitet av organiskt material (Bilaga 1). Vid provtagningen under julen var differensen inte lika märkbar, vilket kan härledas till att aktiviteten på gården upphört med rådande jullov och därmed tillskottet på organiskt material som varit syretärande. Efter den 15/3 är värdena mer utjämnade vilket beror en högre produktion av alger.

Det märktes en viss skillnad i syrgashalter mellan de belysta och icke belysta provpunkterna i respektive damm genom en ökning vid ljuskällorna. Syrgashalterna i andra dammens ljuspåverkade del var högre än första dammens mörka del vilket indikerar att ljuskällorna legat till grund för ökningen. Denna förhöjning kan också bero på ljusrampernas algpåväxt Fig 2.

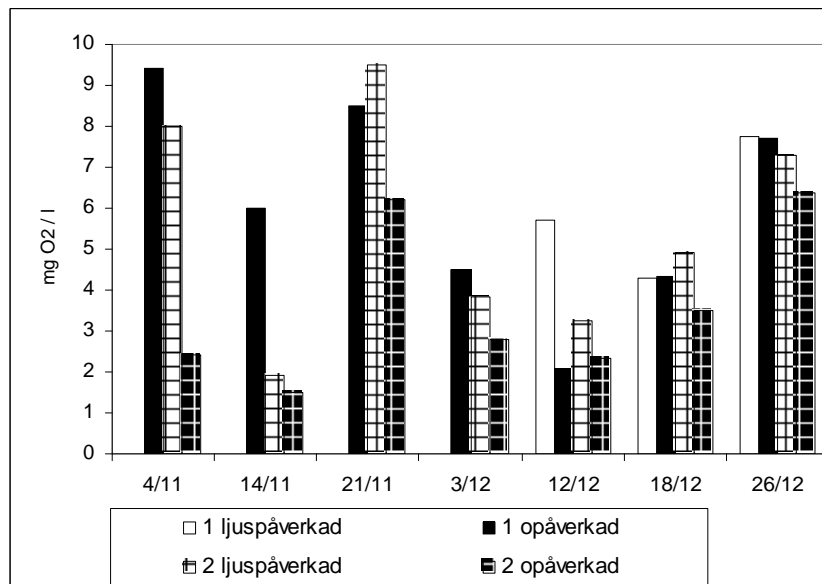


Fig.2 Syreproduktion i första och andra dammen med och utan ljustillsats (mg O<sub>2</sub> /l).

### Konduktivitet

Konduktiviteten varierar både i de ljuspåverkade och de opåverkade delarna i dammarna. Redan andra hälften av damm 1 har lägre mätvärden vilka inte skiljer sig speciellt från dammens övriga värden (Bilaga 1). De opåverkade proven är tagna i utloppet av respektive damm. Vid jämförelse med utloppet i sista dammen och bäckens konduktivitet märks skillnaden tydligt i de tre första provtagningarna med mycket högre värden i dammsystemet, dock ej den 26 december där skillnaderna är utjämnade. Den låga konduktiviteten i hela dammsystemet den 26 december kan härledas till rådande juluppehåll. Efter den 15/3 minskar värdena totalt igen vilket tyder på att det naturliga systemet har kommit igång igen.

### Fosfor

Resultaten av analyserna på totalfosforhalter visar på en god reningseffektivitet (72 – 95%) som till största delen kan härledas till levé 1 (Bilaga 2). Härledningen stämmer väl överens med resultaten från konduktivetsmätningarna. Halterna av totalfosfor i utgående vatten mellan 0,7 och 2,7 vilket är något högre än kravet på reningsverk som ligger på 0,5 mg/l. Vattenreningskärret kan med andra ord anses ha god fosforreningskapacitet. Reningseffektiviteten m a p fosfatfosfor pendlar mellan 57 - 95% och halterna i utgående vatten håller sig mellan 0,51 – 2,5 mg/l, d v s utgör huvuddelen av totalfosfor.

P g a för liten stickprovsstorlek kunde ingen statistisk analys av jämförelsen mellan provtagningarna innan belysning och efter utföras. Dock jämfördes reningseffektiviteten och halterna i utgående vatten mellan provtagningsserien och gångna års mätningar. Inga signifikanta skillnader mellan varken reningseffektivitet eller utgående halter kunde påvisas.

## Kväve och N/P-kvot

Reningseffektiviteten av totalkvävehalter är god (58–93 %) och kan till största delen härledas till levé 1, vilket stämmer bra överens med resultaten från konduktivitetmätningarna (Bilaga 2). Halterna total-kväve i utgående vatten understiger 15 mg/l (undantaget 4 november med utgående halt på 16 mg/l och 8 mars med 30 mg/l) vilket är kravet för reningsverk. Vattenreningskärret kan även i detta avseende anses ha god reningskapacitet.

