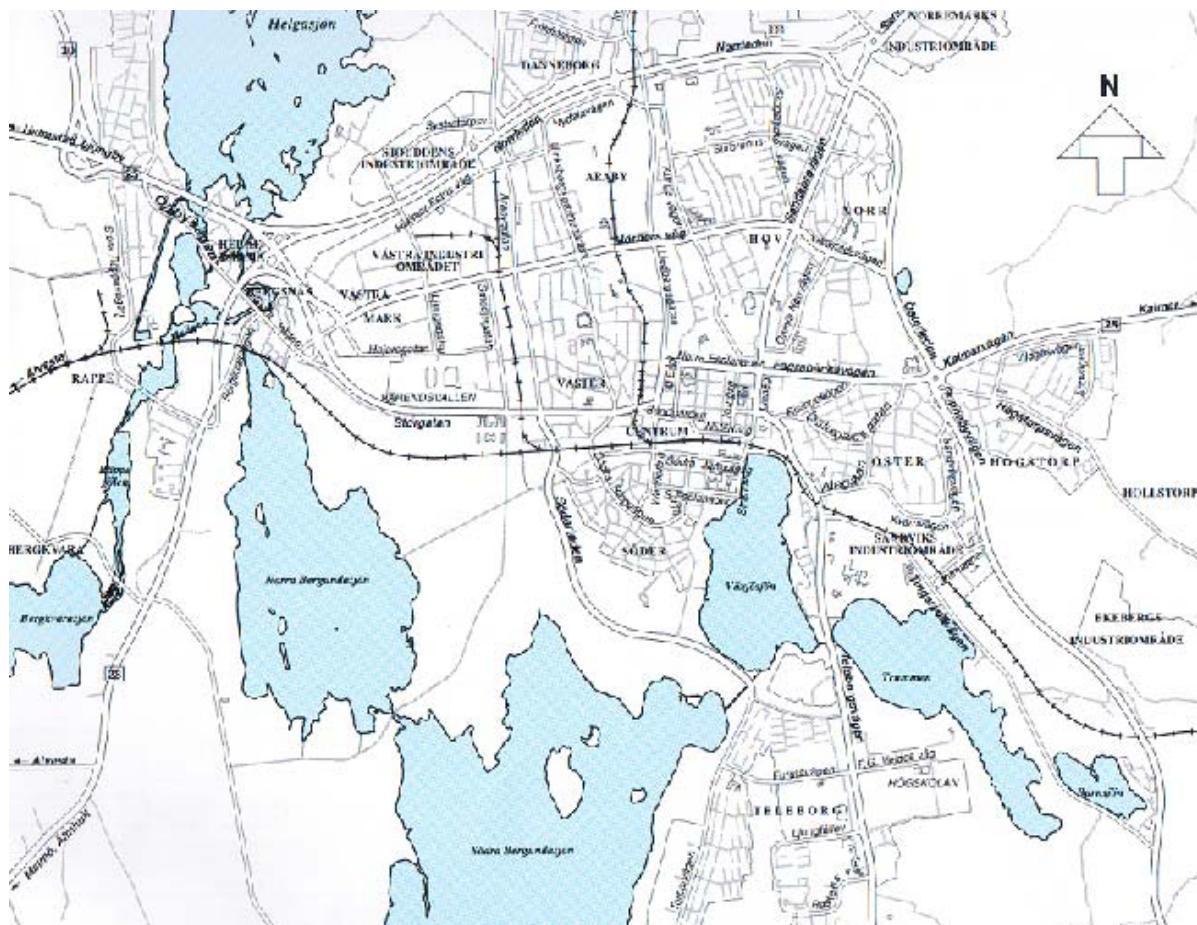


# Förstudie avseende förutsättningar att med reduktionsfiske biomanipulera sjösystemet Trummen, Växjösjön, S. & N. Bergundasjöarna i Växjö kommun.



De s k Växjösjöarna (Stadsingenjörsenheten Växjö kommun)



**F.A.S.T. - Fiskeresursgruppen**  
Dalanatur AB  
Hjortnäs, Karlesvägen 3  
793 90 Leksand

**Mikael Carlstein**

[www.Fiskeresursgruppen.se](http://www.Fiskeresursgruppen.se)

## Sammanfattning

Resultaten av denna förstudie visar att utfiskning av sk vitfisk i syfte att biomanipulera Växjösjöarna och därmed erhålla önskade effekter som höjt siktdjup, mindre risk för blågrönalgbloomingar mm, är möjligt. Bäst prognos för lyckat resultat har Växjösjön och Trummen. Metoden skall dock inte ses som ett sätt att väsentligt fosforreducera sjöarna ty den totala mängden fosfor som kan bortföras med fisk är låg i förhållande till hur mycket som finns bundet i sjöarnas sediment och övriga organismer. Utökad kunskap om fiskbestånden och vattensystemen som helhet, samt en förbättrad naturresursbaserad förvaltning av fiskbestånden i sjöarna, kan ge förutsättningar för att dessa åtgärder blir relativt varaktiga.

Rekommendationer för reduktionsfisken ges samt tankar kring forsknings- och utvecklingsprojekt som alternativa/kompletterande sätt att biomanipulera sjöarna.

## **Förstudie avseende förutsättningar att biomanipulera sjösystemet Trummen, Växjösjön, S. & N. Bergundasjöarna i Växjö kommun.**

### **Syfte och målsättning**

Att ge rekommendationer angående reduktionsfisken mm i de fyra ovan nämnda Växjösjöarna för att tillgodose målen om avsevärd förbättring av vattenkvaliteten avseende växtplankton, blågrönalger, siktdjup och fosfor.

Förstudien har utformats som en rapport i tre delar:

- 1) En allmän introduktion till fiskbiologi och biomanipulering.
- 2) En deskriptiv del rörande Växjösjöarnas problematik och historik.
- 3) Rekommendationer till försök och åtgärder.

Studiens första två delar kan med fördel användas som introduktion/förkovran t ex vid informationsmöten rörande reduktionsfisken och förvaltning av fiskbestånd. Författaren har därför prioriterat en lättförståelig utformning av texten med förklaringar till limnologiska (sötvattenbiologiska) och andra fackuttryck.

### **Introduktion**

#### **Hur mycket fisk finns det i svenska inlandsvatten?**

Det finns relativt lite kvantitativa data över fiskbiomassa i sjöar eftersom det krävs ganska stora arbetsinsatser för sådana undersökningar. I rinnande vatten börjar mer och mer data bli tillgängliga. I Sverige har Fiskeresursgruppen under de senaste 15 åren har tagit fram kvantitativa uppgifter för mängden laxartad fisk, främst harr, i reglerade näringsfattig älvar i skogslandet (Carlstein m fl, 2002; 2003; 2004 & 2005). Från dessa data har uppskattningar också kunnat göras indikerande en total fiskbiomassa om i storleksordningen 30 kg/ha för dessa vatten.

Nätprovfisken med standardiserade provfiskenät i sjöar ger en bild endast av de fiskar som låter sig fångas och tillåter bara relativa jämförelser mellan de olika fiskerna utan egentliga kvantitativa data. Fångsten domineras dessutom av de fiskar som rör sig relativt mycket i allmänhet eller vid provtagningstillfället. Vissa arter vet man blir underrepresenterade t ex gädda, ål, sarv, löja m fl. Generellt sett finns det mer i fisk i en grund sjö än i en djup. Ju fler arter det finns, som kan utnyttja vattnets olika miljöer, desto högre blir den totala biomassan av fisk.

I en varm, grund och mycket näringsrik sjö i södra delen av Sverige kan det finnas ungefär 300 kg fisk/ha vattenyta, kanske t o m mer i onaturligt näringsrika vatten. I extremt näringsfattiga vatten, som t ex i våra fjällsjöar, rör sig den totala fiskbiomassan om enbart enstaka kg/ha. S k ekoräkning av pelagisk fisk (fisk som lever i den öppna vattenmassan) i olika större svenska sjöar har gett uppgifter om mellan 300-15 000st fiskar per ha motsvarande 15-500kg fisk/ha (Enderlein, Ekologisk fiskevård)

Uppgifter om avkastning av fisk i olika vatten finns att tillgå. Med avkastning avses så mycket man skörda av en fiskart för att detta skall vara uthålligt och möjligt återkommande år efter år. Av gädda anses det att kan man uthålligt fiska upp 0,5-3 kg/ha och år och av abborre och gös lite mer mellan ca 0,5-6 kg kg/ha och år (Tabell 1, data från Ekologisk fiskevård). Detta är ändå mycket mindre än vad många fiskare, inklusive undertecknad, hoppas på som fångst - vid varje fisketillfälle!

Tabell 1. Avkastning kg/ha och år av fisk i olika vatten.

