

# Fiskförvaltning i Växjösjöarna

Slutredovisning av ett LOVA-projekt år 2019



Version 2019-12-29

Text och foton: Andreas Hedrén, Växjö Kommun, Magnus Böklin och Jesper Björk-Rengbrandt, Klara Vatten AB.

Figurer: Andreas Hedrén, Växjö Kommun

Illustrationer (och framsida): Maj Persson.

## Innehåll

Sammanfattning .....	4
Bakgrund och genomförande .....	5
Bakgrund och syfte .....	5
Genomförande.....	5
Målbilden för Växjösjöarna – till stor del en fråga om fisksamansättning i sjöarna .....	6
Växjösjöarna; genomförda åtgärder och status sedan år 2010 .....	7
Vattenkvalitetsförbättringar till följd av reduktionsfiske 2016-2018.....	7
Responsens mekanismer: planktivorers och bentivorerers betydelse .....	7
Fisksamhället i Växjösjöarna sedan 2016 .....	8
Bottenvegetation breder ut sig och bottenlevande djur blir fler .....	10
Bottenvegetationen breder ut sig .....	10
Förändringar avseende bottenfauna .....	10
Reduktionsfiske till nytta för fågellivet!.....	11
Håll uppsikt över skarvens ökning!.....	12
Kanadagäss .....	12
Effekter som inte täcks in inom den vanliga recipientkontrollen.....	12
Fiskemetoder i de olika Växjösjöarna.....	13
Not.....	13
Bottengarn.....	14
Grovmaskiga nät .....	14
Val av metod i respektive sjö.....	14
Lärdomar kring migration av fisk samt dimensionering av fiskeinsatsen .....	16
Intäkter och andra nyttor med fångsten – Biogas och matfisk .....	18
Fångsten kan användas som livsmedel .....	18
Fångsten har även ett betydande värde som förnybar energiråvara.....	18
Hur ska fångsten hanteras i framtiden?.....	19
Syntes och Riktlinjer för förvaltningen av fiskbestånden i Växjösjöarna.....	20
Planktivorer/bentivorer: Underhållsfisken behöver sannolikt genomföras.....	20
Rovfisk .....	20
Rovfiskvård 1: Begränsa bestånd av framför allt braxen och mört .....	20
Rovfiskvård 2: Fångstbegränsningar för de som fiskar!.....	21
Rovfiskvård 3: överväg skydds jakt på skarv .....	21
KARP .....	21
Uppföljning och övervakning.....	22
Ordlista / Förklaringar .....	23
Referenser.....	24
Bilagor .....	25
Bilaga 1: Trummen 2010-2018. ....	26
Bilaga 2: Växjösjön 2010-2018 (Bottenbehandlad i slutet av maj 2018-aug 2018). ....	27
Bilaga 3: Södra Bergundasjön 2010-2018.....	28
Bilaga 4 Miljöfarliga ämnen i fisk från Växjösjöarna.....	29

## SAMMANFATTNING

Växjö kommun har med stöd av statliga LOVA-stöd förmedlade av Länsstyrelsen i Kronobergs län under 2019 bedrivit ett projekt med målsättning att staka ut vägen för en hållbar fiskförvaltning i Trummen, Växjösjön samt Södra och Norra Bergundasjön.

Målsättningarna med projektet har varit att planen ska bidra till att uppnå följande mål:

- Förbättra och bibehålla nyligen förbättrad vattenkvalitet i sjöarna (stärka de delar av ekosystemen som bidrar till att begränsa övergödningmekanismerna i sjöarna, t ex upprätthålla en hög andel fiskätande fisk i sjöarna)
- Skapa ett attraktivt och långsiktigt hållbart fritidsfiske, framför allt inriktat på förbättrade rovfiskbestånd
- Motverka att det återuppstår enormt stora populationer av planktonätande fisk (fr a mört) eller bottenlevande/bottenstörande fisk (fr a braxen)
- Om möjligt och lämpligt med hänsyn till föroreningssituationen verka för att fisk från dessa sjöar kan utgöra ett klimatsmart och miljövänligt protein- och vitaminrikt livsmedel
- Få en översiktlig bedömning av lämpliga insatser i form av framtida underhållsfisken (reduktionsfiskeinsatser) samt framtida övervakning av fisksamhället i Växjösjöarna

