

Vattenreningskärret i Bergum - utvärdering av en försöksperiod

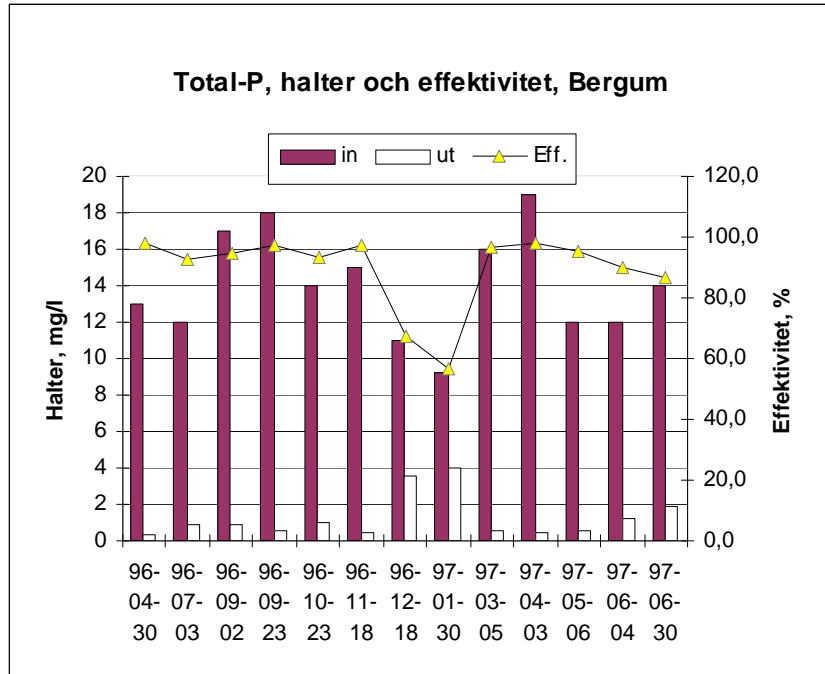
I oktober 1995 anlades ett vattenreningskärr vid Bergums fritidslantgård, Göteborgs kommun. Anläggningen var avsedd att i egenskap av en försöksanläggning ta hand om hushållsspillvattnen från gårdens trekammarbrunn med en kapacitet för 30 pe. Vattenreningskärret placerades invid en tidigare anlagd markbädd av traditionellt slag för att jämförelser efter omkoppling skulle kunna göras med denna anläggning. Anläggningen utformades efter de erfarenheter som framkommit vid de två första anläggningarna av detta slag i Sverige, d.v.s. vid Aröd i Kungälv kommun och vid Bukärr i Stenungsunds kommun.



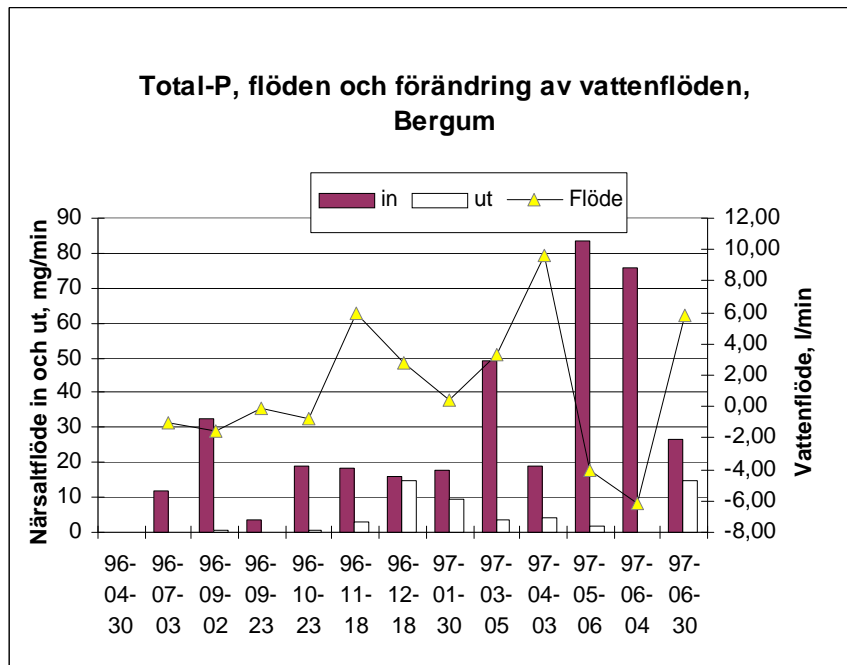
Vattenreningskärret i Bergum med levé 1 längst till höger och levé 6 längst till vänster.
(Foto Olof Pehrsson 1997-06-04)

Vattenreningskärret utformades med sex levéer 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 - sedan kunde rinna ut i en angränsande bäck. Varje levé försågs i sitt utflöde med ett nivåregleringsrör, så att vattennivån och därmed vattenvolym och utbytestid efter behov kunde regleras.

Vattenreningskärrets längd, d.v.s. den sträcka vattnet kunde flyta, är ca 125 m inom anläggningen med en areal på ca 400 m² och en största längd på ca 36 m. Med ett medeldjup på ca 12 cm (5,7 - 16,3) i ett inledningskede gav detta en volym på 41 m³ och en utbytestid på ca 9 dygn med en beräknad vattenföring på 150 l/person/dygn. I september 1996 korrigerades medelvattendjupet till 19 cm (17,7 - 21,1), vilket på motsvarande sätt skulle ge en vattenvolym på ca 71 m³ och en utbytestid på ca 16 dygn. Mätningar av in- och utgående vatten visade ett högre ut- än inflöde efter nederbörd. Så småningom kunde detta dagvatteninflöde lokaliseras till mitten av levé 1.



Under perioden 1996-04-30 till 1997-06-30 har vattenprov tagits i in- och utgående vatten för analys av närsalter och förekomst av bakterier. Dessa provtagningar har utförts månadsvis med undantag för de tillfällena då torrt och varmt väder lett till att utflödet upphört som en effekt av avdunstning. Eftersom vattenflödet mätts vid varje provtagningstillfälle har såväl närsalthalter som -flöden kunnat kontrolleras.