Fjällsjö	Öring	0,2-3
	Röding	0,2-3
	Harr	1-4
	Sik	1-4
Inlands/skogssjö	Öring	0,5-1
	Harr	1-4
	Abborre	0,5-4
	Gädda	0,5-2
	Lake	1-2
	Sik	1-6
	Siklöja	1-10
Kust/Låglandssjö	Gös	0,5-6
	Abborre	1-5
	Gädda	1-3
	Lake	1-3
	Sik	0,5-2
	Siklöja	1-10
	Karpfisk	1-200

För att kunna sköta om fiskresursen i sjöar och vattendrag är det, liksom för jakt, skogsskötsel och lantbruk, viktigt att veta hur mycket av resursen man har, produktionen av dessa naturresurser och hur man kan ”skörda” för att inte tära för mycket på kapitalet. En s k fiskevårdsplan (en plan för skötsel av fiskevatten inom ett område) är ett viktigt verktyg för en naturresursbaserad skötsel av fiskresursen. Hur denna förvaltning ter sig varierar naturligtvis med sjön/vattendraget i fråga individuellt och förändras ofta även med tiden i takt med att resultaten av skötselplanen förhoppningsvis infinner sig. Uppföljningar är viktiga så att fiskevårdsplanen kan uppdateras med jämna mellanrum.

## Biomanipulering

Fiskar är toppkonsumenter av organiskt material i sjöar och transformerar energi från lägre näringsnivåer (trofinivåer) högre upp i ekosystemet samtidigt som fosfor och kväve antingen binds i fiskens kroppsvävnad eller utsöndras via avföring eller nedbrytning av död fisk. I näringsfattiga sjöar sker omsättningen av fosfor snabbt under sommaren för att sedan avta. Vid minskad fosfortillförsel i näringsfattiga sjöar återgår produktionen relativt snabbt till ursprungliga värden (Vollenweider, 1968). Vissa sjöar med mycket fosfor i sedimenten (som t ex Växjösjöarna) fortsätter att vara högproduktiva även om fosfor-tillförseln reduceras p g a att sedimenten läcker oorganisk fosfor, man säger att sjöarna är internt belastade (Wetzel, 1983). I kraftigt näringsrika (hypereutrofa) sjöar är det vanligt att djurplanktonätande fisk (mört, löja, sarv, t o m braxen i vissa situationer, m fl, här kallade vitfisk) blivit dominerande. Detta skapar en obalans i ekosystemet, sett ur mänskliga ögon, med dominans av växtplankton vilket leder till lågt siktdjup, algbloomingar och risker för förgiftningar till följd av toxiner (gifter) ansamlade i blågrönalger. Denna obalans kan förskjutas åt ett mer rovfiskdominerat fisksamhälle genom s k biomanipulation (ofta utfört som uttag av vitfisk genom reduktionsfiske) som leder till mer djurplankton vilka då äter upp mycket av växtplanktonen vilket resulterar i klarare vatten. Hur varaktig denna effekt är beror av en mängd olika faktorer och mer eller mindre komplexa samband.

Bland de svenska sjöar som tidigt biomanipulerades hör Trummen (utfiskning och muddring 1970-81), sjön Trekanten i Stockholm (fiskdöd genom rotenon-behandling 1986) och ett par sjöar i Malmöhus län.

I Finland har man större erfarenhet av biomanipulering än i övriga nordiska länder. Redan tidigt gjordes en del storskaliga försök och nu är biomanipulering genom fiskreducering en linjeverksamhet. Förmodligen beror detta delvis av att det fortfarande finns en yrkesfiskeorganisation och tradition som kan medverka i genomförandet och dels på att relativt hårt fiske t ex med nät är mer accepterat än i vårt land. Man räknar med att ca 1500 sjöar behöver restaureras i Finland (Sarvilinna och Sammalkorpi, 2010).

Erfarenhetsmässigt/teoretiskt sett behöver man minska vitfiskbeståndet i en sjö med ca 80 % för att få en ny balans där rovfisken reglerar vitfisken så att djurplankton kan öka för att i sin tur begränsa växtplankton. Denna procentsats ska naturligtvis behandlas med stor försiktighet men har visat sig vara relevant i flera biomanipulerings-åtgärder i grunda eutrofa slättlandssjöar i södra Sverige och i Finland. Limnologiska institutionen vid Lunds Universitet genomförde i Ringsjön en omfattande utfiskning av mört- och braxenbeståndet (totalt ca 80%) under perioden 1988-92 (Hamrin m fl, 1993). Resultaten visade på klara positiva effekter av utfiskningen; fosforhalterna nästan halverades och siktdjupet fördubblades från ca 1 m till 2 m. Sarvilinna och Sammalkorpi (2010) uppger att man i Finland har som riktlinje att 50-100 kg/ha och år är ett rimligt mål för fiskfångst i södra och mellersta Finland i näringsrika sjöar med en total fosforhalt i vattnet upp till 50 µg/l. Vid Fosforhalter över 100 µg/l anses att fångstmålet ska höjas till i storleksordningen 150-200 kg/ha och år. Fisket är mest effektivt när det riktas mot både gamla och unga fiskar och man bör räkna med insatser under tre år och dessutom med kompletterande fisken någon tid därefter.

Anledningen till att vitfiskreduceringen behöver vara snabb och effektiv under 2-3 år är att annars ges utrymme för ökad tillväxt hos kvarvarande vitfisk så att de snabbt återkommer i stor omfattning då det efter åtgärderna finns ett överskott av föda för dessa första sommaren (Hamrin, muntligen). Det kommer att bli väldigt mycket vitfiskyngel redan efter första året.

Det är viktigt att man försöker störa leken, eller överlevnaden hos lekfisk/ungel t ex med elfiske från båt. Vissa trålar dödar också mycket vitfiskyngel. Maximal predation från rovfiskar är också önskvärd.

Sjöar lämpliga för biomanipulering genom reduceringsfisker är enligt ekologisk fiskevård:

- Helst små sjöar (<100ha) och grunda så att solljuset når ner till bottenväxterna.
  - ”Befriade” från extern tillförsel av fosfor.
  - Innehåller mindre än 100 mikrogram Tot-P
  - Siktdjup <1m.
  - Fiskbiomassan bör vara över 150kg/ha
  - Sjöar med stabila sediment är lämpligast.
- Algsamhället dominerat av grönalger och kiselager, ej av blågrönalger.

En förutsättning för att biomanipulering genom reduktionsfiske skall ge lång/beständig effekt är att predationstrycket från rovfisk (predatorer) som abborre, gös eller gädda tillåts öka till en nivå som kontrollerar vitfiskbestånden. Detta kräver en snabb storleksmässig tillväxt hos predatorerna så att de i huvudsak kan övergå från att äta smådjur till fiskdiet. En genväg till detta är inplantering av tillräckliga mängder rovfisk från extern källa vilket också utförts t ex i sjön Kuupylynjärven i Finland. I Holland har man planterat ut gös efter braxenreduktion och, i takt med att sjöarna blir klarare, också gädda och abborre. Även i Danmark har man i liknande försök planterat in stora abborrar. Effekten av dessa utplaneringar är dock ofta oklar/dåligt dokumenterad p g a bristande uppföljning.

## **Metoder för att ”fiska ur” sjöar i biomanipulerings syfte**

Det finns en handfull beprövade och vedertagna metoder för att fånga fisk i biomanipulerings syfte. Dessutom redogörs nedan för några oprövade/tänkbara metoder.

### **Beprövade**

#### Trålning med bottentrål

Har använts inom flera projekt i Sverige. Relativt arbetskrävande men har fördelen att rovfisk kan returneras levande och att man kan registrera/dokumentera fångstmängderna.

Vill man dessutom av olika skäl synliggöra reduceringsfiskerna är båtar som arbetar på vattnet relativt ”iögonen-fallande”.

*Växjö kommun äger två trålbåtar (se nedan) och utrustning för trålning (bl a tre bottentrålar). Användandet av båtar längre än 6m i yrkesmässig trafik kräver fartygsbefäl klass 8-behörighet.*



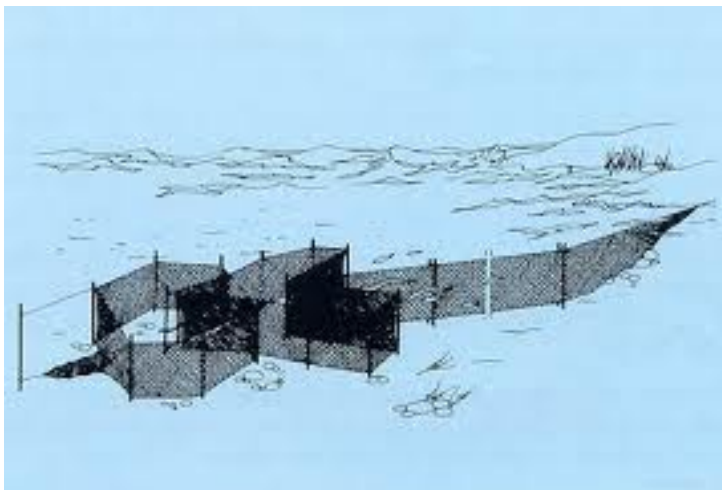
Trålningsarbeten vid reduktionsfisken i Vallentunasjön (Foto M.Carlstein)

### Nät och skötar

Vanliga bottensatta nät och sk skötar (som fiskar i den fria vattenvolymen) fungerar naturligtvis bra för fångst av fisk. Är dock selektiva för sin maskstorlek och väldigt arbetskrävande. Därför inget bra alternativ vid reduktionsfisken.

