

Förslag till åtgärdsstrategi avseende restaureringsinsatser i Växjösjöarna 2014-2020

Förslag på inriktning med två huvudalternativ samt diskussion om 0-alternativet

Bakgrund: efter motion från Bo Frank och Anna Tenje (M) 2010 fick Tekniska förvaltningen i uppdrag att ta fram en åtgärdsstrategi för Växjösjöarna. Målet är att uppnå god ekologisk status i sjöarna Trummen, Växjösjön, samt södra och norra Bergundasjön. Etapp 1 (undersökningar och beslutsunderlag) i åtgärdsstrategin för Växjösjöarna avslutas i april 2014. Parallellt med etapp 1 har utredningar om ett tiotal olika möjliga åtgärder genomförts. De stora dragen avseende behov, möjligheter och lämplighet avseende åtgärder går därmed att identifiera nu.

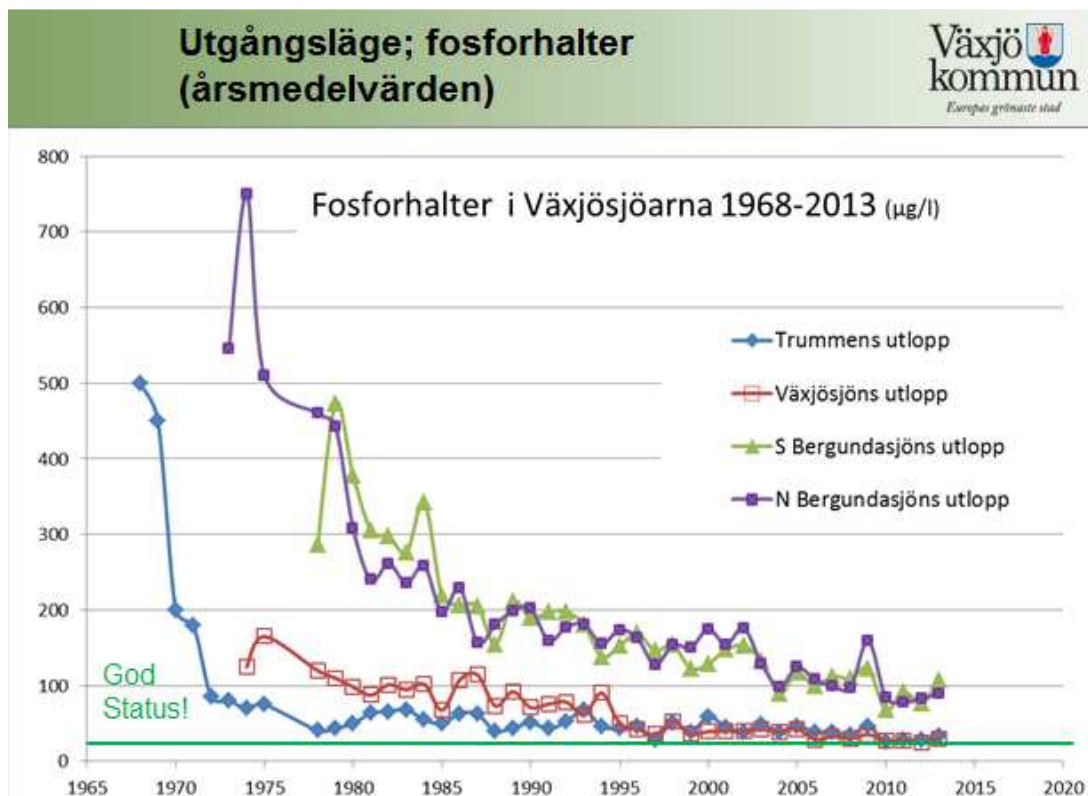
Syfte: Utredningsarbetet har varit helt inriktat på att minimera de mycket påtagliga övergödningproblemen. Vi vill öka siktdjupet, minska mängden växtplankton och andelen blågrönalger (som ofta bildar toxiner). Vi vill även återfå en mer naturlig sammansättning av större vattenväxter och fiskbestånden, framför allt öka andelen rovfisk som gädda och större abborrar. För att uppnå dessa mål, som för övrigt förstärker varandra, bör vi koncentrera oss på att minska förekomsten av fosfor i den fria vattenmassan, då detta är den faktor som vi verkligen kan kontrollera som har en avgörande betydelse för primärproduktionen i sjöarna.

Relevans: Övergödningproblemen kring Växjö stad är fortfarande de mest uppenbara vattenmiljöproblemen i Växjö kommun. Samtidigt är problembilden gynnsam: Det handlar i princip uteslutande om att hantera de problem som *staden* alstrar och har alstrat, samt att förändra processer och näringsflöden i själva sjöarna. Detta är problem som kommunen har mycket stor rådighet över. I många andra fall finns lokala önskemål om att förbättra vattenkvaliteten, men om den till stor del är ett resultat av markanvändningen över ett stort geografiskt område är det mycket svårt och kostsamt att uppnå goda resultat. Vidare: eftersom sjöarna utgör viktiga områden för stadens tillväxt och attraktionskraft finns en stor politisk vilja att förbättra miljötillståndet.

Växjösjöarna 2014: Var är vi nu?

De senaste 50 årens arbete med vattenvård i Växjösjöarna har gett mycket goda resultat. Trummen, Växjösjön och Bergundasjöarna har alla kraftigt förbättrad status. Stora problem med övergödning kvarstår dock fortfarande i alla fyra sjöarna, i synnerhet gäller detta Bergundasjöarna. Växjösjön däremot, har nu uppnått en så pass god status att den är en populär badsjö, i synnerhet på försommaren innan blågrönalgbloomningarna har tagit fart.

Lyckad läkningsprocess fortsätter i Trummen och Växjösjön. Man kan ställa sig frågan vad som nu driver förbättringen av sjöarnas status. Till stor del sker fortfarande förbättringar i alla fyra sjöarna, relativt likartat under de senaste 10-20 åren. En viktig förklaring till detta är att sjöarna, tack vare tidigare lyckade ingrepp direkt i sjöarna samt genom avlastning från föroreningskällor, långsamt håller på att återfå ett mer naturligt sediment som inte längre under vår och sommar släpper ifrån sig fosfor med så extremt hög hastighet som varit fallet tidigare. Fosfor i sjöbotten övergår från labila till mer stabila former genom naturliga processer. Tydligast är detta i sjön Trummen: Sjön har under de senaste 40 åren haft en relativt konstant fosfortillförsel på omkring 180 kg årligen från tillrinnande vatten. Uttransporten av fosfor har under denna period gått ner från ca 200 kg till ca 100 kg årligen. Sjön exporterar alltså inte längre fosfor nedströms, tvärtom: Mer och mer fosfor per år binds in i sedimenten. Och ändå ser vi en tydlig långsiktig trend att sommartid stegras fosforhalterna allt långsammare (se figur 1 nedan). Detta beror just på att sedimentet håller på att tillfriskna. Liknande tendenser gäller går att utläsa i Växjösjön.