De viktigaste rekommendationerna avseende fiskförvaltningen i Växjösjöarna är följande:

- Fortsätt att värna rovfiskbestånden genom bl a information om nyligen genomförda fångstbegränsningar
- Genomför underhållsfisken inom ca 3-5 år i respektive sjö (fr a *not och bottengarn*)
- Genomför eventuellt standardiserat provfiske mellan underhållsfiskena för att fortsätta att övervaka framför allt abborrens status
- Standardiserade provfisken är otillräckliga för att övervaka arter med potentiellt stor störning ur övergödningssynpunkt: större braxen och karp. Dessa arter/stadier kan utan större risk för oönskade bifångster övervakas och till viss del begränsas genom riktade *nätfiske*insatser (ca 90-110 mm maskvidd).
- Håll uppsikt över till synes ökande skarvförekomst (gäller fr a Bergundasjöarna). Överväg starkt att genomföra skydds jakt.
- De som äter fisk från Växjösjöarna bör följa Livsmedelsverkets allmänna kostråd för insjöfisk. Fisken i Växjösjöarna är, liksom övrig insjöfisk i Sverige, påverkad av miljögifter i form av kvicksilver, PCB, dioxiner och PFOS. För de förstnämnda föroreningarna är halterna relativt låga jämfört med insjöfisk generellt i Sverige, men för PFOS är halterna däremot högre i Växjösjöarna jämfört med andra sjöar i regionen. PFOS-halterna är i nivå med andra undersökta tätortsnära sjöar i t ex Stockholmsregionen. Halterna är dock inte högre än att nuvarande allmänna kostrestriktioner tills vidare kan användas som vägledning.
- Braxen från Södra Bergundasjön har lägre halter PFOS än undersökt rovfisk från Växjösjöarna (ca 7 ng/g jämfört med 18 ng/g för abborre). Även för denna art bör dock de allmänna kostråden från Livsmedelsverket tillämpas. Avseende just braxen finns en stor samordningsvinst på så vis att en skattning av dessa individer är bra för att förbättra vattenkvaliteten och motverka övergödning, samtidigt som fisken kan tas till vara som livsmedel på ett sätt som hittills inte varit fallet.

Det bör även betonas att det nyligen genomförda omfattande reduktionsfisket inte bara lett till en avsevärd förbättring av vattenkvalitet. Reduktionsfisket är också en viktig förklaring till att sjöarna nu har mycket fina storvuxna abborrbestånd samt stora, feta och fina exemplar av braxen (> 3kg). Dessa förändringar och förbättringar är en direkt följd av minskad konkurrens för kvarvarande fisk som i sin tur är ett resultat av det omfattande reduktionsfisket.

## BAKGRUND OCH GENOMFÖRANDE

### Bakgrund och syfte

Växjö kommun har i flera decennier arbetat med att minska övergödningen i Växjösjöarna. År 2010 togs ett nytt avstamp i åtgärdsarbetet för att på sikt uppnå "god ekologisk status" i sjöarna. Ett omfattande utredningsarbete kulminerade år 2014 i beslut om bifall till en åtgärdsstrategi för Växjösjöarna.

Syftet med åtgärdsarbetet i Växjösjöarna är att sjöarna ska få en mer naturlig karaktär, vilket bl.a. innebär lägre fosforhalter, större siktdjup, mindre algblomningar och lägre näringsbelastning på nedströms liggande vattenområden.

En viktig del i arbetet med åtgärdsstrategin för Växjösjöarna är att förbättra den biologiska strukturen. Det innebär mer makrofyter, djurplankton och rovfisk samt mindre växtplankton och vitfisk både planktivorer (planktonätare såsom t ex mört och små braxnar) och bentivorer (fisk som födosöker på botten, framför allt stor braxen).

För att förbättra den biologiska strukturen har Växjö kommun tillsammans med entreprenörer arbetat med vegetationsetablering och sedan framför allt 2016 omfattande reduktionsfiske. Särskilt reduktionsfisket har lett till tydliga förbättringar av vattenkvaliteten.