### Bottengarn/Storryssja & Mjärdar

Dessa fångar, liksom nät, passivt men har fördelen att de relativt sett är mindre arbetskrävande än nätfisken och dessutom kan önskvärda storlekar av vissa arter och rovfisk återutsättas. Under varma sommarmånader behövs ofta ett uppehåll göras för att inte fisk (speciellt rovfisk) skall dö av syrebrist i strutarna. Hönsnäts-mjärdar kan ge ”skavsår” på fisk.



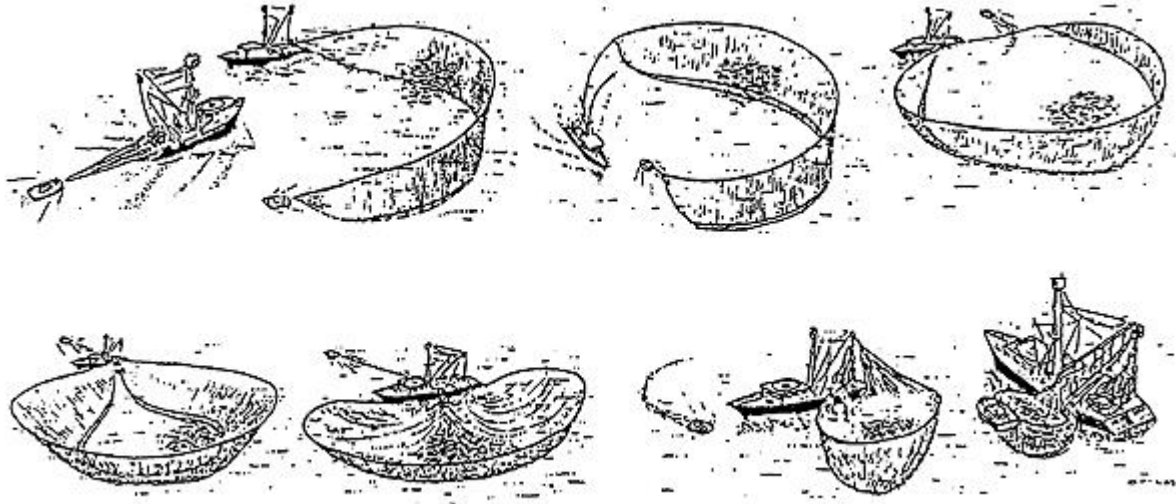
Källa: fiskbasen.se

### Not

Dras från land eller från båt. Kan ge stora fångster, ganska arbetsintensiv och kräver lämplig botten utan hinder.

### Ringnot

Ett långt nät som upptill har flöten, och i nederkant har tyngder och löpringar för en vajer som kan dra ihop bottendelen, så att nätet får en skålform med sluten botten. Används för att fånga in fisk innanför nätet och sedan successivt göra det mindre och koncentrera fisken som fanns inom det avskärmande nätet. Är i grunden samma sak som snörpvad men med ringnot avses som regel de större varianterna som alltid läggs ut från båt och som kan vara upp till två kilometer långa (omkrets) och flera hundra meter djupa. Fiskemetoden är effektiv och kan ge över tusen ton fisk i ett kast i havsmiljö.



Källa: fiskbasen.se

Har visats ge stora fångster i Finland under perioder då fisk aggregerar sig t ex i djuphålor sommar och vinter men även vid pelagiskt fiske sommartid. Arbetsintensiv metod men under kort tid. Kräver kunskap om mål-fiskbeståndens beteende/uppehållsplatser och teknik för att lokalisera ansamlingar av fisk.

### Elfiske från båt

Har använts i Vallentunasjön i Stockholm. Speciellt viktig för bekämpning av lekfisk och yngel. En nackdel är att mängden fisk kan vara svår att dokumentera (ej möjligt att hinna häva all fisk) och om lekfisk uppehåller sig i litoralen (se nedan) eller vid eliminering av små yngel som ej kan fångas p g a sin storlek. Stora ytor t ex lekområden kan fiskas på relativt kort tid.



Foto: M. Carlstein och Vallentunasteget

## **Mindre vanliga metoder**

### Rotenonbehandling

Inte så mycket brukat under senare tid. Har använts t ex i Trummen. Mycket effektivt för att döda fisk. Nackdel är att begränsning av giftet i vattenmassan är besvärlig samt att det vid användning i närheten av samhällen/tätorter lätt kan uppstå negativa reaktioner då 100% av all död fisk inte kan samlas in effektivt. Tillstånd behövs från Länsstyrelsen och kemiska medel mot fisk måste sedan 1992 vara godkända av kemikalieinspektionen.

### Fällfångster av vandrande fisk

Har använts framgångsrikt för att fånga fisk vid avstängningar av in- och utlopp i sjöar. Kräver kunskap om fiskbeståndens vandrings/beteende.

## **Oprövade metoder**

### Trålning med flyttrål

Förvånansvärt nog är detta inte provat vid reduceringsfisken. Borde kunna passa i grunda sjöar som t ex Trummen och N. Bergundasjön som är grund och relativt stenig vilket förhindrat trålning med bottentrål.

### Trålning med flyttrål i kombination med elfiskebåt.

Vid elfiske dras fisk mot anoden vilket vid elfiske från båt innebär att fisk blir liggande i ytan efter bedövning. Bör provas i samband med flyttrålning.

### Decimering med utplanterad, och gynnande av naturligt förekommande, rovfisk.

I näringsrika grunda lite större sjöar med lågt siktdjup är gös den överlägset bäst lämpade predatoren. Tillgången till vuxen odlad gös är dock obefintlig ännu. Utplantering av ensamrig gös (6-8cm stor) bör föregås av noggrann bedömning av predation/konkurrenssituationen i aktuell sjö. Utplantering av vildfångad 25cm stor gös har enligt uppgift utförts men inte utvärderats.

Odling av Abborre har utvecklats under de senaste decennierna och är idag fullt möjlig. I den finska sjön Kuupylynjärven har abborre planterats ut i samband med biomanipulering. Abborrodling i eller i anslutning till Växjösjöarna skulle vara fullt möjlig. Extra intressant är om detta kunde utföras genom utfodring med den sk skräpfisk som fiskas ur sjöarna. Vid lämplig storlek/tidpunkt skulle man då kunna släppa ut stora mängder abborre som "assistenter" vid biomanipuleringarna för att äta yngel/småfisk. Detta kräver dock att siktdjupet inte är för lågt då abborre, liksom gädda, jagar med hjälp av synen.

Anläggande av "lekgator" i stranzonen och höjning av vattenstånd under våren för att möjliggöra gäddlek kan också vara positivt. I Finland har man i vissa vatten infört en minsta nät-maskstorlek om 55mm i vissa sjöar för att gynna gädda (Sarvilinna och Sammalkorpi, 2010). I Växjösjöarna är det mycket viktigt att förvalta gösen, kanske t o m freda den helt, under en "återetablerings-/uppväxtperiod". Ett totalt nätförbud skulle gynna samtliga rovfiskar i sjöarna. Om detta är svårt av praktiska skäl skulle man åtminstone önska sig en minsta tillåten maskstorlek om 120mm för att enbart skörda stora/äldre exemplar i nätfiskena. Ett generellt minimimått om minst 60cm vid allt fiske efter gös rekommenderas även.



## **Övriga metoder**

### Halm

Man vet att färsk och delvis förruttnad halm från korn hämmar alg-tillväxt kortsiktigt och därmed gör vatten klarare. Mekanism och långsiktig effekten är oklar och en del resultat talar för att effekten varierar mellan olika algarter. Man har också vid försök med halm mätt upp kraftigt förhöjda halter av ammonium och fosfat vilket talar emot metoden (Soutukorva & Naumann, 1994).

### Vattenöverledning

Görs för närvarande från Helgasjön för utspädnings-effekter. Kan möjligen utökas därifrån eller periodvis från annan källa/ansamling av vatten (Hedren, pers. komm.)

### Kemisk fällning av sediment

Har utförts på andra håll i landet men kostnadseffektiviteten är ifrågasatt då detta är relativt dyrt. Utökade undersökningar av sedimenten avseende transportbottnar/sedimentationsbottnar är nödvändiga som underlag för denna åtgärd eller andra (se nedan).