Figur 1: Årsmedelvärden av fosfor i Växjösjöarna. Observera att sommartid är halterna ofta dubbelt så höga som de värden som återges här.

Mer tveksamma läkningsprocesser i Bergundasjöarna. I S Bergundasjön tillkommer en ytterligare förklaring till varför sjön långsiktigt gradvis tillfrisknar: Det har skett – och sker fortfarande – en mycket omfattande nettoexport av näringsämnen från sedimenten i S Bergundasjön till nedströms liggande vattenområden. Samma sak har mer nyligen inträffat även i N Bergundasjön, om än i klart mindre omfattning.

Trots ovanstående positiva utveckling är det inte realistiskt att bedöma att någon av sjöarna når god status inom överskådlig tid utan att kraftfulla åtgärder genomförs. För varje sjö är dessutom de interna processerna fortfarande den viktigaste enskilda störningskällan som hindrar att god status uppnås. Undantaget i detta avseende är N Bergundasjön där näringsläckaget från den större och uppströmsliggande S Bergundasjön utgör en mycket stor belastning på båda Bergundasjöarna.

Förutsättningar för måluppfyllelse. Trummen och Växjösjön har idag båda fosforhalter omkring ca 30 mikrogram fosfor per liter som årsmedelvärde; ungefärligen dubbla halten sommartid jämfört med senvinter. Detta är näringsnivåer som återfinns i sjöar med allt emellan 0,5 till många meters siktdjup. Siktdjupet varierar även i Trummen och Växjösjön mellan dessa nivåer mellan olika år, även enbart sommartid. Detta vida spann i miljöttillstånd vid en och samma fosforhalt illustrerar på potentialen i, och behovet av, att arbeta med de biologiska processerna; om vi lyckas återskapa en mer biologiskt gynnsam struktur i sjön så kan vi uppnå en kraftig förbättring avseende siktdjup och algblomningar även utan att radikalt minska fosforhalterna.

Bergundasjöarna har fosforhalter som ligger omkring 80-100 mikrogram per liter som årsmedelvärde (eller omkring 40 ug/l vintertid, och över 200 ug/l sommartid), vilket är omkring 5-20 ggr över beräknade bakgrunds nivåer. Detta innebär att de flesta åtgärder, var och en för sig, inte kan förväntas bidra mer än marginellt till måluppfyllelse.

Ambitionsnivåer i det kommande arbetet

I det följande beskrivs tre huvudalternativ avseende planering för åtgärder för Växjösjöarna.

I alternativ ett vidtas åtgärder i Trummen, Växjösjön och S Bergundasjön med sikte på att nå god ekologisk status i de sjöarna. Dock görs inget åt N Bergundasjön specifikt för närvarande i detta alternativ. Men genom att S Bergundasjön behandlas förväntas en viss förbättring ske även i N Bergundasjön. N Bergundasjön förblir dock kraftigt övergödd, inte badbar och har otillfredsställande status enligt vattendirektivets mål eftersom den har intern fosfor-belastning (näringssläckage från sedimenten) och är recipient för spillvattnet från Växjö stad.

I alternativ två vidtas samma åtgärder i de tre översta sjöarna som i alternativ 1. Det tillkommer två åtgärder: N Bergundasjön avlastas som recipient för Växjö stads spillvatten och utsläppet lokaliseras till en ny stor våtmarkskedja S om Växjö. Dessutom behandlas bottensedimentet även i denna sjö.

I det s.k. 0-alternativet beskrivs den förväntade utvecklingen utan att åtgärder genomförs. Här belyses även åtgärdernas inverkan på nedströms liggande vattenområden.

Målsättning alt 1:

Uppnå god ekologisk status med avseende på fosfor i Trummen, Växjösjön och S Bergundasjön 2021.

Förväntade effekter: Tydligt minskade fosforhalter i Växjösjön och S Bergundasjön. Något minskade fosforhalter i Trummen. Tydligt förbättrat siktdjup i alla tre sjöarna. Tydligt minskade mängder växtplankton och ökat siktdjup i alla tre sjöarna. Minskad mängd fisk och mindre andel vitfisk i alla sjöarna. Mer undervattensvegetation i alla sjöarna, i synnerhet i Trummen (stora grunda områden). Miljötillståndet i S Bergundasjön liknar tillståndet i Växjösjön i dag. De snabbaste förbättringarna väntas avseende fosforhalter, växtplankton och siktdjup. Övriga parametrar kommer ta längre tid på sig att återhämta sig. På sikt kan dock god ekologisk status nås avseende alla parametrar (dvs alla uppräknade parameterar ovan är nära ett naturligt tillstånd).

Kostnader: ca 40 - 50 mkr 2014-2017.

Målsättning alt 2:

Uppnå god ekologisk status i Trummen, Växjösjön, S Bergundasjön och N Bergundasjön 2021.

Förväntade effekter: Alla sjöarna når en avsevärd förbättring enligt beskrivningen i alternativ 1. Miljötillståndet i *båda Bergundasjöarna* liknar dagens tillstånd i Växjösjön. Betydande minskningar av fosfor till nedströmsliggande vattenområden, inklusive Östersjön.

Tillkommande kostnader utöver de som följer med alt 1: Ca 50-55 mkr, 2018-2020, dvs totalt ca 100 mkr.

Effekter av 0-alternativet (dvs inga åtgärder utöver ordinarie miljöarbete) och miljöeffekter nedströms Växjösjöarna:

Det mesta talar för att en viss spontan förbättring fortsätter att ske i alla sjöarna. Men den sker långsamt och mycket ojämnt. Erfarenheter och modelleringar från såväl Växjösjöarna som andra sjöar visar dessutom att förväntade klimatförändringar innebär en påtaglig försämring av statusen, särskilt sommartid. Detta är tydligast i Trummen och S Bergundasjön, vilka för övrigt visade på mycket starka övergödningssymptom under den varma sommaren 2013. Växjösjön kan även fortsättningsvis antas vara en väl fungerande badsjö under delar av sommaren, men knappast någon av de andra sjöarna.

Angående Bergundasjöarna bör man dessutom ha klart för sig att en stor del av drivkraften bakom den pågående förbättringen av statusen är att sjöarnas fosforförråd exporteras till nedströms liggande vattenområden (ex sjöarna kring Gemla, Salen, Åsnen och Östersjön). 0-alternativet förväntas därför innebära att tillståndet i Växjösjöarna fortsätter att vara den största föroreningskällan till sjöar och hav både lokalt och regionalt, sett ur övergödningssynpunkt. Med genomförda åtgärder enligt alternativ 2 bryts dock detta förhållande snabbt. Även åtgärder enligt alternativ 1 förväntas ha en viss positiv effekt på nedströms liggande vattenområden, men inte alls i samma omfattning.