Denna plan har tagits fram inom ramen för ett LOVA-finansierat projekt, med stöd från Länsstyrelsen i Kronoberg län och Havs- och vattenmyndigheten. Planens främsta syfte är att staka ut den framtida förvaltningen av fiskbestånden i sjöarna för att upprätthålla de positiva resultat som nyligen uppnåddes tack vare omfattande reduktionsfiske. Därutöver har en viktig målsättning varit att göra en bedömning huruvida fisk från Växjösjöarna utgör en lämplig resurs att använda som livsmedel. Om detta har rått viss osäkerhet då sjöarna har en omfattande föroreningshistorik.

### Genomförande

Planen bygger till stor del på en genomgång av de olika slutrapporter som tagits fram under de senaste årens arbete med att förbättra statusen i Växjösjöarna. De rör sig framför allt om olika slut- och delrapporter från olika genomförda reduktionsfiske och provfiske under perioden 2016-2018 (för fullständig förteckning, se referenslista i slutet av denna plan).

Inför framtagandet av planen gjordes även en bristanalys varvid konstaterades behov av följande insatser:

- Standardiserat provfiske i Trummen och Växjösjön
- Test med kompletterande nätfiske för att övervaka och om lämpligt minska bestånd av storvuxen braxen och karp
- Insamling och analys av abborre och braxen för att bedöma lämpligheten att konsumera fisk från Växjösjöarna som livsmedel

Ovanstående insatser har gjorts inom ramen för detta projekt under senare halvan av 2019.

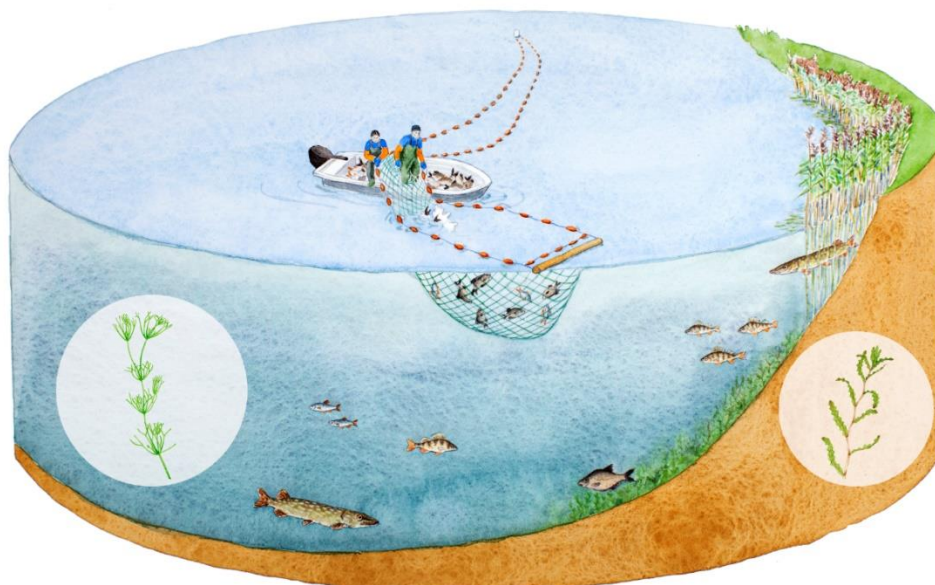
Slutligen har ovanstående befintlig och ny data (från undersökningarna 2019) granskats och analyserats av författarna för att med stöd av erfarenheter från andra sjöar med liknande åtgärdsbehov (framför allt litteraturstudier) ta fram föreliggande plan. Planen har remitterats under dec 2019 - jan 2020 till bland annat styrelsen för Växjösjöarnas fiskevårdsområde, Miljö- och Hälsooskyddskontoret i Växjö Kommun, Länsfiskekonsulent Theodor Samuelsson.  
*Författarna svarar dock ensamt för innehållet i planen.*

## MÅLBILDEN FÖR VÄXJÖSJÖARNA – TILL STOR DEL EN FRÅGA OM FISKSAMMANSÄTTNING I SJÖARNA

Att Växjösjöarna betyder mycket för staden och dess invånare märks varje gång man är vid någon av de centralt belägna sjöarna. Ofta är det mycket aktivitet kring sjöarna med människor som promenerar, badar, fiskar eller sitter på någon av de bryggor eller andra tillgängliga platser som finns för att umgås eller bara betrakta sjöarna och dess natur. Detta betyder att målbilden för sjöarna inte bara är en fråga om krav från EU:s vattendirektiv att ha en god vattenkvalitet och ekologisk balans. Sjöarna är även viktiga för att kunna ha närhet till en variationsrik natur och friluftsliv inom staden.