### Muddring

Är möjligt men effekterna i Växjösjöarna har inte varit så stora som förväntat. Kanske beroende av att man inte kunnat ta bort tillräckliga sedimentmängder samt att sedimenten i sjöarna, el i delar av sjöarna, inte är så stabila som man räknat med utan kan cirkulera vid hård vind.

### Introduktion av makrofyter (vattenväxter).

Etablering av makrofyter anses generellt som positivt främst då de kan stabilisera sedimenten men även vid tillväxt binda upp en (mindre) del fosfor i sin "egen" biomassa. Förekomsten av signalkräfter i Växjösjöarna gör att effekten av sådana ansträngningar skulle kunna utebli då kräftor effektivt betar ner växtlighet i sjöar. Kräftor är dock beroende av gömslen och etablerar därför täta bestånd främst på steniga bottenar. Om förekomsten av kräftor är låg på mjukbottenarna i Växjösjöarna skulle det kanske ändå vara mödan värt att prova plantering av makrofyter. Även här är utökad kunskap om bottenstruktur/sedimenten viktig. Det finns dock inte särskilt mycket kunskap om hur man rent praktiskt ska gå tillväga. Metoder och tillvägagångssätt måste därför i stor utsträckning provas fram.

### Anläggande av risvålar/vasar

Ökar inte fiskbiomassan generellt sett i sjöar utan omfördelar näring från sjöns andra delar och koncentrerar denna lokalt kring risvålarna med den ökade biomassan av småabborre (och andra arter) efter leken då abborrhonorna "hänger upp" sin rom i riset. Är det brist på lekområden/miljöer för abborre som gör att det finns outnyttjad potential för tillväxt av arten kan man naturligtvis förvänta sig en ökning av abborre vid sådana åtgärder om det finns tillgängliga födoobjekt för yngel och småabborrar.

### Introduktion av Karp

Introduktioner av gräskarp har utförts på många håll i svenska vatten (kanske mer på god marknadsföring från försäljare av dessa fiskar än baserat på kunskap) i syfte att bekämpa vegetation. Effekten av sådana utplanteringar har nog ofta överskattats då karp liksom andra fiskar kräver speciella livsmiljöer och dessutom utsätts ju utplanterad fisk i naturvatten alltid för konkurrens/predation från andra fiskarter. Utvärdering av resultaten saknas i stort.

Bekämpning av makrofyter i biomanipuleringsprojekt är direkt motstridigt till den vanliga önskan om ökad vegetation för fastläggande av näringsämnen/stabilisering av sediment. En del av näringen från den vegetation som karporna äter görs tillgänglig för växtplankton via avföringen vilket inte är önskvärt.

## Växjösjöarna

### Historik

Växjösjöarna (Trummen, Växjösjön, Södra Bergundasjön och Norra Bergundasjön) bedöms ha haft en ursprungligen näringsfattig karaktär, men en lång period av mänsklig aktivitet och befolkningskoncentration i tillrinningsområdet har medfört att sjöarna blivit kraftigt övergödda. Även om de fyra sjöarna delar ett gemensamt problem med för höga näringshalter, och följderna därav, är de av naturliga skäl väldigt olika t ex vad beträffar storlek, struktur, fiskbestånd mm och till följd av de olika åtgärder som vidtagits. De kommande åtgärderna för de olika sjöarna behöver därför anpassas till dagsläget och skraddarsys för respektive sjö i tid och rum.

### Trummen

Trummen kom att bli föremål för det första biomanipuleringsförsöket i landet (1976-81). "Skräpfisk" fiskades ut med bottengarn och rotenon så att 13,4 ton (191 kg/ha) togs bort 1976-1978 (Persson & Svensson 2004). Grumlingen minskade succesivt och individtätheten av större cladocerer (hinnkräftor) ökade till 1979, då utvecklingen vände igen möjligen beroende på att stora årsklasser småabborre åt cladocerer. För att långsiktigt bemästra eutrofieringssymptomen genomfördes från slutet av 1980-talet och mer än 10 år framåt ett decimeringsfiske i både Trummen och Växjösjön (se nedan) med hjälp av trålning. Idag finns fortfarande eutrofierings-problem i Trummen, sannolikt till en del p g a näringsläckage från den icke muddrade Skirviken. Data från senare års övervakning av Trummen indikerar dock att detta inte behöver vara fallet (Hedren, pers komm).

### Växjösjön

Även Växjösjön har varit starkt avloppspåverkad och eutrofierad. Sjön är något djupare än Trummen. Enligt provinsialläkaren i Kronobergs läns årsberättelse 1901 blev vattenkvaliteten i sjön för varje år allt mer kloakvattenlik. Problemen angreps med dåtida metoder genom att ett mudderverk var i verksamhet 10-talet år fram till 1927. Deponerade muddermassor utgör numera en udde i sjön. I senare tid (1971) gjordes försök med luftbubbling från perforerade slangar nedsänkta i sjön. Detta försök att minska effekterna av syrgastäringen i sjön fick dock avbrytas då sjön var på väg att bottenfrysa under vintern (Persson & Svensson, 2004).

Åren 1990-91 muddrades 10 cm av Växjösjöns sediment bort (med slutmuddring 1992). Utrustningen flyttades sedan till Södra Bergundasjön där vidare muddring pågick till 1997 och 1,3 milj. m<sup>3</sup> slam tagits upp.

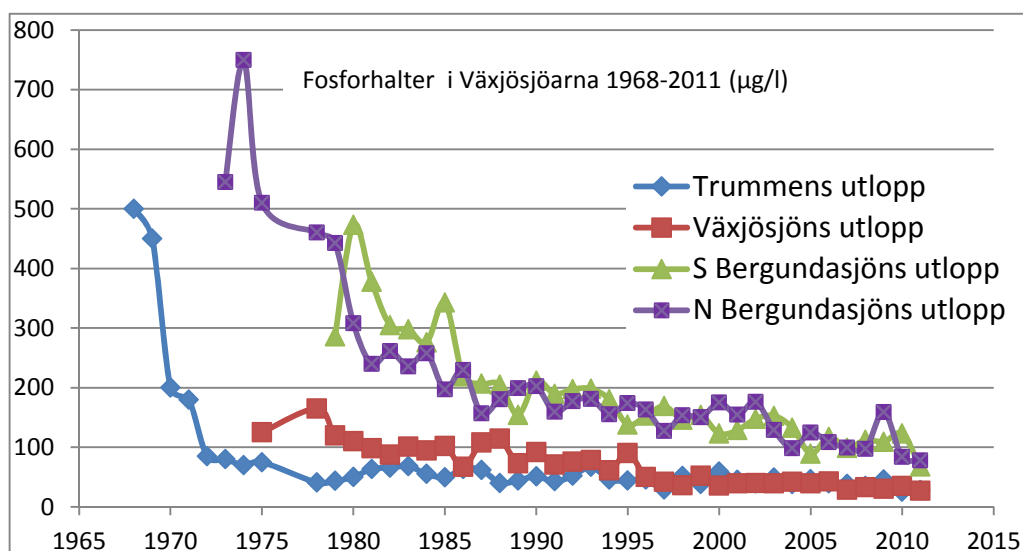
## Södra och Norra Bergundasjön

Båda Bergundasjöarna har nyttjats som recipienter för Växjö stad och i samband med detta tillförts stora mängder näringsämnen. Sjöarna är i dag eutrofierade och provfiskeresultaten visar på en fortsatt stark näringspåverkan (Huskvarna ekologi, 2011). Tydliga indikatorer är det låga siktdjupet, uppmätt till 0,4 m i båda sjöarna, en hög fångst av fisk per ansträngning samt en fiskfauna dominerad av vitfisk. I Norra Bergundasjön uppkom blågrönalgblooming under sommaren 2011 samt vid tiden för provfiske.

## Sjöarna idag

Efter ett antal omfattande restaureringsåtgärder som berört Trummen, Växjösjön och Södra Bergundasjön med närområden, samt efter tillkomsten av Sundets avloppsreningsverk 1994 med utsläpp i Norra Bergundasjön, har föroreningsbelastningen på sjöarna minskat kraftigt. Överledning av vatten från Helgasjön till Växjösjön, som startade i maj 2002, har också bidragit till att bli späda det näringsrika vattnet och öka vatten-genomströmningen under sommarhalvåret (Alcontrol AB, 2012). Från Helgasjön pumpas vatten till Norra Bergundasjön och Växjösjön. Till Norra Bergundasjön tillförs ett konstant flöde på 0,046 m<sup>3</sup>/s (46 l/s) och för till Växjösjön ett flöde på ca 0,070 m<sup>3</sup>/s från början av april till mitten av november. Medelvattenflödet ur Norra Bergundasjön är drygt det dubbla (380 l/s) jämfört med Växjösjöns (160 l/s).