Växjösjön och Trummen: satsningar på ytterligare rening av dagvatten och naturvatten samt åtgärder mot oönskade interna processer 2014-2016

Det framgår tydligt nu att för Växjösjön och Trummen är det viktigt och möjligt att åstadkomma betydelsefulla och långsiktiga förbättringar genom att minska tillförseln av näringsämnen som sker via tillrinnande vatten. För Trummen pågår redan ett betydelsefullt arbete (VA-avdelningen, Östra samlingsledningarna) genom att dagvattensystemet genom Högstorp/Kvarnbäcken förbättras 2013/2014. Samtidigt visar både modelleringar av åtgärder och direkta observationer att de interna processerna i sjön utgör en större belastning än den externa tillförseln av näringsämnen, i vart fall under sommaren, den kanske mest relevanta årstiden. Åtgärder direkt riktade mot interna processer (fosfor frigörs från sediment till vatten och orsakar hög växtplanktonproduktion) är ett måste för att på kort och lång sikt uppnå märkbara resultat. Likafullt är åtgärder mot extern fosfortillförsel (rening av tillrinnande vatten) av vikt för att göra åtgärder mot internbelastning mer effektiva och långsiktigt hållbara.

Både direkt mätdata och modellering visar att läckaget från bottarna i såväl Trummen som Växjösjön är de viktigaste källorna till den oönskade övergödningen. Olika försök att långtidssimulera den förväntade utvecklingen har gjorts och detta resultat innehåller flera osäkerhetsfaktorer. Vi bedömer dock att en viss fortsatt positiv utveckling är trolig, men det är ändå att rekommendera att angripa de interna processerna.

Närmast nedan följer en presentation inklusive motivering av åtgärderna. **Längst bak** i dokumentet finns en sammanställning i tabellform över alla föreslagna åtgärder inklusive preliminär tidplan och uppskattade kostnader. Kostnaderna bygger på seriösa bedömningar från tänkbara leverantörer, men i samband med detaljprojekteringar och genomförande kan givetvis kostnadsökningar tillkomma.

Föreslagna åtgärder i Trummen

Ytterligare satsningar på att förbättra det tillrinnande vattnets kvalitet kommer att både slutföras och utredas närmare under 2014. Det handlar både om dagvatten från hårdgjorda ytor vid Kvarnbäcken samt (troligtvis av lika stor betydelse!) avrinning från naturmark kring Skirviken. I Trummen är det även viktigt att arbeta med att etablera vattenväxter för att sjön ska återfå mer av sin självrenande funktion, i synnerhet under sommaren.

Vi påbörjar under sommaren 2014 försök med att etablera vegetation i Trummen, vilket är den enskilda åtgärd som vi bedömer kan ha störst effekt för att långsiktigt förbättra sjöns status. Åtgärden är mycket billig, långvarig och säker. En viktig del i åtgärden är att s k påväxtalger på vegetationen kommer att konkurrera med fritt svävande växtplankton (som orsakar algblomning) om näringen och därmed minskar algblomningar. Vidare antas större djurplankton få en bättre överlevnad och de kan därmed beta ner växtplankton. Sammantaget liknar de förväntade resultaten effekterna av reduktionsfiske, men de antas bli mer långvariga. Om resultaten faller väl ut har erfarenheterna från Trummen även hög relevans i alla de andra sjöarna. Det finns dock ingen garanti

för att vi kommer att lyckas (exempelvis kan kräftor, grumling från karp och braxen genom sitt födosök samt dåligt siktdjup mm utgöra för svåra hinder).

Ytterligare tre åtgärder genomförs 2014 kring Trummen: Som nämnts ovan sker **drifttagning av nya dagvattenreningsdammar vid Lantmännen** under våren 2014. Vi genomför också en **förstudie för att undersöka möjligheten att skapa en upp till 200 000 m² stor våtmark** i Skirs by genom höjning av den forna Skirsjön. Om den åtgärden genomförs så kan den positiva effekten antas vara av stor betydelse långsiktigt. Vi **genomför även omfattande dikes/kanalrensning i samma tillflöde till Trummen**. Om det av någon anledning inte är lämpligt att återskapa vattenytan i den forna Skirsjön kommer vi att försöka hitta andra alternativa lösningar (kanske luftning eller kalkfilter) för att rena vattnet i Skirsnäskanalen innan det når Trummen.

Förvaltningen av fisk- och kräftbestånd ska ses över. Framför allt finns farhågor att karp och storvuxen braxen genom sitt bökande i sedimentet tillför näring till vattenmassan samt att bökandet hindrar potentiellt sett värdefull vegetation från att utvecklas. Detta gäller i alla sjöarna och även dagvattenmagasin som har en renande funktion (ex lagunerna, nya dammar i kvarnbäcken, dammar på campus mm). Inom ramen för försöken med växtetablering i Trummen undersöker vi detta närmare och avsikten är att i samförstånd med fiskevårdsområdet ta fram en ändamålsenlig plan för förvaltningen av fisket, där mer fokus ligger på vattenkvalitet jämfört med idag. Det vore en fördel att aktivt försöka öka andelen rovfisk samt att minska andelen stor braxen samt karp. Detta har fiskevårdsområdet till viss del tagit tag igenom fångstbegränsning av gös och gädda.

(TF/Planeringsavd) föreslås få i uppdrag att arbeta vidare med och slutföra alla ovanstående projekt under 2014-2016.

Föreslagna åtgärder i Växjösjön

För Växjösjön är det, liksom för Trummen, angeläget att vidta åtgärder för att minska både intern belastning och extern belastning av fosfor. Tidigare slutsatser, att det vatten som passerar lagunerna i Strandbjörket bör renas ytterligare, har stärkts. Vi har identifierat flera möjliga tekniska lösningar som kan vara lämpliga.