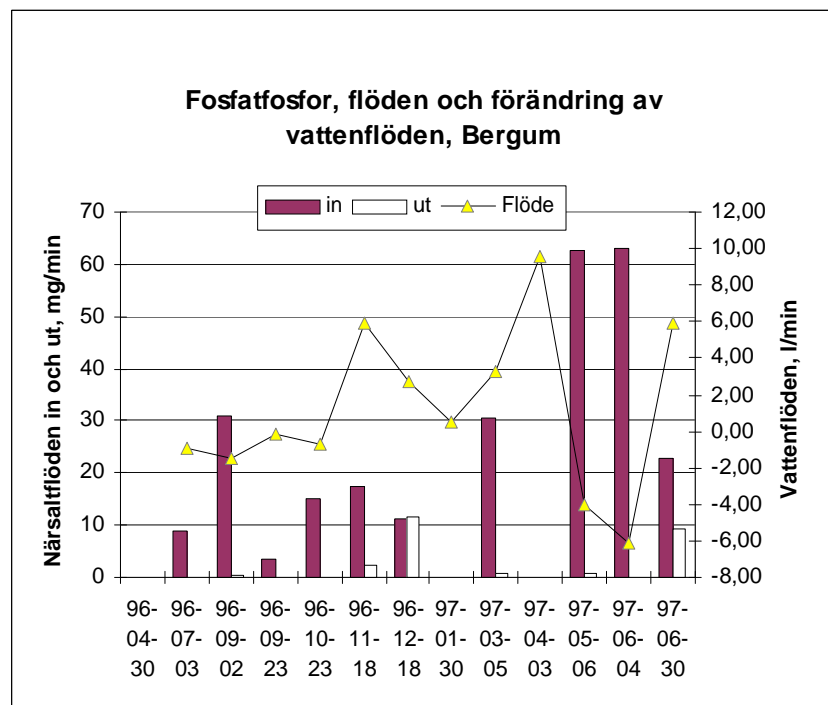
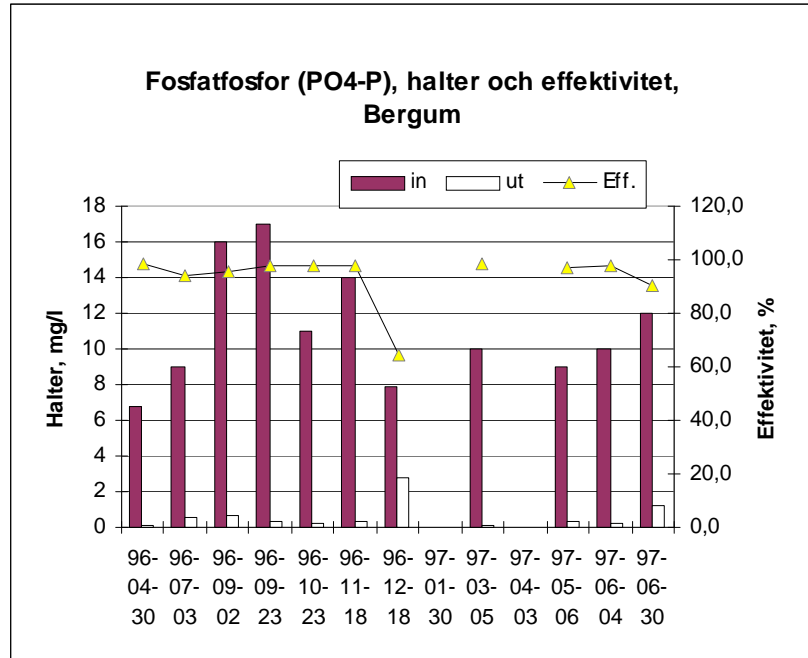


I diagrammen visas såväl effektiviteten med avseende på halter (upptaget i % av tillförseln, mg/l) som förändringen av vattenflödet (ökning resp. minskning av vattenflödet i l/min) i jämförelse med närsaltflödet (mg/min). I denna rapport användes avsiktligt ordet upptag i stället för engelskans "retention" som egentligen betyder "kvarhållande" och som inte passar in i vattenreningskärrets funktion, som är motsatt till andra reningsanläggningars. Vattenreningskärret utgör ingen närsaltfälla utan överför närsalter till biomassa.

För **totalfosfor** var ingående halter 14,0 mg/l (n=13) och utgående halter 1,2 mg/l (n=13), vilket ger ett upptag av 12,8 mg/l och effektiviteten 91,2 %. Effektiviteten var låg i december och januari, vilket delvis kan bero på låg primärproduktion vid denna ljusfattiga tid. Anläggningen ligger i en sänka med beskickning när solen står lågt. Men det kan också bero på att halterna var låga i inflödet. Effektiviteten har visat sig öka med högre koncentration i inflödet ($r=0,69$). Effektiviteten ökar också med ökande halter av ammonium och nitrat i inflödet ($r=0,81$). Däremot visar effektiviteten ingen påverkan från vattenflödet.

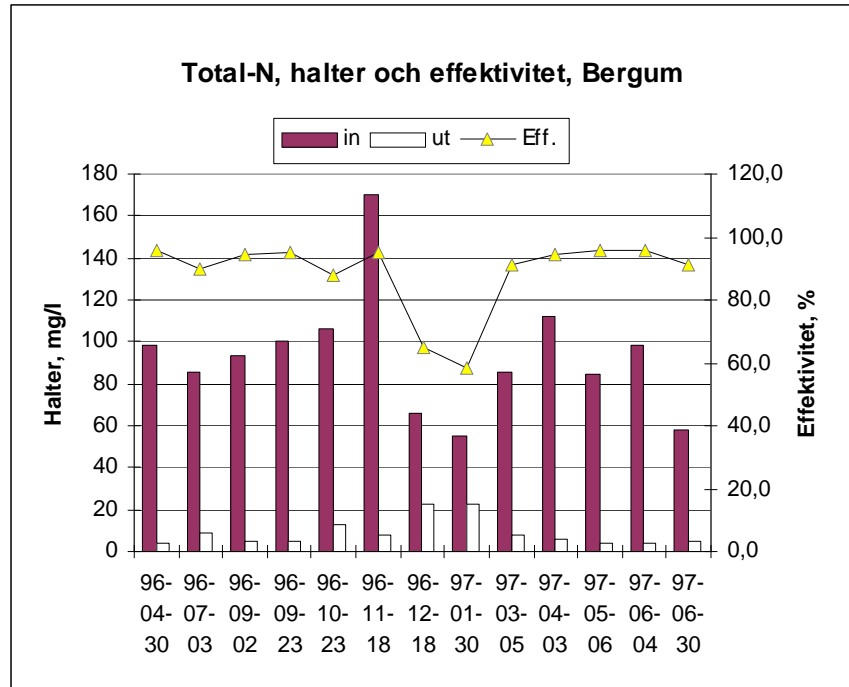
En jämförelse med Aröd med spillvatten från ladugård, gödselplatta och mjölkkrum visar en lägre effektivitet (83,7%) för halter, in: 10,0 (n=14) och ut: 1,6 (n=14) mg/l. För närslatflödena var effektiviteten högre (93,3%). Denna skillnad kan bero på att vattenflödet i Bergum ökar med 1,5 ggr (genom dagvatteninflödet) medan det genom avdunstning halveras i Aröd.

För **fosfatfosfor** (i vatten löst oorganiskt fosfor) är effektiviteten hög (94,4%) i Bergum med 11,2 mg/l i ingående och 0,6 mg/l i utgående vatten. Ej tillförlitliga analyser vid två tillfällen medför dock att direkta jämförelser försvåras. För närslatflödet var effektiviteten 91,5%. Upptaget (10,5 mg/l) utgör här en viktig del i fosforreduktionen, eftersom det är de lösta närslaterna som leder till syrebrist på botten.