Även om fosforhalterna sjunkit generellt sett genom åren (Figur 1) finns fortfarande problem med vattenkvaliteten i sjöarna



Figur 1. Utveckling av totalfosforhalter i Växjösjöarna 1968-2011 (A. Hedren, Växjö kommun).

Gemensamt för de fyra sjöarna är den låga vattentillförseln/korta omsättningstiden och relativt ringa vattendjup (Tabell 2).

Tabell 2. Summarisk tabell över de fyra Växjösjöarnas karaktäristika, historik och fisk-data av betydelse för bedömning av reduktionsfiskeåtgärder.

Tillstånd	Yta (ha) H2O- Volym (milj.m3)	Oms.- tid(år) /MQ** (l/s)	Djup (m) max/ medel	Fysisk karaktär	Blågrönalg-blomning/ Internt sediment- belastad	Muddrad
<b>Sjö Trummen</b>	76/1,5	0,6/79	2,6/1,9	Ingen sten Ej flikig	Lite/Lite*	Ja*
<b>Växjösjön</b>	79/3,1	0,7/160	7,8/3,9	Ingen sten Ej flikig	Lite/Nej	Ja
<b>Södra Bergunda- sjön</b>	432/11,8	1,1/310	7,4/2,7	Mycket sten utom ”mitten” Flikig	Ja/Ja	Delvis
<b>Norra Bergunda- sjön</b>	223/ 6,4	0,5/380	5,5/2,9	Mycket stenig hela sjön Flikig	Ja/Ja	Nej

\*Skirviken inte muddrad och ev bidrar denna till P-belastning sommardag. \*\*MQ=medelvattenföring

Fiskmängder i sjöar, produktion av fisk samt effekter av rovfisk och tidigare utfiskningar.

#### Biomassa och produktion

Som framgått ovan är det inte gott om tillförlitliga undersökningar och data över fiskbiomassa i sjöar och vattendrag. Därav följer att studier av produktionen för olika fiskarter, på årsbasis t ex, också är relativt sällsynta. Vissa erfarenheter kan man dock använda sig av vid bedömning av fiskproduktion i sjöar.

Undertecknad beräknade att man vid tillförsel av avloppsvatten med en Tot-P (totalfosfor) koncentration om 20 µg/l till en näringsfattig 4 ha stor naturdamm skulle kunna uppnå en produktion av harr om i storleksordningen 0,44 g våtvikt per dygn vid 16 °C vattentemperatur vilket då skulle innebära en ökning av produktionen med 2-4 ggr (Carlstein, 1990) jämfört med naturliga produktionen som anses vara ca 5-8 kg/ha under säsongen maj-september. Produktionen av sex olika naturligt förekommande rovfisk-arter i Vistula-floden i Polen, med en total biomassa om 9,6 kg/ha, beräknades till 4.3 kg/ha (Backiel, 1971). Bytesfisk-konsumtionen hos denna rovfiskpopulation uppskattades till 34kg/ha och år.

Om dessa siffror i stort skulle vara relevanta för Trummen och Växjösjön, antagande att sjöarnas fiskätande rovfiskbestånd skulle uppgå till 1000kg (motsvarande ca 13kg/ha), skulle dessa rovfisker i så fall ha en produktion om ca 5,8 kg/ha och år, äta totalt ca 46kg vitfisk/ha och år vilket skulle motsvara totalt ca 3,5 ton per år per sjö årligen. Efter reduktionsfiske skulle denna fiskmängd i huvudsak utgöras av småfisk och yngel och därför sannolikt ha en

ganska stor effekt på vitfiskbestånden i sjöarna. Utplanteringar av t ex fiskätande abborre el gös kan vara ett alternativ/komplement till den naturliga produktionen av rovfisk i sjöarna för att säkerställa effekt. Detta verkar vara speciellt intressant i Växjösjöarna då provfisken visat att det är låg frekvens av stor rovfisk i sjöarna. Sedermera skulle detta sannolikt även medföra möjligheter till ett mycket gott och lämpligt fiske (*sporfsiske med extraintäkter?*) efter stor rovfisk då det är önskvärt att selektera bort en del av de största individerna av gädda, gös och abborre för att ha en ihållande god effekt på vitfiskbestånden. Små fiskpredatorer äter mer än gamla/stora fiskar eftersom de växer mer. Ungefär som tonåringar hos människor. Därmed inte sagt att det är lämpligt att ta bort alla ”gamlingar” (i sjöarna)..

Som tidigare påpekats är ekosystem-effekterna av fiskreduktion inte en stor källa till att eliminera fosfor ur systemet. Man vill ju heller inte riskera att bara cirkulera fosfor genom ”produktion” av rovfisk oavsett om det utförs genom stimulans av naturliga bestånd eller genom odling och stödutplantering av rovfisk. Mycket av den fosfor som äts och passerar genom rovfiskarnas mag/tarmsystem blir inte tillgängligt för t ex algproduktion. Vielma J. Mäkinen T. Ekholm P, Koskela J. *Aquaculture* 183, 2000.), samt (Ekholm P. & Krogerus K., *Hydrobiologia* 492, 2003) skriver att fiskarna utnyttjar den smältbara fosfor som finns i födan ytterst väl. Den del av fosfor som inte är i smältbar form, kommer ut tillsammans med avföringen, och är i en sådan form att fisken inte kan ta upp den. I denna form är den samtidigt också svår för plankton och alger att utnyttja. Enligt olika undersökningar varierar den för växter tillgängliga delen av fosfor mellan 9 och 25 % av den totala mängden i fiskarnas ekskrementer. Mängden varierar med födoorganismer/foder. Allmänt brukar man tala om att ca 30 % av avföringens fosfor är i en sådan form att den är tillgänglig för växterna. På basen av dessa forskningsresultat kan man konstatera att andelen för alger tillgänglig fosfor i avföringen från fisk som t ex matats med ett lågfosfor foder är ca 13 % av totalmängden. Detta betyder att belastningen är 1,0-1,5 gram fosfor per kilogram producerad fisk. Nästan hälften (49 %) av den fosfor som finns i fiskavföringen är bundet som kalciumfosfat. En annan form (ca 4 %) är järnfosfat.

## Fiskbestånden i Växjösjöarna och beräknat utfiskningsbehov.

I tabell 3 redogörs för beräknat utfiskningsbehov av vitfisk baserad på antaganden om fiskbiomassa och erfarenheter/rekommendationer om vitfiskuttag från andra projekt.

Tabell 3. Översiktlig bedömning av fiskbiomassa, uppskattat totalt utfiskningsbehov samt bedömning av hur mycket fosfor som kan antas elimineras per sjö vid vitfiskreduktion.

	Uppskattad total fisk-biomassa (ton) vid 200 resp./ 300kg/ha	Beräknad mängd (ton) vitfisk antaget 85% av beståndet	Beräknat utfisknings-behov (ton) om 80% av vitfisken tas bort.	Fosforred (kg) i så fall om 1,5% Tot-P i Vitfisk	Naturlig Tot-P-tillförsel (kg/år)	Dominerande Tot-P källa (kg/år)
<b>Sjö</b>						
<b>Trummen</b>	15/23	13/20	10/16	150-240	245	225 Dagvatten
<b>Växjösjön</b>	16/24	14/20	11/16	165-240	108	69 Naturmark
<b>Södra Bergunda</b>	86/130	73/110	58/88	870-1320	167	140 Dagvatten
<b>Norra Bergunda</b>	45/67	38/57	30/46	450-690	882	830 ARV

Vid reduktionsfiskena ska både vuxna och yngel av planktonätande vitfisk som mört, löja, sarv och braxen (som kan gå över till planktondiet) m fl fiskas upp/elimineras maximalt.

## Tidigare utfiskningar, effekt mm

I tabellen nedan (sammanställd av Alcontrol AB) framgår att man i Växjösjön totalt under en lång tidsperiod (1987-1998) fiskat ut totalt 68,6 ton vitfisk. D v s väl så mycket som det beräknade utfiskningsbehovet är, även på treårs-basis, enligt beräkningarna ovan. Detta ledde också till en acceptabel situation (Persson & Svensson, 2004).

Även i Trummen har det reduceringsfiskats men mer sporadiskt mellan åren 1991-2002. Mängderna fisk som totalt fångats och kontinuiteten har dock varit för låg för att en stor effekt skulle kunna uppnås (Carlstein, pers komm). Som tidigare nämnts "fiskades" det åren 1976-78 bort 13,4 ton motsvarande 191 kg/ha och år. Grumlingen minskade succesivt och individtätheten av större cladocerer (hinnkräftor) ökade till 1979, då utvecklingen vände igen möjligen beroende på att stora årsklasser av småabbore åt hinnkräftor (Persson & Svensson, 2004). Resultaten av årets (2012) provfisken i Växjösjön och Trummen antyder att abborren i sjöarna är småvuxen med medellängder väsentligt under 15-20 cm då abborrar övergår till att äta fisk. Andra stora predatorer som gös och gädda är relativt sällsynta i provfiskena.