Målbilden för sjöarna är ändå starkt kopplad till EU:s vattendirektiv om att restaurera sjöarna till ett mer ursprungligt tillstånd. Detta betyder i första hand att sjöarna skall ha ett klart vatten med mindre algblomningar och mer balanserade fisksamhällen. En önskvärd biologisk struktur är starkt kopplad till bättre vattenkvalitet genom flera återkopplande mekanismer. Fisksamhället utgör en viktig del genom att bland annat påverka grumlighet, näringsdynamik samt övrig biologi. En mindre mängd vitfisk, fr a. braxen och mört, leder till ökad mängd stora djurplankton som kan beta ned algerna, samt minskar störning på botten vilket i sin tur påverkar läckage av fosfor, uppgrumling av sediment och växtlighet.

Ett klarare vatten gör det möjligt för bottenvegetation att etablera sig över större områden vilket i sin tur har en positiv återkopplande effekt på vattenkvalitet genom att stabilisera sediment, och konkurrera med växtplankton om näring. Klarare vatten och bottenvegetation gynnar rovfisk som abborre och gädda vilka är viktiga för att hålla efter populationerna av vitfisk. Med hänsyn till fiskens påverkan på vattenkvalitet samt rekreation såsom sportfiske, där rovfiskar i huvudsak är mest eftertraktade, är en god förvaltning av fiskbestånden en förutsättning för att uppnå mål om en god vattenkvalitet och ett rikt växt och djurliv, samt viktigt för människors möjlighet att kunna nyttja sjöarna på ett mångsidigt sätt.



Målet är att ha sjöar med god vattenkvalitet och ett rikt växt och djurliv. Vitfiskbestånden bör därför hållas tillbaka till rimliga nivåer, och rovfiskbestånden bör värnas. För att uppnå målen utgör fiskförvaltning en viktig del genom att påverka vattenkvalitet, biologi samt möjligheter till ett attraktivt fiske.

## VÄXJÖSJÖARNA; GENOMFÖRDA ÅTGÄRDER OCH STATUS SEDAN ÅR 2010

I denna rapport samt bilagor ges endast en översiktlig bild av förändringar i samband med genomförda åtgärder sedan nystart på åtgärdsarbetet 2015 samt de närmast föregående åren. Fokus i framställningen ligger på vattenkvalitetsförbättringar som uppnåtts i samband med det reduktionsfiske som genomfördes inom ramen för ett LOVA-projekt i Trummen, Växjösjön och Södra Bergundasjön 2016-2018. Mer omfattande sammanställningar avseende vattenkvalitetsförändringar mm publiceras inom ramen för andra projekt i Växjösjöarna.

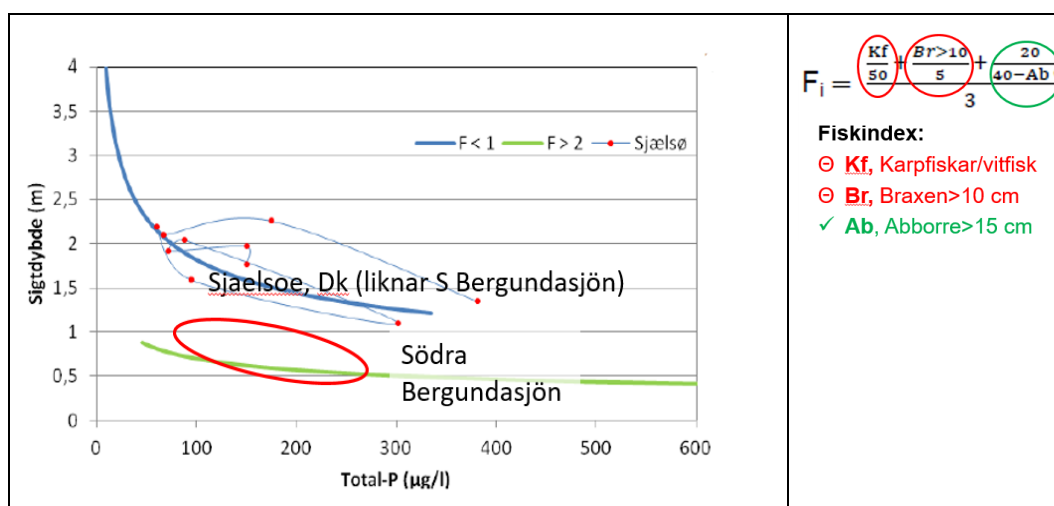
### Vattenkvalitetsförbättringar till följd av reduktionsfiske 2016-2018