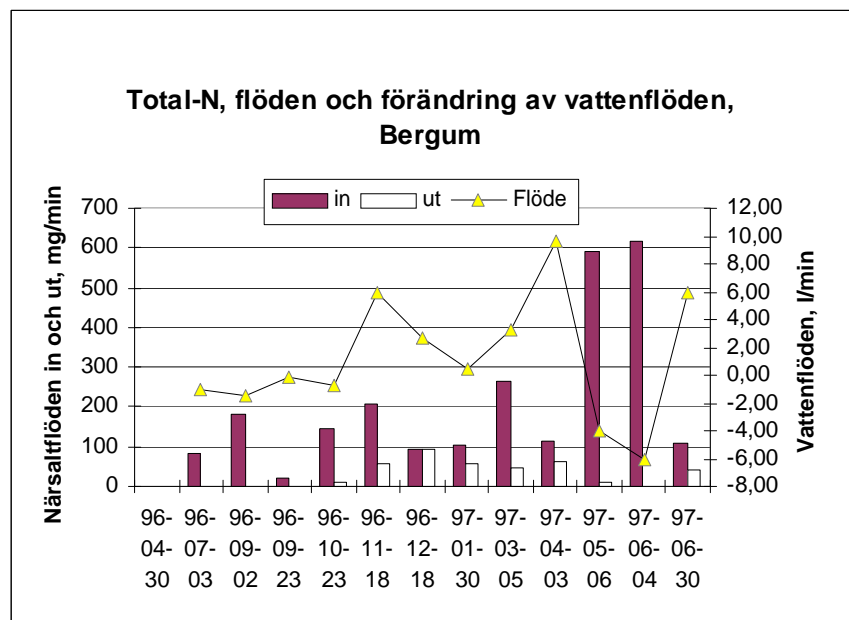
Fosfatforsorn utgör här 80% av totalfosfor. Ett tydligt samband finns mellan ökad effektivitet och ökad koncentration av lösta kvävesalter, d.v.s. ammonium och nitrat, i inflödet ($r=0,73$).

En jämförelse med Aröd, som hade betydligt lägre tillförsel av fosfatfosfor (7,1 mg/l) men något högre tillförsel av lösta N-salter, fanns inget sådant tydligt samband. Detta antyder att en viss koncentration av lösta N-salter fordras för en effektiv reduktion av fosfat.



För **totalkväve** var ingående halter 93,3 mg/l ($n=13$) och utgående halter 9,0 mg/l ($n=13$) med ett upptag av 84,3 mg/l, vilket ger effektiviteten 90,4%. För närsaltflödet var effektiviteten 85,5% ($n=12$). Även här reducerades effektiviteten under de två mörkaste månaderna (december/januari).

En jämförelse med Aröd visar att effektiviteten där var högre, både med avseende på halter (93,0%, $n=14$) och flöden (96,2%, $n=13$). Detta beror sannolikt på att denitrifikationen och omvandlingen till luftkväve varit effektivare i Aröd. Genom en rik produktion av trådformiga alger, som sjönk till botten, hade här ett syrefattigt bottenskikt utvecklats med ett för denitrifikation effektivt gränsskikt mot det genom algernas assimilation syrerikare vattnet ovanför. Genom en kombinerad effekt av primärproduktion och denitrifikation blev effektivitet hög för kvävereduktion.



För **ammoniumkväve** var ingående halter 77,5 mg/l ($n=13$) och utgående halter 5,7 mg/l ($n=13$) med ett upptag av 71,8 mg/l. Ammoniumkvävet i ingående vatten utgjorde 83,0% av

totalkvävet. När vattnet från den syrefattiga trekammarbunnen kommer ut i det syrerikare vattenreningskärret omvandlas det snabbt till nitrat, vilket i sin tur än snabbare tas upp genom primärproduktion eller genom denitrifikation. I Bergum synes däremot denitrifikationen ha spelat en mindre roll, eftersom ett effektivt syrefritt bottensubstrat ännu ej hunnit utvecklas.

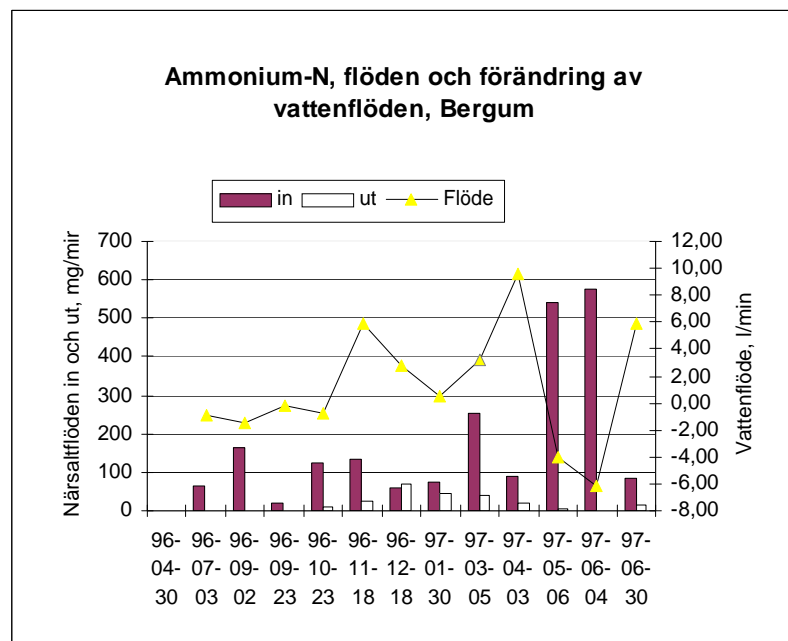
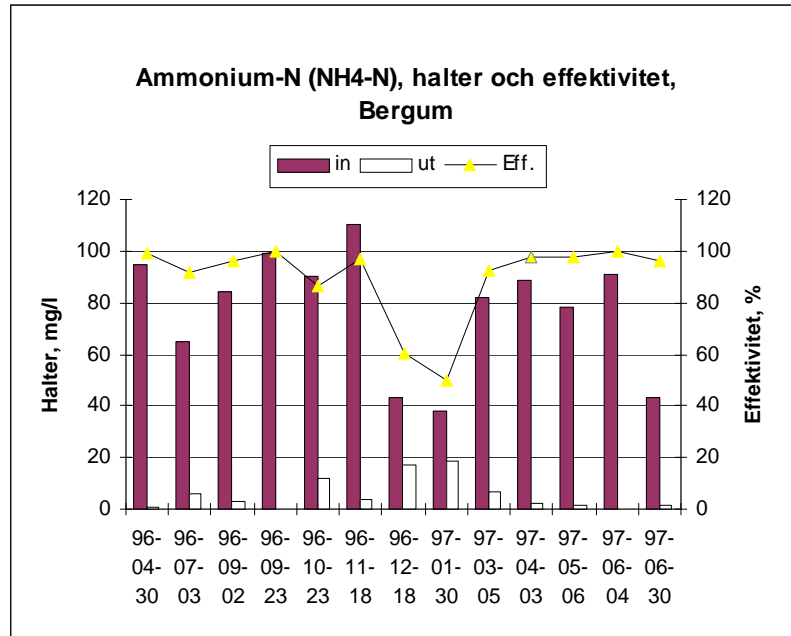
En jämförelse med Aröd visar att effektiviteten där var än större, 94,5% (n=14) för halterna och 97,1% (n=13) för flödena. För den marina miljön är det viktigt att reduktionen lösta kvävesalter är hög.

För **nitrat** var ingående halter 0,051 mg/l (n=12) och utgående halter 0,54 mg/l (n=12), vilket innebär en 10-faldig ökning (16 ggr för flöden), men dessa låga värden är försumbara (6% av utgående halter av totalkväve och 8% av utgående halter av lösta kvävesalter).