I södra Bergundasjön fiskade man under åren 1996-2002 bort ca 104 ton vitfisk utan någon egentlig effekt. Under senare år har siktdjupet minskat och litoralens utbredning är på tillbakagående sedan 2009.

Även i Norra Bergundasjön försökte man 1996-98 fiska bort vitfisk med bottentrål men sjöns grunda och steniga struktur omöjliggjorde effektivt fiske och fångsterna var låga, totalt 2,5-3 ton per år, vilket är alltför blygsamt för att förvänta sig någon effekt.

Undersökningar med standardiserat provfiske, som utförts sedan 2006, visar att fiskbestånden i sjöarna är dominerade av vitfisk. Den procentuella fördelningen av vitfisk och fiskätande rovfisk visar ingen bestående trend åt något håll i sjöarna möjligen med undantag av Norra Bergundasjön där andelen vitfisk har ökat från 56% (2007) till 69% (2011) samtidigt som den procentuella mängden rovfisk verkar ha sjunkit från 32% till 19% under dessa år. Men det är ännu för tidigt att dra några säkra slutsatser då fler undersökningar under längre tid behövs. Detsamma gäller vid bedömning av ev kommande åtgärders effekt, d v s tidsserier som även sträcker sig några år efter åtgärd är nödvändigt innan analys av resultat. Under och efter utförande av reduktionsfiskens bör standardiserade provfisken med nät i nuvarande form fortsätta och ev kompletteras med ytterligare utvärderingsmetoder som t ex bildanalys vilket använts vid trålningar i Vallentunasjön (M. Carlstein, pers komm).

Individuell mätning och vägning av fisk för beräkning av konditionsfaktor har diskuterats som en kompletterande parameter i utvärderingsarbetet. Men den säsongsmässiga variationen i kroppssammansättning är stor hos fiskar såväl inom som mellan år. Dessutom ändras kroppssammansättningen i förhållande till fiskarnas storlek, ålder och könsmognadsgrad. Individuella skillnader föreligger också (Food intake in fish, 2001). Därför anser jag inte dessa relativt kostnadskrävande/arbetsintensiva åtgärder bör prioriteras.

I de båda Bergundasjöarna och liksom i Växjösjön och Trummen är det faktiska antalet stora rovfiskar lågt i provfiskena och vid senare års provfisken i Norra Bergundasjön har ingen stor gös fångats. Studier av gösbeståndens utveckling pågår genom ovan nämnda provfisken men ännu är det för tidigt att hitta säkra trender.

Tabell 1. Mängden cyprinider (kg) som fiskats bort från Växjösjöarna sedan 1987.

Växjösjön		Södra Bergundasjön		Norra Bergundasjön		Trummen	
1987	3816	1987	0	1987	0	1987	0
1988	7213	1988	0	1988	0	1988	0
1989	10364	1989	0	1989	0	1989	0
1990	8652	1990	0	1990	0	1990	0
1991	6096	1991	0	1991	0	1991	965
1992	6215	1992	0	1992	0	1992	0
1993	2995	1993	0	1993	0	1993	0
1994	5040	1994	0	1994	0	1994	1105
1995	6361	1995	0	1995	0	1995	0
1996	9200 Trål	1996	4391 Trål	1996	3241 Trål	1996	3605 Trål
1997	2580 Trål	1997	28930 Trål	1997	2655 Trål	1997	620 Trål
1998	55 Trål	1998	4391 Trål	1998	2965 Trål	1998	0
1999	0	1999	13375 Trål	1999	0	1999	0
2000	0	2000	14115 Trål	2000	0	2000	1165 Trål
2001	0	2001	16355 Trål	2001	0	2001	1735 Trål
2002	0	2002	22915 Trål	2002	0	2002	2360 Trål
<b>S:a 68587</b>		<b>S:a 104472</b>		<b>S:a 8861</b>		<b>S:a 11555</b>	

## Vad är effekten av reduceringsfiske för fosformängderna i sjöarna?

Som framgår av ovan är de mängder fosfor som kan elimineras ur systemet genom fiskreduktion inte stora jämfört med t ex muddring, kemisk behandling av sediment och andra större mer kostsamma åtgärder, utan ligger snarare i nivå med de totalt externt tillförda mängderna årligen. Dessutom är det inte helt relevant att direkt jämföra fosfor bundet i fiskbiomassa med den mer lättlillgängliga fosfor som finns och recirkuleras t ex från sedimenten. Men för att erhålla önskade biologiska effekter med ökat siktdjup, mindre risk för blågrönalg-blomningar mm så kan utfiskning vara ett bra alternativ. Det beräknade behovet av vitfiskmängd som bör fiskas ur ligger i rimlig nivå med de erfarenheter/råd som ges t ex i Finland. Rekommendationen att fiska ur minst 50-100 kg vitfisk/ha och år i sjöar med totalfosfor-halter omkring 50 µg/l skulle t ex för Trummen och Växjösjön (om man räknar med det högre värdet, 100 kg/ha och år) innebära att ca 7,6 resp 7,9 ton vitfisk årligen behöver elimineras. I S. och N. Bergundasjöarna som har totP-halter upp mot 100 µg/l skulle motsvarande mängder (antaget utfiskningsbehov om 200 kg/ha och år) bli 86,4 respektive 44,6 ton årligen. Möjligen bör man inte begränsa antagandet om total fiskbiomassa till 300 kg/ha i dessa hypereutrofa sjöar utan vara öppen för att fiskbiomassan kan vara högre än så.

Man ska heller inte utesluta att den interna fosforbelastningen från sedimenten i Bergundasjöarna är så hög att reduktionsfiske inte har någon synbar effekt alls utan främst ska utföras efter andra åtgärder för att reducera sedimentens inverkan på vattenkvaliteten. Men att prova reduktionsfisken även i dessa sjöar har dock ingen uppenbar negativ inverkan på vattenkvaliteten.

## Förankring, samarbete och kommunikation – Tre nyckelbegrepp

### Förankring

Att förbättra vattenkvaliteten i sjöar är av intresse för ett stort antal aktörer och ofta många fler än man initialt tror. Vid utförandet ska man naturligtvis dra nytta av historiska erfarenheter och resultaten av redan utförda åtgärder samt försöka få med så många som möjligt ”på båten” innan den avgår (Sarvilinna och Sammalkorpi, 2010).

På lokal nivå bör man försöka identifiera potentiella samarbetspartners/intressenter som:

- Mark- och fiskevattenägare
- Kommuner
- Fiskevårdsområden
- Andra fastighetsägare
- Lokala företag med anknytning till vattnet.
- Fiskeklubbar
- Lokal naturvårdsorganisationer
- Fågelklubbar
- Båtklubbar
- Viltvårdsområden/Jaktföreningar.
- Skolor
- Universitet

### Kommunikation och samarbete

Kommunikation med potentiella intressenter kan aldrig påbörjas för tidigt eller överdrivas. Projektet bör skapa en webbplats, som kan samlas in och uppdatera information om projektet. God och öppen kommunikation ger förutsättning för stöd från lokala invånare och beslutsfattare och borgar för att undvika många onödiga överraskningar under projektets gång.

Lika viktigt som själva utförandet av biomanipuleringen är att det finns en plan för kommunikation och att den verkställs. Acceptans hos den breda allmänheten gör det lättare att genomföra projektet.

Kommunikationsplanen bör omfatta:

Beskrivning av bakgrundsdata och motiv för åtgärderna.

Information om syfte och målsättningar

Målgrupper och urval av samarbetspartners

Idéer om hur kommunikation och samarbete mellan berörda parter skall genomföras.

Tidtabell för förankringsarbetet.

Press - Särskilt viktigt att lokala tidningar skriver ofta om positiva (och förklarliga missöden) inom projektet.



Kommunikation också önskvärt i radio och TV.

Work shops/informationsdagar med där politiker, beslutsfattare och utförare av projektet träffar allmänheten och ger utrymme för information är viktigt.

Gärna information vid speciella nationella konferenser inom området.

Kommunikationen måste dock vara begriplig, tydlig och lärorik. D v s anpassad till avnämarna vid olika tillfällen. Informationstillfällen kan vara t ex arrangerade möten öppna för allmänheten med inbjudna ansvariga/föredragshållare/informatörer.

Möjligheter till löpande kommunikation/input bör också finnas. Ansvariga på kommunen är ju självklart en resurs vid denna kommunikation men tid kan också avsättas till delansvariga inom projektet för att svar på frågor av mer speciell karaktär eller väldigt aktuella (dagsaktuella) frågor/synpunkter

Om delar av arbetet kan utföras som forskningsprojekt ger det förutom ny kunskap också status till projektet som helhet. *Dessutom ger det bra möjligheter till extern delfinansiering.*

## Forsknings/utvecklingsarbete

I fallet med Växjösjöarna anser jag att det inom "fiske"-området kan vara intressant med följande forskningsprojekt:

- 1) Studier av beteende hos fisk i Södra och Norra Bergundasjön genom radiomärkning/telemetri för att inhämta kunskap om vissa fiskarter före utfisknings- och/el andra åtgärder.