VA-avdelningen/TF föreslås få i uppdrag att minska fosforbelastningen på Växjösjön med ca 40-50 kg årligen avseende dagvattentillförsel (2015/2016). Detta kan troligtvis göras exempelvis genom passivt kalkbaserat filter som grovt räknat kan antas halvera fosforkoncentrationen i utloppet från Lagunerna. Kostnaden för ett sådant reningssteg kan skattas till ca 2,4 mkr i investeringskostnad samt ca 200 tkr i årliga driftskostnader (inköp av filtermassa och kostnad för deponi av restprodukt samt 30 timmars årligt arbete). Med kapitalkostnader baserat på 20 års avskrivningstid uppgår den totala årliga kostnaden till ca 350 tkr. Det är även rimligt att vidta liknande åtgärd avseende Välludden vid Växjösjöns sydligaste del (vid S Skogsägarna) alternativt att leda över en del av det dagvattennätet till S Bergundasjön och dimensionera en helt ny anläggning för befintligt orenat dagvatten samt denna tillkommande mängd. Åtgärden kan antas ha viss medelsnabb effekt (på 1-2 års sikt) men är framför allt viktig på längre sikt samt för att åtgärder mot intern belastning ska få långvarigt resultat. Åtgärder mot intern belastning (bottenbehandling med aluminium) förväntas få en större och mer omedelbar positiv effekt. Miljöeffekten räknat i kr/kg fosforreduktion är jämförbar med införandet av ett litet kommunalt avloppsreningsverk för ett 30-tal enskilda avlopp med dålig rening.

I Växjösjön gäller under vissa år med kraftig blåst och omblandning av vattenmassan att det extremt näringsrika bottenvattnet (>100ugP/l) är en ytterst kritisk faktor för vattenkvaliteten mer eller mindre under hela sommaren. Under andra år hålls det näringsrika bottenvattnet mer isolerat från den övre delen av vattenmassan där soljuset når ner och stimulerar algbildning. Dessa olika uppträdanden som sjön uppvisar gör det svårare att bedöma effekten av åtgärder mot intern respektive extern belastning. *Icke desto mindre är vi som arbetat med utredningen överens om att åtgärder mot såväl intern som extern belastning bör vidtas.*

(TF/Planeringsavd) föreslås få i uppdrag att söka tillstånd för, och genomföra, en aluminiumbehandling av botten sedimentet (2014-2016). Åtgärden har granskats av B Huser och S Köhler, Uppsala Universitet, och denna granskning stärker hypotesen att det är en lämplig åtgärd för Växjösjön.

(TF/Planeringsavd) föreslås få i uppdrag att utifrån försöken med vegetation i Trummen utarbeta en plan för återetablering av växter, samt genomföra utplantering även i Växjösjön (2015-2018). Inte bara Trummen, utan även Växjösjön har mycket sparsamt med vegetation, och det gör att även små mängder fosfor kan orsaka onödigt stora algbloomingar. Med större kolonier av undervattensvegetation förväntas vi få ett mer robust ekosystem som bättre står emot oönskade algbloomingar. För att lyckas med att etablera önskvärd vegetation behöver även fisk- och kräftförvaltningen ses över (*se utförligare beskrivning av åtgärder om vegetation och fisk i avsnittet om Trummen ovan*).

Förväntade kostnader för åtgärder Trummen och Växjösjön

Trummen: Förslaget nu är att inledningsvis satsa ca 0,8 mkr (varav vi redan fått ca 300 tkr i statsbidrag) på åtgärder kring Trummen (Vegetation 550 tkr samt våtmark i Skir (förstudie 150 tkr) och kanalrensning 50 tkr). Efter genomförd förstudie inklusive kostnadsuppskattning (sannolikt 1-2 mkr) avseende våtmark, samt samråd med markägare, får vi överväga att gå vidare med den idén. Satsningen vore antagligen minst lika värdefull för fågel- och friluftsliv som för Trummens välbefinnande.

Växjösjön: Aluminiumbehandling beräknas kosta ca 7 mkr att genomföra och de största kostnaderna kan förväntas komma 2016. Investeringar i ökad dagvattenrening kan förväntas kosta ca 4 mkr. Båda dessa föreslagna investeringar om sammanlagt ca 11 mkr är ofinansierade.

I investeringsbudget för TF 2014-2016 ligger 6 mkr som är avsedda för bland annat vegetations-etablering och våtmark i Skir. Projektet benämns "vattenvårdande åtgärder i Växjösjön och Trummen". Summan 6 mkr är relevant om vi utvidgar arbetet med vegetationsetablering till att omfatta även Växjösjön och S Bergundasjön.

I dagsläget ligger 7 mkr i investeringsbudgeten för TF avsedda för överföringsledning av Helgasjövatten till Trummen. TF föreslår att de 7 mkr för vattenöverledning omfördelas till Al-behandling av Växjösjön. De 4 mkr som krävs för dagvattenrening finns dock inte lika lättillgängliga genom liknande omprioriteringar.

Totalt sett beräknas kostnader för föreslagna åtgärder i Trummen och Växjösjön uppgå till ca 13 mkr 2014-2018. Ev kan senare framställan om medel för åtgärder i storleksordningen 2-3 mkr avseende reduktionsfiske tillkomma.

Övriga åtgärder som diskuterats för Trummen och Växjösjön

Vattenöverledning till Trummen rekommenderas **i dagsläget inte**. Vattenöverledning kan förvisso antas ha en positiv effekt på Trummen. Men ändå är den avsedda flödesökningen ur Trummen, med sitt relativt näringsrika vatten, sannolikt till viss nackdel för Växjösjön. Detta gäller i vart fall om Växjösjön uppnår den goda status vi siktar mot. Detta beror på att flödet naturligt är så lågt i Trummen sommartid så att det näringsrika vattnet genom sin ringa mängd i det sk 0-alternativet har mycket liten negativ påverkan på Växjösjön. Dessa förhållanden förändras starkt om man leder in en betydande vattenmängd till Trummen sommartid utan att den avgörande förändrar sjöns status, och det förväntas dessvärre inte ske. Vidare: Om vattenöverledning ska genomföras så är sannolikt Växjösjön inom några år en lämpligare källa än Helgasjön (mindre humus, avsevärt större tillgång, mycket kortare avstånd vilket radikalt minskar anläggnings- och driftskostnader) för överledning till Trummen.

Reduktionsfiske har oftast en positiv effekt i grunda sjöar med näringsnivåer omkring Trummens status. Men flera faktorer talar för att det är klokare att först genomföra de föreslagna åtgärderna; *efter* ett reduktionsfiske strävar nämligen oftast de naturliga processerna i sjön för en återgång mot det tillstånd som rådde innan ingreppet. Detta beror på att primärproduktionen i sig ofta inte minskar av ingreppet. Den oönskade återgången mot de förhållanden som rådde innan ingreppet förväntas bli mindre om andra åtgärder har vidtagits som kan minska växtplanktonproduktion. Om

några år kan det därför vara lämpligt att genomföra reduktionsfiske. Dock indikerar de provfisken vi genomfört under de senaste 8 åren att det sker en viss spontan minskning av mängden fisk i sjöarna, antagligen som ett svar på minskade näringshalter. Man bör även vara klar över att reduktionsfiske i flera fall inte visat sig ha någon effekt, och ibland är effekten till och med negativ. Det förklaras ofta av att exempelvis abborryngel får en exceptionellt god överlevnad och de tusenbröder som etableras har mycket svårt att senare växa till, samtidigt som de har samma negativa ekologiska påverkan som ex mört.