En jämförelse med Aröd, där lufttillträdet inträffat tidigare, visar högre halter i ingående vatten (1,12 mg/l, n=14) men lägre halter i utgående (0,46 mg/l, n=14). Utgående halter var dock samma (6% av halterna av totalkväve) som i Bergum.

För **oorganiskt kväve**, d.v.s. ammonium + nitrat, var ingående halter 77,0 mg/l (n=12) och utgående halter 6,4 mg/l (n=12), vilket ger en effektivitet på 91,6%. För flöden var motsvarande effektivitet 87,4% (n=11).

En jämförelse med Aröd visar där en högre effektivitet, 94,0 för halter (reduktion från 86,1 mg/l, n=14, till 5,2 mg/l, n=14). Effektiviteten för flöden blev här 96,8%.



Den mindre effektiviteten i Bergum kan ha tre orsaker: (1) höga halter i inflödet ger större effektivitet, (2) utspädning genom tillflöde av dagvatten ger utspädning och därmed mindre effektivitet och (3) begränsad denitrifikation reducerar effektiviteten.

N/P-kvoten - N/P-kvoten, d.v.s. förhållande mellan mängden kväve och fosfor, är en viktig parameter för assimilationen, d.v.s. nyproduktion av biologisk biomassa (primärproduktion). Eftersom vi livnär oss av biologiskt material med en given N/P-kvot får också restprodukter från vårt hushåll en motsvarande N/P-kvot.

I Bergum blev N/P-kvoten i ingående vatten 6,7 (n=13) med avseende på totalkväve och totalfosfor. För lösta närsalter blev motsvarande kvot 6,9 (n=10). I utgående vatten blev kvoten 7,2 (n=13) totalt och 10,2 för lösta närsalter, vilket återspeglar den sämre kvävereduktionen genom begränsad denitrifikation. De i det närmaste identiska värdena för inflöde och upptag (N/P=7) visar likheten mellan vår föda och biologisk nyproduktion.

Jämförelsen med Aröd visar en nästa dubbelt så stor N/P-kvot, vilket stämmer överens med att det är gödselvatten (urin), som där dominerar inflödet. Kväveinnehållet är möjligen något högre än i mänsklig urin. Det låga värdet i utflödet och det höga i upptaget visar den sammanlagda effekten av kvävereduktion genom denitrifikation och primärproduktion.

Jämförelsen med Ryaverkets reningsanläggning visar hushållspillvattnets N/P-kvot i inflödet, men i utflödet har kvoten höjts avsevärt (N/P=40). Reduktionen av N är begränsad jämfört med i vattenreningskarret. Men genom den större effektiviteten med avseende på fosfat snedvrides N/P-kvoten. Fosfat och kväve separeras. Fosfatet går till rötslammet, som därigenom får ett kväveunderskott, medan kvävet går till den för kväve känsliga marina miljön, där kvävet anses vara begränsande.

En jämförelse med reningsdammarna vid Kode reningsverk visar än tydligare vad effekterna blir. I detta reningsverk är fosfatreduktionen effektiv men kvävereduktionen bristfällig. Detta ger en mycket hög kvot (N/P=206) i inflödet till reningsdammarna. Bristen på fosfat i ingående vatten (0,15 mg tot-P/l) ger en begränsad primärproduktion, vilket i sin tur ger en begränsad syreproduktion (upptaget av tot.-P=0,098). Bristande tillgång på syre hämmar omvandlingen av ammonium till nitrat, vilket också kan reducera nitrifikationen. Det begränsade upptaget av N (från 30,9 till 22,2 = 8,7 mg tot-N/l), som ändå domineras av denitrifikation, tillsammans med den lilla fosfatreduktionen (0,05 mg tot-P/l i utflödet) leder till en än kraftigare höjning av kvoten (N/P=429). När detta vatten leds ut i ett igenvuxet vattendrag kan det leda till höga ammoniumhalter och syrebrist, och om vattnet via kulvert leds ut i den marina

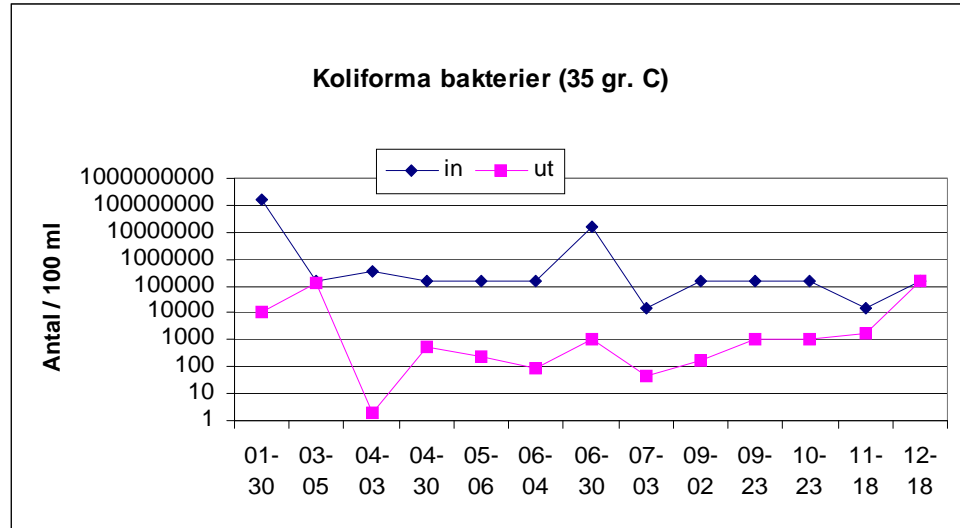
Innehåll och förbrukning av närsalter i vårt spillvatten (Naturvårdsverket: Vardagens vatten).

	g / pers / dygn		
	N	P	N / P
urin	11	1,0	11
fekalier	1,5	0,5	3
BDT	1,0	0,6	1,7
urin + fekalier	12,5	1,5	8,3
urin + BDT	12,0	1,6	10,4
totalt	13,5	2,1	6,4

N/P-kvoter vid olika anläggningar för in- och utgående vatten samt upptag av närsalter för total-N / total-P och för lösta närsalter av N och P.

		total-	lösta
Bergum	in	6,7	6,9
	ut	7,2	10,2
	uppt.	6,6	6,7
Aröd	in	11,2	12,2
	ut	4,8	7,5
	uppt.	12,5	12,7
Ryaverket, fällning av fosfor	in	6,2	
	ut	40	
	uppt.	1,8	
	rötslam uppt.	0,85	
Kode, dammar efter reningsverk	in	206	
	ut	429	
	uppt.	89	

miljön, kommer primärproduktionen inte igång förrän vattnet blandats längre ut, d.v.s. i skärgård och kusthav. En rik planktonproduktion där kan leda till bottendöd.