Beteendestudierna av fisk möjliggör ett väldigt intresseskapande genom t ex genom web-baserat synliggörande av individmärkta stora rovfiskar som stora vitfiskar, gäddor och gösar med information på projektets hemsida om hur dessa fiskar rör sig i vattnet. Modellen har provats i Västerbotten i det sk "Laxracet" där bl a kungligheter fick "egna" fiskar att följa på deras vandringar i Umeälven/Vindelälven från havet. *Varför inte döpa de några av de enskilda fiskarna efter kända Växjöprofiler som Wilander, Edberg, m fl. och synliggöra deras förehavanden i sjöarna via websidan.*

- 2) Beståndsuppskattning av fisk i Trummen och Växjösjön.

Beståndsuppskattningarna av fisk i sjöarna förmodligen skulle innebära att ny fiskbiologisk kunskap inhämtas som skulle vara internationellt intressant grundforskning men även ytterst relevant för kommande skötsel av sjöarna. Förutsätter märkning av fisk.

- 3) Utveckling av abborrodling för utplantering i restaureringssyfte.

Abborrodling är ett av de mest spännande utvecklingsområdena inom fiskodling och har kommit ganska långt. Vid odling baserad på vildfångad abborre (Kattastrands fiskodling, Härnösand) har man nått "filébar" storlek (medelvikt ca 200g) efter en odlingssäsong. Odling av abborre med vildfångad föda s k våtfoder (mald fisk) är fullt möjligt men kombinationen med utplantering i biomanipuleringsyfte är dock hittills oprövat.

## Referenser

- Alcontrol AB, 2012. Hydrodynamisk modellering av Växjösjöarna, 27 sidor.
- Backiel, T. 1971. Production and food consumption of predatory fish in the Vistula River. J. of Fish Biol. pp 369-405.
- Carlstein, M. 1990. Produktion och omsättning av akvatiska organismer vid näringstillförsel i näringsfattiga vatten. Rapport nr. 5., Vattenbruksinstitutionen, SLU. 44 sidor.
- Carlstein, M., Bruks A. & Boberg J. 2001. Beståndsuppskattningar av harr i Ljusnan och Svågan genom båtelfiske och fångst-återfångstmetodik. Intern rapport. Fiskeresursgruppen, Älvdalens Utbildningscentrum. 15 sidor.
- Carlstein, M., Bruks A. & Boberg J. 2002. Beståndsuppskattningar av harr i Ljusnan och Voxnan genom båtelfiske och fångst-återfångstmetodik. Intern rapport. Fiskeresursgruppen, Älvdalens Utbildningscentrum. 12 sidor.
- Carlstein, M., Bruks A. & Boberg J. 2003. Beståndsuppskattningar av harr i Ljusnan och Voxnan genom båtelfiske och fångst-återfångstmetodik. Intern rapport. Fiskeresursgruppen, Älvdalens Utbildningscentrum. 12 sidor.
- Carlstein, M., Bruks A. & Boberg J. 2004. Förstudie avseende produktionshöjande åtgärder för harr i Mellanljusnan. Intern rapport. Fiskeresursgruppen, Älvdalens Utbildningscentrum. 16 sidor.
- Carlstein, M., Bruks A., Boberg J. & Andersson T. 2005. Beståndsuppskattningar av harr i Ljusnan 2005 genom båtelfiske och fångst-återfångstmetodik. Intern rapport. Fiskeresursgruppen, Älvdalens Utbildningscentrum. 13 sidor.
- Ekologisk fiskevård, Sportfiskarna, Sveriges Sportfiske- och Fiskevårdsförbund. 335 sidor.
- Food intake in fish. 2001. Edited by Houlihan, D., Boujard T. & Jobling M. Blackwell Science Ltd. 418 sidor
- Hamrin, S. Miljödepartementet. Muntligen
- Hedren, A., Växjö kommun. Muntligen
- Huskvarna Ekologi, 2011. Nätprovfiske i Norra och Södra Bergundasjön. 20 sidor.
- Persson, G. och Svensson J.-E. 2004. Kvantitativa djurplanktonundersökningar i Sverige. När, var, hur och varför? Institutionen för miljöanalys (SLU) Rapport: 21, 125 sidor.
- Sarvilinna, A. och Sammalkorpi I. 2010. YMPÄRISTÖOPAS, Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. 68 sidor.
- Soutukorva, S och Naumann E. 1994. *Kan algblooming kontrolleras med halm?* Examensarbete. Lunds universitet.
- Vollenweider, R. A. 1968. Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as factors in Eutrophication. Paris. Rep. Organization for Economic Cooperation and Development. DAS/CSI/68.27. 192pp.; Annex, 21pp; Bibliography, 61pp.
- Wetzel, R. G. 1983. Limnology, second edition. Saunders college publishing.

## Tack

Andreas Hedrén för tillhandahållande av basmaterial och konstruktiva diskussioner under arbetet samt Växjö kommun för finansiering av förstudien.

## Växjösjöarna - Förslag till plan för fiskeåtgärder, forskningsprojekt och sjösänkning med sediment-schaktning.

År	2013				2014				
	Kvartal	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Sjö/ Forsknings-del Trummen</b>	Planering och förberedelser. Hantering av fisk, märkningar mm Samarbeten/ Ansökningar	Försök med flyt-trålningar och ringnot. Avstängt fiske med elbåt i Skirviken. Fiske med storryssjor	Trålningar/Ringnotsfisken från båt. Fiske med storryssjor. (Uppehåll om för varmt i vattnet)	Trålningar/Ringnotsfisken från båt. Fiske med storryssjor.	Trålningar/Ringnotsfisken från båt. Fiske med storryssjor.	Prov av ringnots-fiske från is. Utvärdering av de utförda fiskena.	Fortsatt Fiske efter utvärdering.	Fortsatt fiske	Fortsatt Fiske och utvärdering och planering inför nästa 2? år.
Bestånds- uppskattning		Märkning av fisk+ registrering av återfångster	Forts.	Forts.	Forts.				
Abborrodling i lagun		Insamling av småabborre och foderfisk för odlingsförsök	Forts.	Forts.+ Utplantering	Ev. försök m. vårutplantering				
<b>Växjösjön</b>	Planering och förberedelser. Hantering av foderfisk, märkningar mm Samarbeten/ Ansökningar	Trålningar med befintliga båtar/utrustning. Försök med ringnot från båt. Storryssjor	Trålningar+ Ringnotsfisken från båt. Storryssjor	Trålningar Ringnotsfisken från båt. Storryssjor	Prov av Ringnotsfiske från is Utvärdering av åtgärder.	Fortsatt Fiske efter utvärdering.	Fortsatt Fiske.	Fortsatt fiske och utvärdering och planering inför nästa 2? år.	
Bestånds- uppskattning		Märkning av fisk+ registrering av återfångster	Forts.	Forts.					
Abborrodling I Lagun		Insamling fisk för odlingsförsök	Forts.	Forts.+ Utplantering	Ev. försök m. vårutplantering				

År Kvartal Sjö/	2013				2014			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Norra och södra Bergundasjön</b>	Inhämtande av kunskap om fisk-bestånden och fångst av fisk för Märkningar. Samarbeten/ Ansökningar	Fiske med fasta redskap storryssja för fångst av fisk för radio-telemetri-märkning+ Praktisk telemetri. Prov med flyttrål och elfiskebåt.	Fiske med fasta redskap storryssja för fångst av fisk för telemetri-märkning + Praktisk telemetri Web info	Fiske med fasta redskap storryssja för fångst av fisk för radio-telemetri-märkning+ Praktisk telemetri.				

## Odling av abborre

Vid ett eventuellt utnyttjande av den skräpfisk som fiskas ur sjöarna till odling av abborre för utplantering behöver man göra en bedömning/mätning av hur mycket av fosfor i fodret (i detta fall mald hel fisk) som återförs till vattnet (i biotillgänglig form och totalt). Abborrodlingen kan utföras i kassar men kan förmodligen även utföras som dammodling. Om inte oönskad näringstillförsel, tillståndshinder mm förhindrar sådana försök så är lagunerna och sjöarnas beskaffenhet väl lämpad för odling av abborre med relativt höga sommartemperaturer. Behövs dock en utökad arbetsinsats för planering, ansökningar etc.

## Tillfällig sjösänkning, intorkning och bortschaktning av sediment.

Behandla symptomen eller bota sjukdomen?

I Norra och Södra Bergundasjöarna behöver förmodligen sediment bortföras för att på allvar komma tillrätta med eutrofieringsproblemen.