Huvuddelen av kvävet i ingående vatten återfinns i ammoniumform, endast en marginell del i nitratform. Reningseffektiviteten m a p ammonium är god (57 - 95%). Då det syrefattiga vattnet från trekammarbrunnen kommer ut i kärret ökar nitrathalten. Detta kan bero på två orsaker antingen en hög nitrifikation (ammonium som av bakterier omvandlas till nitrat vid höga syrgashalter) eller på bristfällig denitrifikation (nitrat som av bakterier omvandlas till kvävgas vid anaeroba förhållanden). Produktionen kan vara för låg för att kunna tillgodogöra sig det kväve som regenereras i systemet. Detta sker främst den 13/1 och den 11/2 trots att effektiviteten på reningen av totalkvävet är 95 respektive 90 %.

Generellt är det märkbart att N/P-kvoten höjs något efter att vattnet passerat samtliga levéer (5,0 – 6,1 → 5,6 – 11), förutom vid ett tillfälle då kvoten sänktes från 6,4 till 4,4. Detta kan härledas till den nitratreningen samt regenereringen av kväve under den omfattande nedbrytningen och bristfälliga primärproduktionen. Likväl ändras inte kvoten till reningsverkens grad och kan anses vara väl balanserad. Då N/P-kvoten är något högre (över 8) är kvävereningen något sämre än fosforeringen men då reningseffektiviteten är lika hos kväve och fosfor bibehålls den optimala N/P-kvoten mellan 6-7.

## Bakterier

Ingen avloppslukt uppträdde någon gång från anläggningen och reningseffektiviteten var hög under hela provtagningsperioden men inget konkret samband mellan belysning och ökad reningseffektivitet kunde urskiljas (Bilaga 3).

För de koliforma bakterierna varierar reningsgraden mellan 0-99,9%. Halterna i utgående vatten var under gränserna för badvattenskvalitet vid tre tillfällen av sex.

Reningseffektiviteten m a p E.coli var god 25-99,9% och vid 6 av 7 tillfällen låg halterna under gränsvärdena för badvattenskvalitet.

För de Presumptiva fekala streptokockerna var halterna vid hälften av provtagningarna tillfälle under gränsen för badvattenkvalitet trots över 90% rening vid alla tillfällen utom den 8/3 (65%). Dessa bakterier har inte mätts vid tidigare mätningar varför ingen jämförelse finns.

I de fall då reningen varit effektiv kan reningskapaciteten härledas till första levén för samtliga bakterier vilket visar att den huvudsakliga reningen sker där.

Gångna års mätvärden visar också på reningseffektivitetens stora skiftningar vilket pekar på värdets osignifikans. En bidragande orsak kan vara den stora variationen i ingående vatten vilket visar att det påverkas av omgivningen från nederbörd och ytvattensavrinning.

## Diskussion

Det mest intressanta är att den mesta reningen sker redan i den första dammen varför framtida insatser för att hjälpa produktionen på traven ska sättas in där. Samtidigt som denna studie utfördes pågick under tiden 3/12 till den 26/12 en undersökning av förekomst av planktoniska alger mätt som klorofyllhalt i vattnet och ciliater i första och andra dammen. Syreproduktionen avstannade inte trots att det inte gick att detektera någon förekomst av algbiomassa efter den 18/12 i första dammen och ingen förekomst alls i andra dammen. Metoden för klorofyllmätningarna som användes rekommenderas att användas vid odling av mikroalger på laboratorium då man har mycket tätare populationer än vad som kan förväntas i naturen under vintertiden. Trots att det inte fanns mätbara klorofyllhalter efter den 18/12 blev ljusramperna påväxta av alger som kan ha bidraget till syreproduktionen men även de fintrådiga algerna kan ha bidragit till detta. Fram till den 3/12 var det alblommning i ettan som sedan avtog allteftersom det blev mer och mer isbelagt. Efter den 4/2 då det blev tillfälligt mildare väder var det riklig förekomst av fintrådiga grönalger i första dammen. Detta visar vikten av att hålla vattnet öppet för att upprätthålla syreproduktionen. Förekomsten av ciliater avklingar tvärt redan efter första provtagningen den 3/12 till att hålla en låg nivå i båda dammarna. Insatser som behöver göras är att sätta in en värmeslinga så att första dammen kan hållas frostfri hela året. Resultaten visar de lägsta syrgashalter på hösten, därför bör ljuset installeras mycket tidigare på året. Mätvärdena i dammarna utjämnas då aktiviteten på gården avstannar under jullovet. Detta skedde även under ett tidigare år då mätningar gjordes i samband med tömning av trekammarbrunnen. Att det uppvisas olika resultat från olika år i Bergum kan också bero på att kärret påverkas av omgivningen. Kärret är placerat längst ner i en sluttning vilket medför att avrinningen från omgivningen påverkar kärret. Detta har tidigare noterats med att det är ett större flöde ut än in. Detta skulle kunna avhjälpas med att man dränerar omgivningen så att kärret endast tar emot avloppsvatten.

Uddevalla 26/8 2004

Gunilla Magnusson  
Herrestads Svenseröd 209  
451 94 Uddevalla  
Tel.0522-82085 070-3622895  
e-post [gunilla.magnusson@vattenmiljo.se](mailto:gunilla.magnusson@vattenmiljo.se)  
[www.vattenmiljo.se](http://www.vattenmiljo.se)

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.