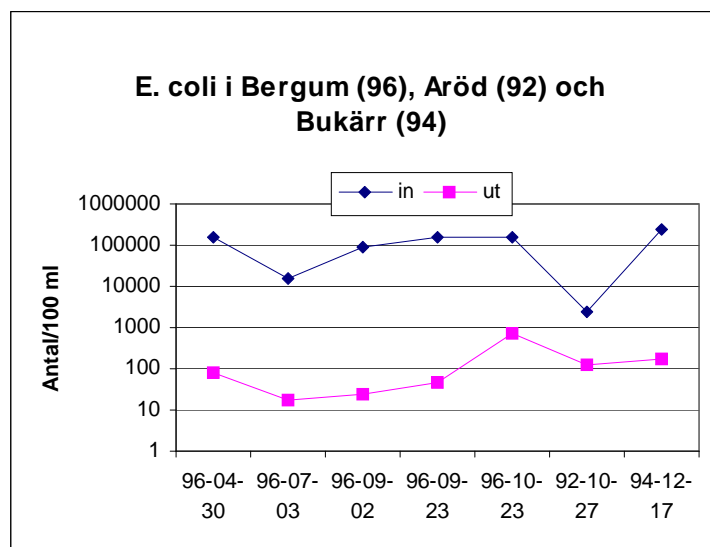
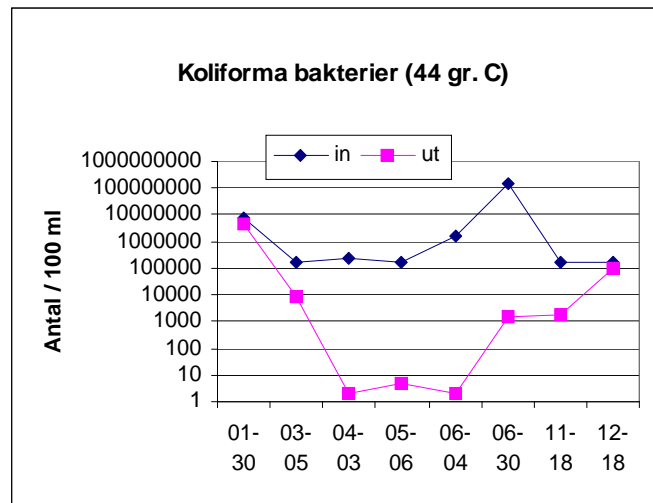


BOD7 - Några analyser av BOD7 visar en genomsnittlig reduktion med 96,0% (n=5, 90,6 - 98,5%). Det organiska material som tillförs i inflödet 225 - 540 mg/l, d.v.s. rester från slambrunnen, är av helt annat slag än det som följer med vattnet ut i utflödet (8 - 30 mg/l). I utflödets vatten är det huvudsakligen levande eller dött växt- och djurmaterial som nyproducerats i vattenreningskärret. En transport av detta slag är normalt förekommande från naturliga våtmarker och är positivt för organis-

mer (konsumenter) i vattendrag, sjöar och hav. Det viktiga är att reducera utsläppen av lösta när-salter.

Mikrobiologisk analys av bakterier - Reduktionen av bakterier är tillfredsställande utom i vissa fall under den mörkaste tiden, d.v.s. under december och januari. Reduktionen av bakterier synes huvudsakligen äga rum genom betande ciliater och zooplankton. Och denna verksamhet är då främst förlagd till de två första levéerna.

Bestrålning med UV-ljus har



i vissa fall nyttjats för reduktion av bakterier. Detta har också diskuterats för Bergum. De undersökningar som nu gjorts i vattenreningskärret visar dock att detta vore helt fel. Det skulle innebära att en viktig näringskedja skulle brytas. Därför planeras nu andra metoder.

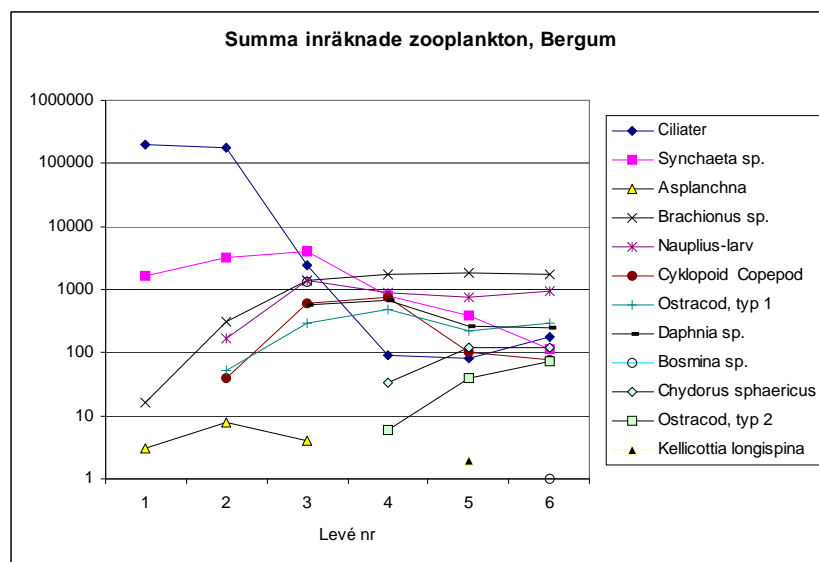
Sammanfattning av förekomsten av zooplankton (Persson 1997)

Zooplankton	Levé nr					
	1	2	3	4	5	6
Ciliater	197595	182201	2480	91	83	179
Synchaeta sp.	1618	3257	3942	791	384	115
Asplanchna	3	8	4			
Brachionus sp.	16	315	1419	1721	1858	1793
Nauplius-larv		172	1384	919	746	927
Cyklopoid Copepod		39	591	761	104	78
Ostracod, typ 1		52	301	480	225	287
Daphnia sp.			559	689	269	246
Bosmina sp.			1326			1
Chydorus sphaericus				33	122	123
Ostracod, typ 2				6	39	71
Kellicottia longispina					2	
Summa organismer	199232	186044	12006	5491	3832	3820
Summa arter/grupper	4	7	9	9	10	10

Sekundärproduktion - En undersökning av zooplanktonförekomsten har gjorts vid Göteborgs Universitet under perioden 22/4-4/7 1997 (Persson 1997). Denna undersökning visar en enorm förekomst av ciliater (flagellater, Protozoa) i levéerna 1 och 2. Dessa lever av planktoniska bakterier och de kan förbli aktiva i grunda sediment även vintertid. Förutom på bakterier lever de också på alger och partiklar av detritus samt på andra protozoer. De kan också livnära sig genom fotosyntes (Wetzel 1975), en organism på gränsen mellan växt- och djurriket. Tillgången på föda har konstaterats reglera populationsstorleken hos ciliater. Sådana populationer kan också utvecklas snabbt under isen. Denna grupp torde på detta sätt spela en mycket viktig roll i ett vattenreningskärr, inte minst under vinterhalvåret. De kan också utvecklas vid reducerad syretillgång. De står för bakteriereduktionen och de konsumerar alger, som tillgodogjort sig närsalter av fosfor och kväve. De tar också hand om de organiska rester som kommer med spillvattnet. Detta viktiga arbete utföres främst i levé 1 och i stor utsträckning också i levé 2. Sedan tar andra planktongrupper över i näringskedjorna.