De låga flödena i sjöarna borde möjliggöra en radikal sänkning av vattenmassan för att torrlägga stora delar av bottenarna. Till skillnad mot muddring i vattenmassan skulle man då kunna på ett mycket konventionellt och kostnadseffektivt sätt kunna åtgärda orsaken till övergödningsproblemen i sjöarna d v s fosfor i övre delen av sedimenten (det sk kultursedimentlagret). En viktig faktor för avgörande av resultaten av denna åtgärd är dock huruvida sedimenten i aktuell sjö är att betrakta som stabila eller om stora delar (även från djupare delar av sjöarna) cirkulerar vid hård vind.

Om man tar Norra Bergundasjön som exempel innehåller den ca dubbelt så mycket vatten totalt som Växjösjön så skulle det vid en medelvattenföring som för Växjösjön (ca 160l/s, omsättningstid 0,7 år) ta ca 1,4 år att tömma sjön helt på vatten utan tillförsel av vatten (fullständig tömning är kanske inte möjligt ej heller önskvärt). Idag är medelvattenföringen ur Norra Bergundasjön ungefär den dubbla då vatten ju rinner ju till från flera källor. Vid ”tömning” kommer en del vatten att finnas kvar i den djupare delen av sjön och en del rinner till från dagvatten, naturliga källor och från reningsverket i vad som kommer att se ut som små bäckar ner till den djupare delen av sjön.

Att dubbla nuvarande utflödet ur N. Bergundasjön borde vara fullt möjligt genom att schakta ur utloppet kombinerat med pumpning och detta ökade flöde till Mörrumsåns vattensystem skulle ändå bara utgöra ca 7-8%\* av systemets totala medelvattenföring under tömningsperioden.

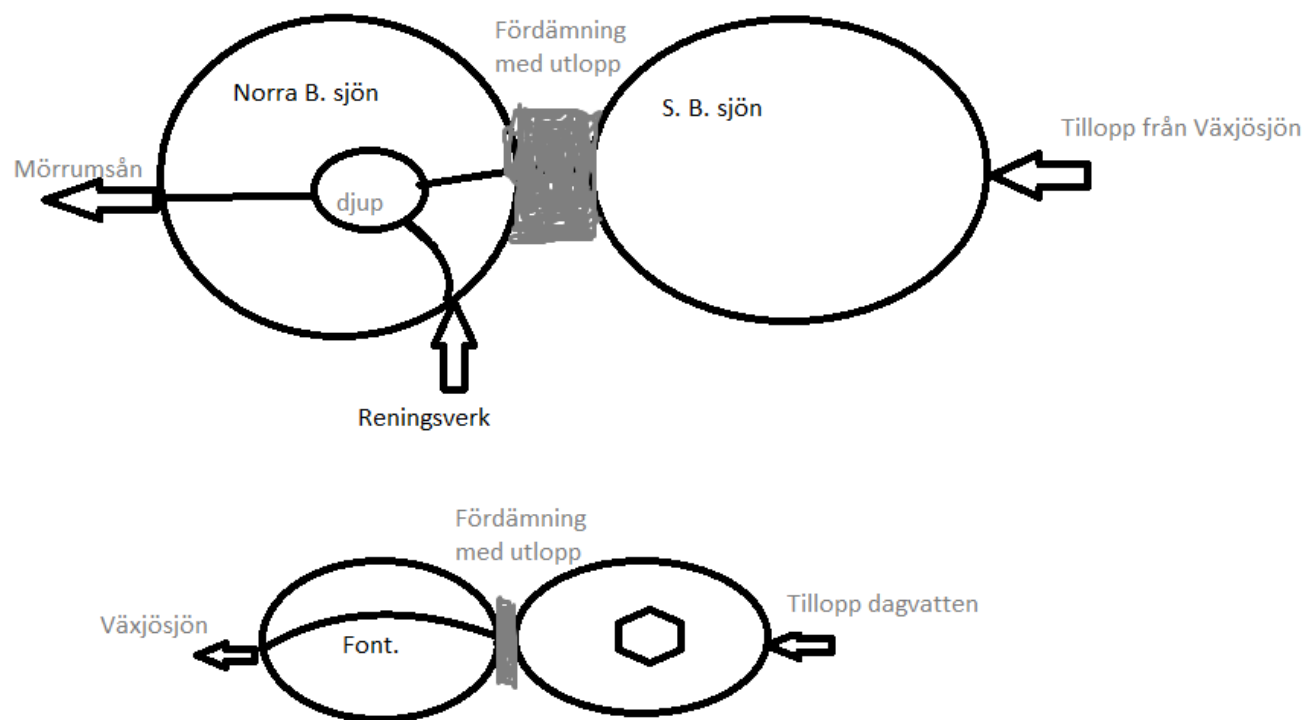
\*Räknat med medelvattenföring 380 l per s /Mörrumsån 10 000l per s = 0,038 = 3,8% x 2 = 7,6%

Till detta skall då läggas det naturliga flödet av vatten från Södra Bergundasjön som behöver hanteras (se nedan). Tömningen av sjön skulle då vara möjlig på några månader till ett halvår beroende på hur mycket man pumpar etc. Att schakta ur sjöns sediment med 0,1m skulle sedan efter intorkning vara relativt enkelt och 2 konventionella schaktmaskiner med en skopbredd om 6m som klarar av att avlägsna en 2 km sediment per dag (1,2 ha) skulle det ta ca 93 dagar (223ha /1,2ha) att schakta ur ”hela” sjön.

1 m<sup>3</sup> ”torrt” sediment väger inte speciellt mycket och volymen skulle bli 2400m<sup>3</sup>/dag och totalt vid 93 dagars schaktarbeten=223 200m<sup>3</sup> motsvarande ett ca 1m tjockt lager över en yta om ca 22,3ha. Massorna skulle kunna användas vid anläggande av klarvatten-lagun eller sedimentations-damm utanför reningsverket, vilket redan diskuterats.

Före sänkningen av Norra Bergundasjön dämmer man upp sundet och ordnar för kontrollerad vattentillförsel så att önskad nivå kan bibehållas i Södra Bergundasjön (Figur 2). Flödet av vatten från S. Bergundasjön (och reningsverk/dagvatten) kan vid behov dirigeras till djupområden i Norra B.-sjön där

fisk ansamlats. Vill man sedan behandla uppströms liggande sjöar på liknande sätt så kunde man, efter återskapande av kontrollerbart utlopp i den sänkta sjön, ”släppa ner” vattnet från ovan liggande sjö vars tillopp i förväg behandlats på samma sätt som ovan + pumpa ur vatten. Förutom sjöarnas fysiska beskaffenhet, med relativt låga flöden och kort omsättningstid, är också den blygsamma bebyggelsen kring sjöarna en stor fördel vid förankring och utförande. Tillståndsfrågorna blir dock förmodligen ändå omfattande. För att se om den föreslagna tillfälliga sjösänkningen (med praktiska schaktarbeten) skulle fungera praktiskt, och ta lärdom vid utförandet av olika moment, kan man göra samma sak i mindre skala i de sk lagunerna vid Växjösjön där man stänger av ”sundet” mellan dessa. Dessutom kan man, om det bedöms lämpligt, anlägga en försöksodling av abborre i första lagunerna samt mäta ev fosforutlöden från denna i utloppet.



Figur 2. Principskisser för Bergundasjöarna (överst) och de sk Lagunerna (under).

**Reduceringsfisker Växjösjöarna, Indikativ budget (kSEK)**

År	2013	2014	2015	Totalt
<b>Kostnadsslag</b>				
<b>Växjösjön</b>				
Trålningar (4 pers + projekt ledare)	2 250	2 250		
Handledningsansvar (50´/person. 2 st )	100	100		
Beståndsuppskattning (märken mm)	150	150		
Bottengarn 4st a´20 000 (inkl montering, rep.)	100	100		
Ringnotsförsök (Hyra + drivmedel, båtar, extern kompetens hydroakustik mm)	75			
Ringnotsfiske	100	100		
<b>Trummen</b>				
Handledningsansvar 50´/person. 2 st )	100	100		
Bottengarn 4st a´20 000 (inkl montering, rep.)	100	100		
Avstängt fiske Skirviken (5 dagar med elfiskebåt a´ 15 000kr) + avst.arb.	100	100		
Beståndsuppskattning (märken, registreringar mm)	150	150		
Försök med flyttrål (inkl hyra trål, ekolod, modif. av elbåt)	150	150		
Ringnotsförsök (Hyra + drivmedel, båtar och extern kompetens hydroakustik mm) 200+200	200			
Ringnotsfiske	200	400		
Summa	3 775	3 700		
Over head kostnader 7% (personal adm..)	262	259		
Summa	4 037	3 959		
Moms	1 009	990		
<b>Totalt</b>	<b>5 046</b>	<b>4 949</b>		