Aluminiumbehandling av bottensedimentet (även i Trummen) är antagligen den åtgärd som snabbast skulle ge en mycket synbar förbättring. Men näringsläckaget är inte så stort att det är säkert att det krävs ett så omfattande och dyrt ingrepp. Det är även en del saker som talar för att åtgärden kanske inte får den varaktighet man kan önska: Eftersom den externa tillförseln av fosfor inte är så låg som man kan önska kan en fortsatt hög växtplanktonproduktion medföra en sedimentation av organiskt material som relativt snart utgör ett nytt problem. Dessutom är en stor del av den potentiellt rörliga fosfor i sedimentet bundet till organiskt material och det finns en osäkerhet om hur effektivt en aluminiumbehandling kan binda in denna fosfor av detta slag (i Växjösjön och S Bergundasjön däremot är alla dessa invändningar svagare, vilket är en anledning till att metoden föreslås i de sjöarna, se vidare nedan).

Ytterligare näringsreduktion genom ordinarie arbete med enskilda avlopp, förbättrad

dagvattenrening etc: Åtgärder av detta slag bör självklart genomföras som en del av det ordinarie miljöarbetet, men det förväntade resultatet av enbart dylikt arbete är tyvärr antagligen inte mätbart på kort sikt. På lång sikt är det dock viktigt att skälig hänsyn tas avseende alla små källors bidrag till känsliga recipienter. Vidare är det viktigt att säkerställa en bra övervakning av spillvattenledningsnätet mm så att inte olyckor sker (exempelvis upptäcktes en trasig mindre privat avloppsanslutning i Trummen häromåret). Vad som ovan sagts om ordinarie miljöarbete gäller även i de andra sjöarna.

Fördelar med valt förslag i Trummen:

Växtetablering har en mycket stor potential då mycket stor grund yta finns där växterna kan breda ut sig. Över större delen av Trummen finns ett behov av att stabilisera sedimentet, vilket sker genom vegetationsetablering (vindpåverkan och uppgrumling minskar). Vi förväntar oss även att vinna kunskaper som är av stor relevans för de andra sjöarna. Åtgärden visar sig ha stor effekt i genomförd modellering. Stöd för detta antagande finns även utifrån egna observationer, mätdata, litteratur mm.

Åtgärder mot både extern och intern belastning behövs eftersom belastningen fortfarande är hög från båda slagen.

Fördelar med valt förslag Växjösjön:

Det är bra att angripa både externa och interna källor, åtgärderna stärker varandras varaktighet och effekt. Åtgärderna i och kring Växjösjön kan även förväntas vara de åtgärder som mest markant bidrar till att ytterligare minska den externa belastningen på nedströms liggande S Bergundasjön.

Föreslagna åtgärder i Södra Bergundasjön - sjösedimentet avgör sjöns status

Södra Bergundasjön tar redan idag, genom tillrinningen, emot mindre näring (fosfor) än vad som krävs för att den ska uppnå målet god ekologisk status. Den tillförda mängden fosfor motsvarar ca 400 kg på ett år, varav en stor del får anses vara naturligt. Om sjöbotten vore "frisk" borde statusen vara jämförbar med Helgasjön avseende näring, siktdjup och växtplankton och fisk mm. Insatserna bör därför fokuseras på det tillskott av näring som sker från sjöbotten, framför allt sommartid. Oftast är detta tillskott mer än 1000 kg per år, mätt som nettoförlust nedströms. Enskilda vår- och sommarmånader är dock fosfortillskottet till den fria vattenmassan större än så, men under höst återgår en stor del av fosfor i vattenmassan till sedimentet.

(TF/Planeringsavd) föreslås få i uppdrag att söka tillstånd för, och genomföra, en aluminiumbehandling av bottensedimentet (2014-2017). Åtgärdsförslaget har granskats av B Huser och S Köhler, Uppsala Universitet, och denna granskning stärker hypotesen att det är en lämplig åtgärd på denna plats.

Det förefaller fullt möjligt att, genom att tillsätta aluminium (naturligt förekommande i sjösediment), återskapa en mer naturlig sammansättning av ämnen i sedimentet och därmed, snabbt och samtidigt mycket långsiktigt, till största delen stoppa det interna tillskottet av fosfor till vattenmassan. Åtgärden kan rimligtvis genomföras 2016/17 och bör kosta omkring **20-25 mkr**. Mycket talar för att upprepade behandlingar av botten är att föredra, eftersom en betydande del fosfor är bunden i organiska föreningar som bryts ner långsamt. Dock kan man förvänta sig "full effekt" redan efter en säsong. Upprepade behandlingar - eventuellt med många års mellanrum - bör antagligen ändå göras just för att öka varaktigheten, göra åtgärden mer kostnadseffektiv samt för att hushålla med råvaran. TF har uppdragit åt Uppsala universitet att föreslå lämpligt förfarande, bland annat i just detta avseende. Slutrapport ang detta väntas i slutet av 2014. Den högre summa som anges ovan är baserad på att flera behandlingar görs.

VA-avdelningen/TF föreslås få i uppdrag att bygga ut dagvattenrening för Teleborg/Torparägen (Se även liknande åtgärd i avsnittet om Växjösjön ovan). Någon form av dagvattenrening avseende Teleborg bör definitivt byggas ut, även om åtgärden är försumbar i jämförelse med behandling av bottensedimentet i fråga om fosforbelastning. Detta bör ändå göras för att rena dagvattnet från metaller mm. Den dag kommunen bestämmer sig för att göra något åt fosforläckaget från bottarna är denna åtgärd även betydelsefull ur övergödningssynpunkt.

TF/(Planeringsavd) föreslås få i uppdrag att utifrån försöken med vegetation i Trummen utarbeta en plan för återetablering av växter, samt genomföra utplantering även i S Bergundasjön (2015-2019). Även S Bergundasjön har mycket sparsamt med vegetation, och det gör att även små mängder fosfor (som vi förväntas ha efter att ovan beskrivna åtgärder har genomförts) kan orsaka onödigt stora algblomningar. Med större kolonier av undervattensvegetation förväntas vi få ett mer robust ekosystem som bättre står emot oönskade algblomningar. *(se utförligare beskrivning av åtgärden i avsnittet om Trummen ovan). Man kan grovt sett förvänta sig att S Bergundasjön med alla andra åtgärder som beskrivits kan uppnå ett tillstånd som liknar dagens i Växjösjön. Vi ser dock hur varierande statusen är i Växjösjön – siktdjupet varierar mellan mindre än 1m till uppemot 4 m (ett enstaka tillfälle 2010).*

Föreslagna åtgärder i N Bergundasjön

S Bergundasjön måste först åtgärdas enligt ovan. Att kraftigt förbättra den uppströms liggande S Bergundasjöns status är den första åtgärden som behöver genomföras om N Bergundasjön ska restaureras. Därutöver krävs antagligen att våtmark anläggs och används som recipient istället för N Bergundasjön. Vidare krävs behandling av sjösediment som innehåller läckagebenägen fosfor i nivåer som är jämförbara med Södra Bergundasjöns botten.