Redan i levé 1 finns det rotatorier (Rotatoria, Aschelminthes), en grupp som i kärret representeras av släkten

Förekomsten av arter och grupper av zooplankton i skilda levéer (Persson 1997)



Synchaeta, *Brachionus*, *Kellicottia* och *Asplanchna*. De flesta av dessa är betare (allätare), medan den sistnämnda är en predator (rovdjur). De betande rotatorierna ökar i de följande levéerna. Vissa, t.ex. *Brachionus*, spreds uppströms under perioden, en migration som sannolikt möjliggjorts genom gräsänder.

I levé 2 började copepoder (Copepoda) och deras nauplius-larver att uppträda. De ökar sedan till en relativt konstant förekomst. De lever av växt- och djurmateriäl.

I levé 2 börjar också en ostracod uppträda. De lever av bakterier, alger, detritus och andra

Förekomst av högre evertetrater i skilda levéer (Ericsson & Medin 1998), ordnade efter konstaterad känslighet.							
Art / grupp	Funktion / känslighet	Förekomst i levé nr					
		1	2	3	4	5	6
<i>Aeshna</i> sp.(Odon.)	predator	x					
<i>Leptophlebia marginata</i> (Ephem.)	skrapare; klarar pH<4,5; i vatten med hög påverkan	x					
<i>Culiseta</i> sp. (Dipt.)	filtrerare; klarar pH<4,5; i vatten med hög påverkan	x					
<i>Agabus</i> sp. (Col.)	predator	x	x				
<i>Acilius sulcatus</i> (Col.)	predator	x	x			x	
<i>Coleon dipterum</i> -gr. (Ephem.)	skrapare; i vatten med hög påverkan	x	x	x	x	x	x
<i>Limnophilus rombicus</i> -typ (Trich.)	sönderdelare	x	x	x	x	x	x
<i>Ilybius</i> sp. (Col.)	predator	x	x	x	x	x	x
Chironomidae (Dipt.)		x	x	x	x	x	x
<i>Dytiscus circumcinctus</i> (Col.)	predator		x				
<i>Hespeocorixa sahlbergi</i> (Hem.)	predator; pH 4,5-4,9; i vatten med hög påverkan		x	x	x		
<i>Hydroporus</i> sp. (Col.)	predator		x		x	x	
<i>Sigara nigrolineata</i> (Hem.)	predator		x		x		x
<i>Coenagrion</i> sp. (Odon.)	predator		x	x	x	x	x
<i>Chaoborus crystallinus</i> (Dipt.)	predator		x	x	x	x	x
<i>Callicorixa praeusta</i> (Hem.)	predator; pH 4,5-4,9; i vatten med måttlig påverkan		x		x	x	x
<i>Corixa punctata</i> (Hem.)	predator		x				x
Fåborstmaskar (Oligoch.)	detritusätare			x	x	x	
<i>Sigara limitata</i> (Hem.)	predator				x		
<i>Sigara</i> sp. (Hem.)	predator				x		
<i>Laccophilus minutus</i> (Col.)	predator				x		
Hexatominæ (Dipt.)					x		
<i>Notonecta glauca</i> (Hem.)	predator; klarar pH<4,5; i vatten med måttlig påverkan				x	x	x
<i>Sigara lateralis</i> (Hem.)	predator					x	
<i>Gyrinus</i> sp. (Col.)	predator					x	
<i>Helophorus</i> sp. (Col.)						x	
<i>Limnophilus</i> sp.(Trich.)	sönderdelare						x
<i>Oligotricha striata</i> (Trich.)	sönderdelare; i vatten helt utan påverkan						x
<i>Porhydrus lineatus</i> (Col.)	predator						x

mikroorganismer, vilka fångas genom filtrering. De har också ett larvstadium med nauplius-larver.

I levé 3 börjar cladocerer (Cladocera) uppträda. *Daphnia* sp. visar en stabil förekomst medan *Bosmina* är tillfällig. *Chydorus sphaericus* håller sig, liksom rotatorien *Kellicottia*, längst bort från den stora näringsrikedomen. Dessa kräftdjur filtrerar föda från vattnet på samma sätt som föregående grupp.

Den 12/11 1997 undersöktes den kvalitativa förekomsten av högre evertetrater: fåborstmaskar (Oligochaeta), trollsländor (Odonata), dagsländor (Ephemera), nattsländor (Trichoptera), skinnbaggar (Hemiptera), skalbaggar (Coleoptera) och tvåvingar (Diptera) i de 6 levéerna (Ericsson & Medin 1998).

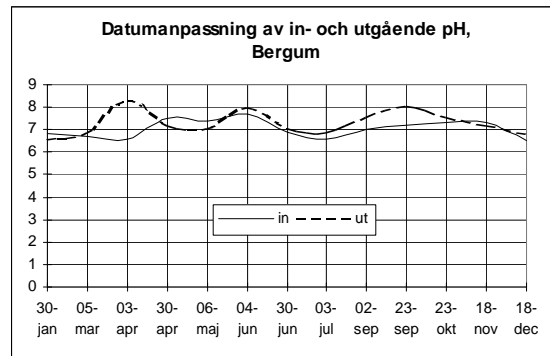
Av de 29 identifierade arterna/grupperna var minst 19 predatorer, d.v.s. de bildar näringskedjor, där bl.a. gräsanden ingår i den övre delen. De bildar dock en gradient med avseende på toleransen för påverkat vatten.

En dagslända och en tvåvinge, som livnär sig av organisk beläggning och organiskt nedfall, har helt anpassat sig till det "dåliga" men näringsrika vattnet i levé 1. De uppträder endast där. En annan dagslända och en nattslända kan oberoende av vattenkvalitet nyttja dött organiskt material i alla levéer. Enbart i sista levén noterades två sönderdelande nattsländor, som har höga krav på vattenkvalitet. Den ena av dessa, *Oligotricha striata*, anses var mycket sällsynt. Även den prederande buksimmaren *Sigara lateralis*, som anträffades i näst sista levén, är sällsynt i Sverige. Förekomst i sista levén av arter, som kräver helt opåverkat vatten, tyder således också på att vattenreningskärret har hög vattenrenande effektivitet.