Störst förbättring av vattenkvalitet i samband med reduktionsfisket uppnåddes i Trummen (ca 60% förbättring på nyckelparametrar såsom grumlighet, klorofyll- och fosforkoncentration i vattnet). I Växjösjön var motsvarande förbättring ca 26 % i ytvattnet, fast med lika stor förbättring som i Trummen under vår/ och försommar (se bilaga 1-3). Efter genomförd Aluminiumbehandling i Växjösjön under sommaren 2018 har även sensommar- och höstmätvärden förbättrats avsevärt i Växjösjön. Förbättringen under den senare delen av säsongen bör dock huvudsakligen härledas till aluminiumbehandlingen.

### Responsens mekanismer: planktivorers och bentivorers betydelse

I samband med biomanipulation brukar resonemangen i Sverige till övervägande del handla om vikten av att trycka tillbaka växtplanktonmängden genom att öka överlevnaden av djurplankton. I många andra delar av världen har man dock sedan länge haft mer fokus på icke önskvärda *bentiska* processer. Till exempel i USA är "Carp removal" en av de vanligaste åtgärderna mot övergödning. Åtgärden tar då i princip helt och hållet sikte på att eliminera den *störning på bottenarna* som karpen ger upphov till genom sitt levnadssätt (rotande i botten).

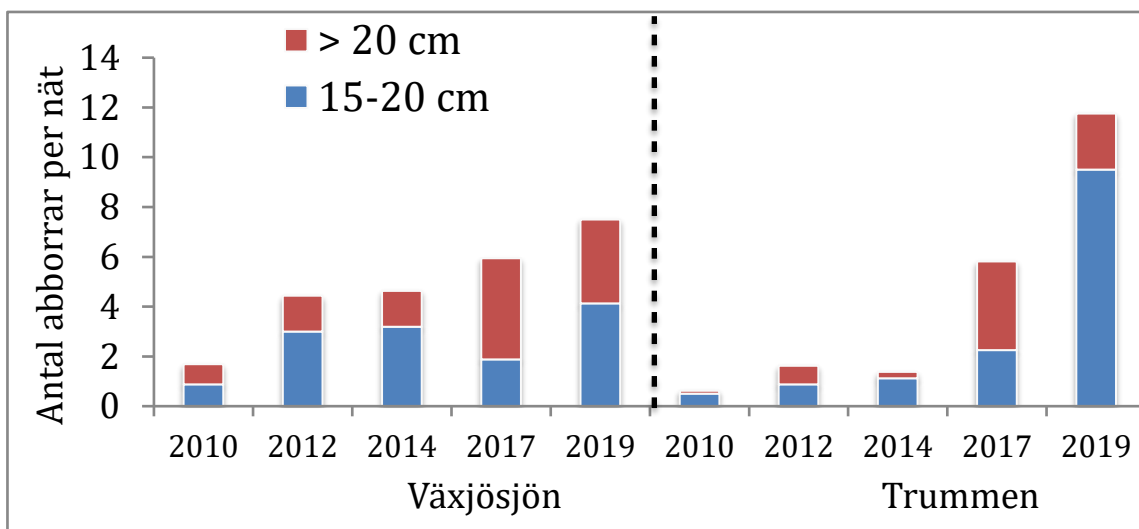
I Växjösjön minskade totalfosforhalten i ytan med 26 % under maj-okt under 2016-2017, jämfört med perioden 2010-2015. I bottenvattnet, på ca 7 m djup, minskade halterna dock med hela 52 % (se utförligare i bilaga 2). Detta kan tyda på att en viktig drivkraft till förbättringarna i Växjösjön är att bentivorerna har minskat kraftigt. Det kan även finnas andra möjliga förklaringar till detta, t ex att ljuset når längre ner i vattenmassan och fosfat på större djup därmed tas upp i större grad av växtplankton.