Förväntade kostnader för åtgärder Bergundasjöarna

Totala kostnader för S Bergundasjön uppgår till 28 mkr, varav så mycket som 25 mkr utgör kostnader för bottenbehandling. Dagvattenreningsanläggning avseende torparängen/Teleborg är kostnadsbedömd till 2 mkr.

Totala kostnader för N Bergundasjön specifikt uppgår till ca 50-55 mkr. Åtgärderna bör genomföras tidigast från 2018 och kan vara avslutade 2020. Den största delen av kostnaderna består i anläggandet av ett nytt våtmarkssystem (ca 35-40 mkr). Till detta kommer bottenbehandling av sedimentet (ca 15 mkr). Det är möjligt att nationella föreskrifter om handel med utsläppsrätter antingen ger incitament eller minskat incitament för att genomföra åtgärden ur VA-kollektivets perspektiv. Det som skulle kunna ge ökat incitament vore om ett kommande regelverk i hög grad fokuserar på att minska *fosfor*förlusterna till Östersjön (inte kväveförlusterna). Detta beror på att genomförande av åtgärderna kan förväntas ha en stor positiv effekt på fosfortransporterna till havet, men i värsta fall en negativ effekt på kväveförlusterna.

Det finns inga medel upptagna för några åtgärder kring Bergundasjöarna i någon budget. Det finns inte heller lämpliga projekt inom TF att omprioritera till förmån för föreslagna åtgärder.

Övriga åtgärder som diskuterats för Bergundasjöarna

Vattenöverledning till Bergundasjöarna rekommenderas **i dagsläget inte som en prioriterad åtgärd.** Vattenöverledning kan förvisso antas ha en viss positiv effekt på Bergundasjöarna. Men det är troligt att det sker på bekostnad av ökad export av näringsrikt vatten nedströms, liknande det som diskuterats ovan kring Trummen och Växjösjön, fast i detta fall med Mörrumsån och havet som förlorare. Åtgärden är i detta avseende mycket mindre kontroversiell om en omfattande restaurering sker innan överledningen (framför allt om restaureringen omfattar även N Bergundasjön). Vidare: litteraturgenomgångar visar att vattenöverledningen bör vara mycket kraftigt dimensionerad för att uppnå avsedd effekt. En annan sak att ha i åtanke är att ökad vattenöverledning till N Bergundasjön, utan andra kraftiga åtgärder för att förbättra statusen i N Bergundasjön, kan försämra förutsättningarna för att restaurera S Bergundasjön. Denna risk ökar eftersom det kommer att orsaka en ökad "baklänges-strömning", dvs vatten kommer allt oftare att strömma in i S Bergundasjön från N Bergundasjön. Den situation där vattenöverledning vore minst kontroversiell är om vi genomför omfattande restaurering enligt alternativ 2, men ser att vattenöverledning kan förväntas vara en åtgärd som i sig själv på ett betydande sätt hjälper sjöarna (eller ev bara N Bergundasjön, dit överledningskostnaderna blir betydligt lägre) att "tippa över" till ett mer önskvärt tillstånd.

Reduktionsfiske skulle antagligen ha en viss positiv effekt, men åtgärden i sig kan inte förväntas innebära att vi kommer i närheten av målet god status. Efter en genomförd restaurering är oddsen antagligen mycket bättre i detta avseende. Om några år kan det därför vara lämpligt att genomföra reduktionsfiske. Dock indikerar även de provfisken vi genomfört under de senaste 8 åren att det sker en viss spontan minskning av mängden fisk i sjöarna, antagligen som ett svar på minskade näringshalter. Se mer om resonemang kring reduktionsfiske i avsnittet om Trummen.

Alternativa fällningskemikalier (dvs ej Aluminium) vid bottenbehandling: Redan inför den stora restaureringsatsningen på S Bergundasjön i början av 1990-talet diskuterades möjligheten att behandla sedimentet med andra naturligt förekommande mineraler, då järnklorid och kalciumnitrat. Man förutsåg emellertid redan då att det skulle krävas återkommande behandlingar eftersom den fosforbindande förmågan hos järn är syreberoende. Detta kommer av allt att döma bli ett alltför stort problem. Forskningen kring aluminiumbehandling är nu omfattande och utifrån de studier vi låtit göra kring de aktuella sjöarna är det inte att rekommendera att satsa stora belopp på tekniker som anses ha de naturliga förutsättningarna emot sig.

Riskerna med föreliggande förslag (dvs aluminiumbehandling) anses även vara små. Kortfattat kan sägas att själva mängden aluminium i sjösedimentet är en inte den stora frågan i diskussioner om risk för fisk och andra organismer. Den avgjort mest kritiska frågan är däremot mängden löst aluminium i vattenmassan. I mycket sura eller mycket basiska miljöer förkommer en hög halt aluminium i löst form. Det finns dock inget som talar för att detta torde ske i Växjösjöarna – tvärtom har detta lilla sjösystem ovanligt stor motståndskraft mot försurning jämfört med andra sjöar i trakten. Inte ens under de värsta åren på 70- och 80-talet var Växjösjöarna försurade. Vidare: aluminium är en naturligt förekommande metall som finns i betydande mängder i Växjösjöarnas och andra sjöars sediment. Som jämförelse kan nämnas att 1 300 ton aluminium avlägsnades från S Bergundasjöns botten i samband med muddringarna på 1990-talet (som en bieffekt – det hade varit bra om det hade kunnat ligga kvar...). Detta är mer än dubbelt så mycket som vi siktar på att tillsätta. Återigen: det är inte mängden Aluminium i sedimentet som är den stora frågan, utan surheten i vattnet samt jämviktsförhållanden mellan sediment och vatten. Genom planerade åtgärder kommer sjöarna få ett mer neutralt pH, vilket i sig kan minska aluminiumhalten i vattnet. Sådana effekter har man uppnått i flera andra fall i samband med aluminiumbehandling.

Hur vet vi om vi har lyckats?