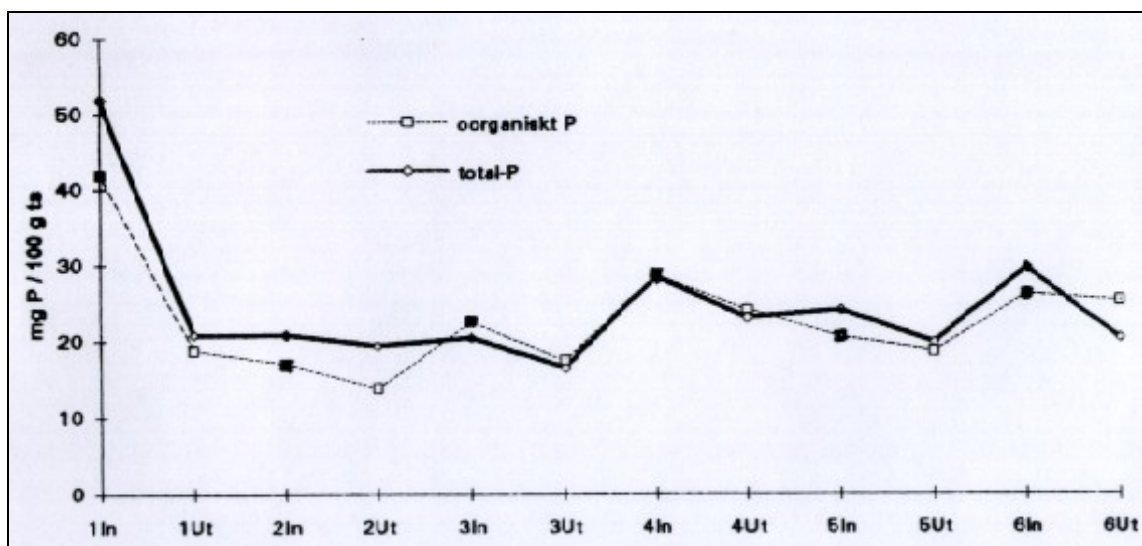
Av de 29 arterna/grupperna är 28 stycken insekter, som i sitt fullt utvecklade stadium (imagines) kan lämna vattenreningskärret genom att flyga därifrån. De har då först övertagit det närsaltutbud, som ställts till förfogande av planktoniska organismer i näringskedjornas botten. Rent funktionellt bildar planktonsamhället ett första led i omhändertagandet av närsalter, vilka där omvandlas till födounderlag för predatorer (köttätare). I nästa led står insekterna för borttransporten från den akvatiska miljön till en mer eller mindre avlägsen, huvudsakligen terrester omgivning. I det tredje ledet kommer ryggradsdjuren (vertebraterna), i synnerhet fåglar in i bilden. En viss del av insekterna når dock genom sin migration fram till sina avsedda mål, d.v.s. andra akvatiska system, i den mån de inte blir kvar i sin produktiva ursprungsmiljö. Men även där finns prederande vertebrater (fåglar, vattensnok, groddjur).

Om (1) närsalterna i ett tillfört spillvatten har de rätta proportionerna, om (2) vattnet får rinna sakta så att organismer inte spolats ut, om (3) ljuset inte hindras av beskuggning, om (4) vattnet är grunt så att luftandande insekter, som söker sin föda på botten, kan nå vattenytan för att andas och om (5) vattenreningskärret är uppbyggt av en serie vattensystem med en gradient av vattenkvalitet med utrymme för organismer med olika känslighet, kan effektiviteten bli hög. Då bör varken fosfor eller kväve kunna anrikas i kärret utan omvandlas till biomassa som sprids i omgivningen.

Ett pH-värde på ca 7 förhöjes något vid vattnets passage genom vattenreningskärret, vilket möjligen kan bero på kräftdjurens kalkskal.



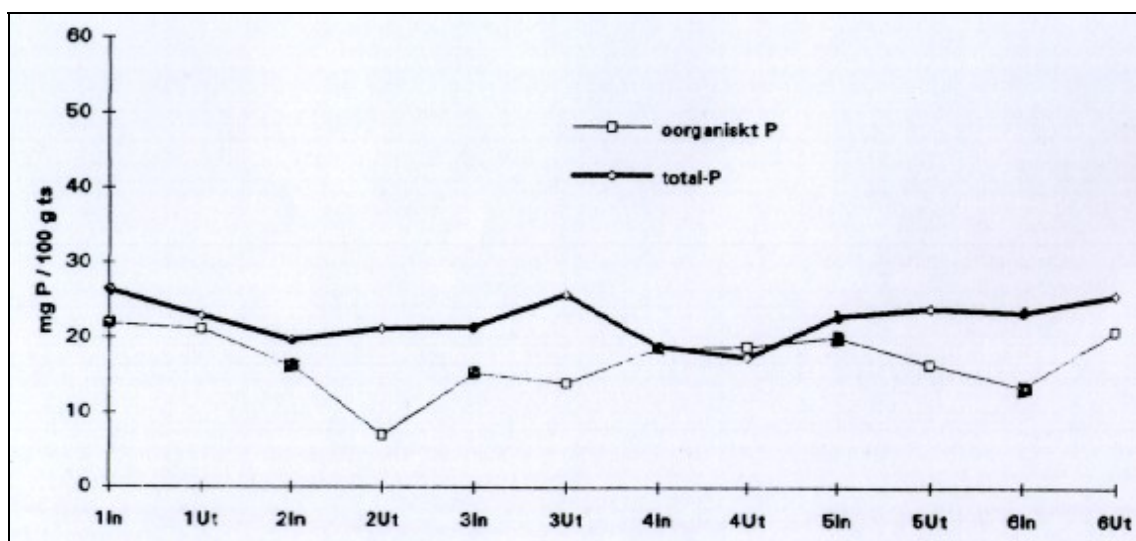
Koncentration av fosfor i slammet (Lycke 1997: Figur 3).



Anrikning av närsalter i bottensubstrat - Man har länge haft uppfattningen, att våtmarker har en begränsad effektivitet att ta upp närsalter genom biologisk produktion. Kvävet skulle främst tas om hand genom denitrifikation och fosfaten genom fixering vid lerpartiklar och fastläggning i bottensubstratet. Detta kan ha viss riktighet i igenvuxna våtmarker (sena successions- eller klimaxstadiet), där de ovan angivna 5 villkoren inte är uppfyllda. I det optimala vattenreningskärret råder däremot det allra tidigaste successionsstadiet, och de resultat som nu kunnat redovisas tyder på att den gamla uppfattningen är mogen för en revision.

Det var därför av stort värde, att en provtagning kunde göras i slutet av september 1997 i slammet och i den översta delen av leran (Lycke 1997). Prov togs i början och slutet av varje levé. Halterna av fosfor (P) var låga från slutet av första leven, kring eller strax över 20 mg/100 g ts (torrsubstans), vilket är lågt i jämförelse med svensk åkermark. I början av levé 1 var halterna av P ca dubbelt så höga som i övriga provtagningspunkter. Denna avvikelser har en enkel förklaring. Vattnet i början av första levén närmast tillflödesröret är relativt klart, men partiklar av organiskt material från slambrunnen kan tillföras. Det organiska material,

Koncentration av fosfor i den underliggande leran (Lycke 1997: Figur 4).



som finns i början av första levén, härrör således ej från algproduktionen där. Först efter ett par meter in i levén kan man se hur vattnet blir grumligt av en startad planktonproduktion, som kommer igång först när det nya närsaltrika vattnet blandas med redan planktonförande vatten. I början av levé 1 har således reduktionen av lösta närsalter och nedbrytning av det tillförda organiska materialet knappast ännu påbörjats.

I jord ligger mängden tot-P mellan 12 och 500 mg/100 g ts (Brady & Nyle 1990), och enligt svensk klassindelning av jordar efter förrådsfosfor (Linde 1991) ligger vattenreningskärret halter i bottensubstratet strax över gränsen mellan klass 1 och 2 (21 mg P / 100 g), där klass 5 har halter > 80 mg P/100 g jord. Den underliggande leran i början av levé 1 hade inte ens påverkats i början av levé 1. Bottenanalyserna styrker således de resultat som framkommit ovan, nämligen att den effektiva närsaltreduktionen i Bergum sker genom biologisk produktion och därigenom blir inga restprodukter kvar i vattenreningskärret.