Figur 1. Dansk fiskindex enligt Jens Peter Müller & Helle Jerl Jensen, Fiskeøkologisk Laboratorium. Figuren är bearbetad av författaren. Ursprunglig figur publicerad av Müller och Jensen m fl i *Algae be gone*, slutrapport 2014. Notera i ekvationen till höger den tiofaldiga skillnaden i viktningen på karpfisk i största allmänhet i jämförelse med braxen > 10 cm.

## Fisksamhället i Växjösjöarna sedan 2016

I alla tre sjöarna har andelen fiskätande abborre ökat markant. I Växjösjön ökade antalet abborre >20 cm från ca 1,0 st till ca 3,5 st per provfiske nät. I Trummen var motsvarande ökning från ca 0,3 till 4,0 st ((Björk-Rengbrandt och Böklin, 2017). Ökningen avser tillståndet i sjöarna 2017 i jämförelse med provfisken 2010, 2012 och 2014. Provfiske 2019 visade ett fortsatt stort antal stora abborrar, figur 2. I Södra Bergundasjön, som provfiskades 2018, syns en liknande utveckling, med dubbling av antalet större abborre/nät (Björk-Rengbrandt och Böklin, 2018). I styrelsen för Växjösjöarnas fiskevårdsområde har diskuterats att förtydliga nyttan av att återutsätta rovfisk samt att skärpa bestämmelserna kring uttag av värdefull storvuxen abborre.



Figur 2. Antal fiskätande abborrar per översiktsnät från provfisken i Växjösjön och Trummen 2010-2019. Reduktionsfisket startade vinter 2015/vår2016. Abborre antas egentligen delvis gå över till fiskdiet redan vid en längd av 12 cm (Kinnerbäck2001). Här har en mer konservativ gräns på 15 cm valts då det är den längd då abborre räknas in som rovfisk i statistik från reduktionsfisket.



Foto 1. T.v.: Stor abborre har ökat kraftigt i sjöarna vilket märkts både i standardiserade provfisken samt i fångsterna i reduktionsfisket. T.h.: I samband med reduktionsfisket i Södra Bergundasjön våren 2018 var de mindre abborrarna mycket feta. Vid närmare undersökning upptäcktes en mycket stor mängd stora djurplankton i magarna. Stora djurplankton gynnar abborren dels genom att beta växtplankton och bidra till klarare vatten, samt genom att utgöra en viktig födoresurs.

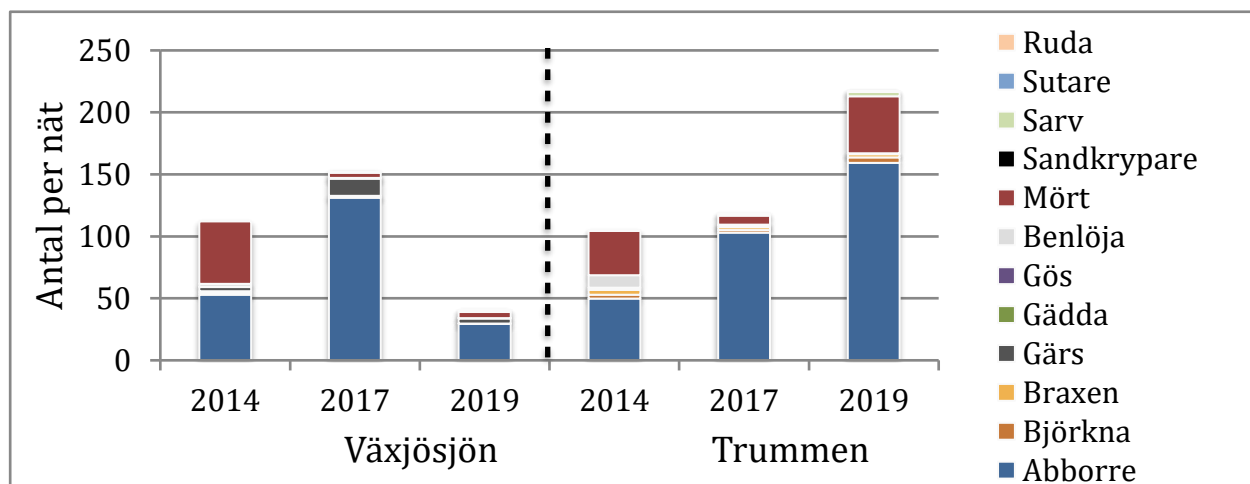
Förutom stor abborre ökade även antalet abborryngel kraftigt i samtliga sjöar efter att reduktionsfisket startade. En stor mängd abborryngel kan vara problematiskt då de konsumerar stora