Växjösjöarna har ursprungligen haft en näringsfattig karaktär som innebär relativt liten planktonproduktion, klart vatten och sjöar som lämpar sig för bland annat bad. Att nå god status är att ligga relativt nära detta miljötillstånd, som till mycket stor del beror på ursprungligt låga fosforhalter i vattenmassan. I kommunens miljömål och många andra sammanhang mäter vi primärt resultatet av våra ansträngningar avseende insatser mot övergödning i just fosforhalter. Detta är den mänskliga påverkan som har störst betydelse för miljötillståndet i bland annat Växjösjöarna.

Man måste dock ha klart för sig att sjöarna i denna trakt (inte minst Trummen) har begränsade möjligheter avseende ex siktdjup alldeles oavsett övergödningens problem. Det förekommer nämligen mycket humus i vattnet, som ett resultat av att även relativt opåverkad mark (ex skogsmark) har höga humushalter. Därmed är det inte rimligt att sträva efter ett siktdjup som överstiger ca 2 meter för Trummen. I de andra sjöarna är humushalterna lägre bland annat på grund av längre uppehållstid för vattnet i sjöarna. Därmed kan siktdjupet även bli märkbart större i de sjöarna. Vid ett mycket gynnsamt tillfälle, sommaren 2010, har Växjösjön tydligt uppnått "klarvattenfas" och då uppgick siktdjupet till hela 4 meter.

Vidare är det inte realistiskt att till 100 % lyckas släcka ut de säsongsmässiga variationerna i fosforhalt, liknande processer förekommer även i betydligt mer "jungfruliga sjöar". Dock kan man utifrån inte minst de långa tidsserier som finns för sjöarna resonera sig fram till relativt tydliga samband mellan totalfosforhalter, växtplanktonmängder och siktdjup. Utifrån dessa data och det arbete med modellering mm som har utförts är det en rimlig skattning att vi, vid genomförande av de ovan beskrivna förslagen, kan uppnå följande förväntade förbättringar avseende exempelvis siktdjup (tabell 1):

Nedan: tabell 1: Nyckeltal avseende siktdjup (meter sommartid) som visar på nuvarande tillstånd samt förväntade effekter vid god status med avseende på fosfor. Mittenkolumnen (2002-2012) avser förändring i medelvärde under den senaste 10-årsperioden.

Sjö	NU	NU	utveckling	MÅL	MÅL
	medel	normal var	2002-2012	medel	variation
TR	1	0,5-1,3	0,8-1,0	1,5	1,0-2,0
VXO	1,8	1,0-3,0	1,4-1,8	2,5/3	2,0-4,0
SB	1,1	0,4-1,8	0,8-1,1	1,8	1,0-3,0
NB	0,8	0,3-1,5	0,8-0,8	1,8	1,0-3,0

Syftet med att ovan redovisa ett antal nyckeltal är inte främst att visa på exakt hur stort siktdjupet förväntas bli, utan även att visa på vilka olika förutsättningar som finns för de olika sjöarna, samt hur olika de kan uppträda, även vid en och samma näringsnivå/fosforhalt.

Generellt kan även tilläggas att de oönskade extrema algblomningarna kan förväntas minska betydligt om ekosystemet i respektive sjö görs mer robust genom ex växtetablering. Därigenom kan fri tillgänglig näring inte enbart tillväxa som växtplankton, utan även tas upp av vegetation med fastsittande alger som betas av snäckor, samt att fritt svävande växtplankton effektivt kan betas ner av djurplankton som får skydd i vegetationen. I bild 1 nedan visas detta tydligt:



Bild 1. Trummen från ovan omkring 2007. Notera att Skirviken har betydligt klarare vatten än huvudbassängen, trots näringsrikare vatten och sediment, mer näringsrikt vatten i tillflöde söderifrån samt mindre vattendjup.

Uppföljning, uppdateringar och avvikelser:

Det är på förhand givet att några av de 10-talet beskrivna åtgärderna kan komma att behöva modifieras, kompletteras eller strykas. Detta främst på grund av att detaljprojekteringar ännu inte gjorts. Ansvaret för genomförande av åtgärderna kommer att ligga på Tekniska förvaltningen.

Tekniska förvaltningen föreslår att hela genomförandet av åtgärdsstrategin framför allt följs upp genom ordinarie verksamhetsuppföljning av Tekniska nämndens verksamhet. I tillägg till detta föreslås årlig rapportering av projektet ske till KS inför budgetförberedelserna.

Information om projektet kommer även att redovisas löpande på kommunens hemsida.

De direkta uppföljningarna av miljötillståndet sker genom den provtagning som sker i Mörrumsåns vattenvårdsförbunds/tekniska förvaltningens regi.

Mindre avvikelser avseende tillvägagångssätt, budget mm hanteras enligt ordinarie rutiner för TN.

Osäkerheter avseende genomförande

Det råder stor säkerhet om att kommunen bör satsa på ovanstående åtgärder (eller likartade satsningar) om vi ska nå målet God status och badbara sjöar i Växjösjöarna inom överskådlig tid. Det råder dock alltid en osäkerhet om tillstånd, exakt genomförande (tidpunkt, metodik detaljer) och tillåtlighet. Tillstånd bör sökas för bottenbehandling med aluminium, samt eventuellt för flytt av utsläppspunkt för dagvatten från Lagunerna och etablering av nya stora reningsdammar vid Torparängen, Södra Bergundasjön.

Undertecknad bedömer som osannolikt att tillstånd inte skulle ges till de föreslagna åtgärderna då miljöriskerna med åtgärderna är små eller obefintliga, i förhållande till miljönyttan och övrig nytta. Dock visar erfarenheten att även aldrig så bra projekt kan försenas p.g.a. överklaganden, mer eller mindre välgrundad oro etc. Aluminiumbehandling samt eventuella nya stora laguner eller liknande, är de åtgärder som sannolikt kräver tillstånd från Mark- och miljödomstolen.

Få av åtgärderna är i detalj projekterade eller budgeterade. För flera moment är det dock möjligt att anpassa åtgärden efter det ekonomiska utrymmet, på bekostnad av exempelvis krav på effekt, varaktighet, estetiska hänsyn mm. Vidare måste hänsyn tas till kommande driftskostnader framöver..

Det är också möjligt att man under arbetets gång kommer att finna nya välgrundade förslag. T ex bör man som ovan nämnts i flera fall överväga reduktionsfiske, men det kan oftast ses som en driftskostnad och en åtgärd som oftast har kort varaktighet. För att reduktionsfisket ska vara mer långsiktigt bör det samordnas med avlastning av näringsämnen (renare tillflöden) och ett genomtänkt och trovärdigt arbete för att återfå vattenvegetationen. Då har man skapat ett långsiktigt mer tåligt ekosystem. Men, när det nu står klart att det finns möjlighet att reducera belastningen av fosfor till vattnet bör insatserna i första hand koncentreras till detta.