Fortsatt utveckling - För att åtgärda den bristande effektiviteten, både med avseende på närsalt- och bakteriereduktion under den mörkaste tiden på året, bör två försök genomföras

vid denna tid. Tillgång på syre och kvarhållande av en tillräcklig temperatur för primärproduktion, zooplankton och denitrifikation under isen utgör de viktiga behoven.

Den enklaste metoden är att efter isläggnen sänka vattenytan så att en luftficka erhålles mellan isen och vattenytan, vilket bidrar till att biologisk aktivitet kan bibehållas så att systemet fungerar även vintertid (Kadlec & Knight 1996).

För att ytterligare stimulera de bakterieätande protozoernas aktivitet föreslås utplacering av kåpor av genomskinligt material med en växthuslampa i toppen, vilka på en ram av frigolit kan flyta på vattnet och eventuellt frysa fast i isen. Genom belysning viss tid nattetid skulle primärproduktionen och därmed syreproduktionen i vattnet kunna öka samt en viss vattentemperatur kunna bibehållas.

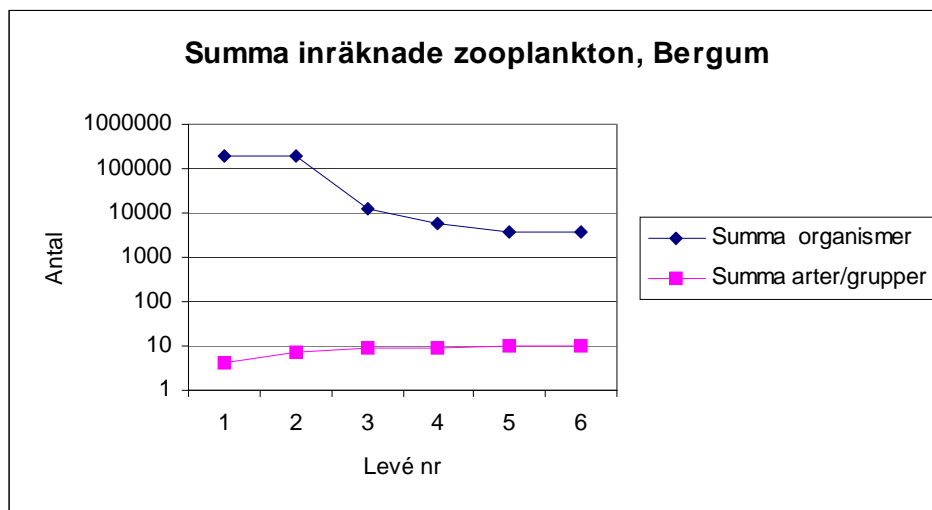
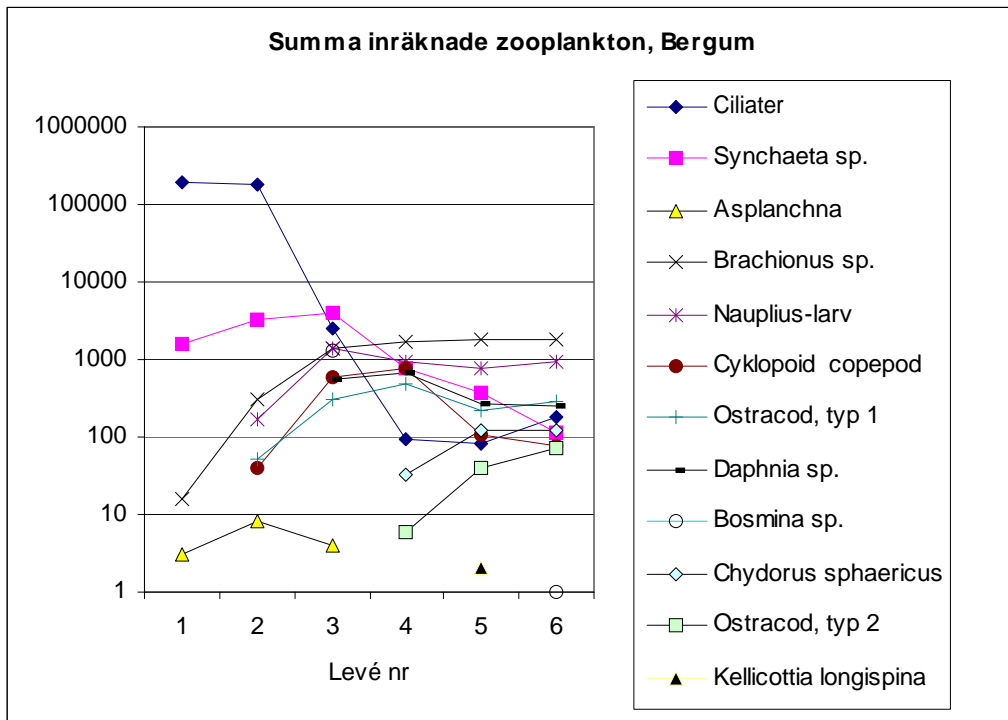
Referenser

- Brady & Nyle, C. 1990. The nature and properties of soils. 10th ed. MacMillan, New York.
- Ericsson, U. & Medin, M. 1998. Inventering av bottenfaunan på tre lokaler i Göteborgs kommun 1997. Medins Sjö- och Åbiologi AB.
- Kadlec, R. & Knight, R. 1996. Treatment Wetlands, Boca Raton, Florida: CRC Press, inc.
- Linde, M. 1991. Laborationskompendium i marklära. Avdelningen för marklära, Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala.
- Lycke, K. 1997. Vattenreningskärret i Bergum. Vad händer med kolet, kvävet och fosfor? - undersökning av botten. 20 p examensarbete i Tillämpad miljövetenskap. Hösten 1997. Avdelningen för tillämpad miljövetenskap, Göteborgs universitet. Rapport nr 13.
- Persson, E. 1997. Zooplankton - en myllrande länk i framtidens reningsverk. Examensarbete i zoologisk ekologi, 1887, 20 poäng. Zooekologi, Göteborgs universitet.
- Wetzel, G.W. 1975. Limnology. Saunders, Philadelphia.

Lycke den 10 augusti 1998

Olof Pehrsson
Fil dr

Zooplankton	Levé nr					
	1	2	3	4	5	6
Ciliater (Protozoa), äter bakterier, alger, detritus, andra protozoer	197595	182201	2480	91	83	179
Synchaeta sp. (Rotatoria), betare (allätare)	1618	3257	3942	791	384	115
Asplanchna (Rotatoria), predator	3	8	4			
Brachionus sp. (Rotatoria), betare (allätare)	16	315	1419	1721	1858	1793
Nauplius-larv (Copepoda)		172	1384	919	746	927
Cyklopoid copepod, betar växt- och djurmaterial		39	591	761	104	78
Ostracod, typ 1; filtrerar bakterier, alger, detritus, andra mikroorg.		52	301	480	225	287
Daphnia sp. (Cladocera), filterar som föregående			559	689	269	246
Bosmina sp. (Cladocera), filtrerar			1326			1
Chydorus sphaericus (Cladocera), filtrerar				33	122	123
Ostracod, typ 2, filtrerar				6	39	71
Kellicottia longispina (Cladocera), filterar					2	
Summa organismer	199232	186044	12006	5491	3832	3820
Summa arter/grupper	4	7	9	9	10	10



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.