Tekniska förvaltningens förslag till målsättning:

Kommunens långsiktiga målsättning bör vara att inom rimlig tid, eller 5-10 år, uppnå god status i hela sjökedjan, d.v.s. att genomföra alternativ 2. Inom 5-6 år bör vi kunna ha fått ner fosforhalterna under eller i närheten av god status, samt börjat se mycket tydliga förbättringar avseende siktdjup och växtplankton. Inom 10 år bör vi ha nått god status med avseende på fler parametrar och ha sjöar som tack vare ett mer välutvecklat ekosystem inte är fullt så känsliga som idag för tillfälliga försämringar (ex varma somrar).

Till att börja med kan det räcka att budgetera för alternativ 1 med en hög ambitionsnivå. Det torde innebära ca 41 mkr i investeringar för huvudsakligen 2014-2017. Detta bör innebära att miljö tillståndet förbättras kraftigt i de tre översta sjöarna samtidigt som N Bergundasjön förbättras.

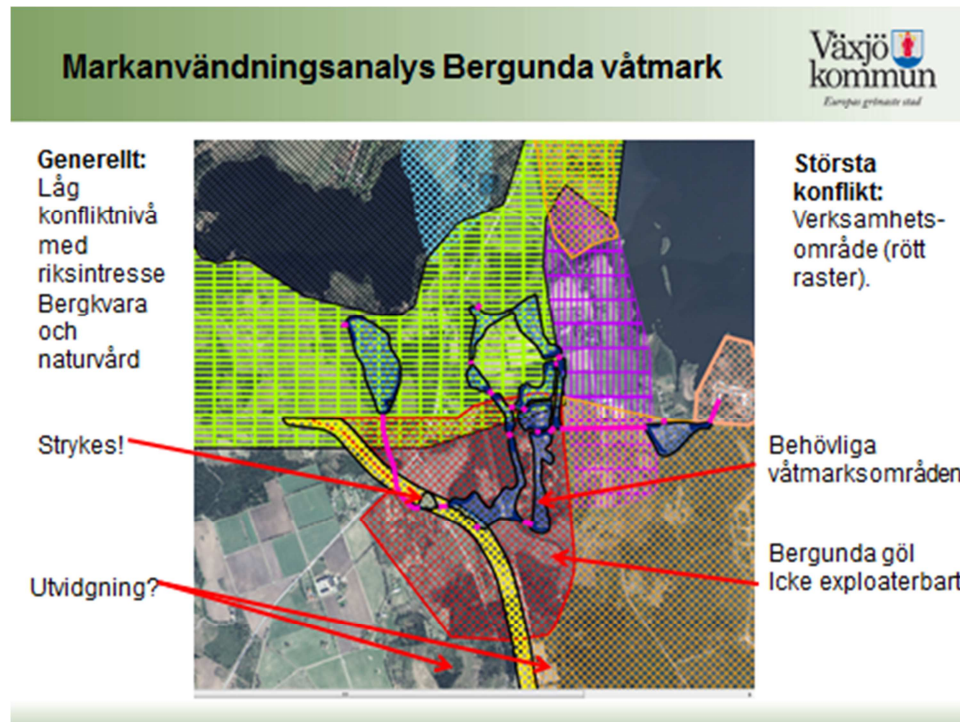
Förhoppningsvis, och troligtvis, kan kommunen inom några år, d.v.s. omkring 2016/2017 mer välunderbyggt bedöma utsikterna att lyckas även med alternativ 2. Om allt går som planerat bör man då, när man ser att S Bergundasjön förbättras, samt att vi har genomfört experiment och andra försök avseende sediment, överväga att fortsätta och genomföra restaurering även av N Bergundasjön (dvs genomföra Alt 2). Parallellt med genomförande av alternativ 1 bör därför Tekniska förvaltningen göra mindre insatser och förberedelser (utredningar, underlag till tillståndsansökningar mm) för ett sådant scenario. Ännu ett skäl som talar för att vänta med att budgetera för åtgärder

kring N Bergundasjön är att regeringen överväger att införa handelssystem för kväve- och eventuellt fosforutsläpp. Sådana styrmedel kan kraftigt påverka VA-kollektivets förutsättningar att finansiera den dyraste av alla föreslagna åtgärder, nämligen ett våtmarkssystem som ny recipient.

Det kan dock, för flera nämnder och tjänstemän m fl, finnas anledning att reflektera över möjligheten att restaurera N Bergundasjön redan nu. Detta främst därför att målsättningen antagligen kräver att kommunen värnar om behövliga markområden för anläggande av en våtmark som kan ersätta N Bergundasjön som recipient för Sundets avloppsreningsverk, se bilaga 1.

Andreas Hedrén 2014-04-25

Bilaga 1: Behövliga markområden om Norra Bergundasjön ska avlastas som recipient.



Bilaga 2: Sammanfattning av preliminär tid- och kostnadsplan.

ETAPP 1: Trummen - Växjösjön - S Bergundasjön åtgärdas 2014-2017/18.

<u>prio</u>			<u>år</u>	<u>kostnad</u> mkr	<u>bidrag</u> mkr	<u>SUMMA</u> <u>MKR</u>
1	Trummen					
1	extern	Nya dagvattendammar Kvarnbäcken	2014			
1	extern	Förstudie våtmark Skir	2014	0,15	0,07	
1	extern	genomförande våtmark Skir	2017	2	troligt	
1	Intern	Vegetationsetablering	2014-2016	0,6	0,25	
	Växjösjön					
1	extern	Nytt reningssteg Lagunerna			3	
1	extern	Nytt reningssteg Välludden			1	
1	Intern	AI-behandling	2016	6		
1	Intern	Vegetationsetablering	2015-2018	0,6	0,25	
Summa kostnader TR + VXO 2014-2018						13,35
	S Bergundasjön					
1	Intern	AI-prov samt förstudie/experiment	2014	0,5		
1	Intern	AI-behandling genomförande	2016-2017	25		
1	extern	Dagvattenrening torparängen			2	
1	Intern	Vegetationsetablering	2016-2018	0,6	0,25	
Summa S Bergundasjön 2014-2018						28,1
1	3 el 4 sjöar	utökade bottenundersökningar	2014-2017		1	
Summa prio 1 år 2014-2017						42,45
2	Intern	ev reduktionsfiske TR	2år		1	
2	Intern	ev reduktionsfiske VXO	2år		1	
2	Intern	ev reduktionsfiske SB	2år		2	
Summa Prio 2						4

ETAPP 2: N Bergundasjön åtgärdas 2018-2020.

	Våtmark	2018-2020	40			
	AI-behandling genomförande	2018-2020	15			
Summa totalt						55
						101,5