mängder djurplankton och en för stor mängd kan också leda till hög konkurrens. Därför har även små abborrar reducerats under reduktionsfisket för att öka tillväxten, vilket bör vara en bidragande orsak till ökad mängd stor abborre. Även om små abborrar konsumerar djurplankton tycks de inte ha samma negativa effekt som mört och braxen. 2019 fångades ett litet antal abborryngel i Växjösjön medan antalet abborryngel var fortsatt mycket högt i Trummen. En liten mängd små abborrar i Växjösjön kunde redan observeras i bottengarns fångster våren 2018 samtidigt som mängden stor abborre var mycket stor. Troligen är det lägre antalet abborryngel 2019 en kombination av högt predationstryck från stor abborre samt att produktiviteten har minskat sedan sommaren 2018 då aluminium tillsattes till sedimenten vilket kan ha lett till en minskad mängd djurplankton på vår och försommar och därför också minskad rekrytering av abborre och annan fisk.

Mängden vitfisk har minskat markant i sjöarna vilket framförallt märks i minskade fångster i reduktionsfiskena. Då braxen tidigare utgjort en stor del av fisksamhället är det svårt att upptäcka skillnader i vanliga provfiskenät då nätmaskorna är för små för att fånga stor braxen. För mört däremot fungerar provfiskenäten relativt väl. I Växjösjön minskade antalet mörtar från ca 50 st 2014 till 4 st per per nät 2017. I Trummen var minskningen från 37 st till 7 st per nät. 2019 fångades ett fortsatt litet antal mörtar i Växjösjön, medan antalet mörtar per nät i Trummen var i nivå med provfisket 2014. Det ökade antalet mörtar i Trummen jämfört med 2017 beror på ett högre antal yngel.

Att antalet mörtar och små individer av abborre ligger kvar på låga nivåer till och med 2019 i Växjösjön beror troligen på hög predation samt lägre produktivitet. Det högre antalet små mörtar i Trummen 2019 kan tyda på att underhållsfiske kommer behövas närmaste åren för att bibehålla en god vattenkvalitet. Hur utvecklingen blir under de närmaste åren återstår att se, men dessa tidiga resultat tyder på att sjöar med en kombination av biologiska och kemiska åtgärder kräver mindre underhållsfiskeinsatser. Det skall dock inte uteslutas att underhållsfisken samt andra åtgärder kommer behövas i samtliga sjöar.



Figur 3. Antal fiskar per nät i provfisken 2014-2019 i Växjösjön och Trummen.

En annan tydlig trend är att konditionen på kvarvarande fisk har förbättrats. Som exempel har större braxen i storleksklassen 40-60 cm ökat ca 20-30% i vikt, räknat utifrån hur längd- och viktförhållandet förändrats på ca 120 individer av braxen fångade i Södra Bergundasjön i början respektive slutet av projektiden. (Rengbrandt 2019, opubl data ev bilaga 5).

## Bottenvegetation breder ut sig och bottenlevande djur blir fler

### Bottenvegetationen breder ut sig

Bottenvegetation (makrofyter) utgör en nyckelroll för ekosystemen med flera återkopplande mekanismer som bidrar till klarare vatten. Bland annat stabiliserar de sediment, konkurrerar med växtplankton om näring samt gynnar rovfisk som abborre och gädda. I alla tre sjöarna har utbredningen av bottenvegetation ökat markant. Noggranna inventeringar har genomförts tidig höst 2015 (innan projektet) samt tidig höst 2017. Krusnate och kransalgen *Nitella sp. (opaca alt. flexilis)* är några av de makrofyter som tillsammans med trubbnate har blivit karaktärsarter i alla sjöarna, se illustration nedan. Vegetationen har ökat mycket kraftigt i synnerhet i Växjösjön och Trummen, samt etablerat stora bestånd i Södra Bergundasjön, där den submersa vegetationen så sent som 2015 inte alls kunde påträffas (*Alcontrol m fl 2017*).



Figur 4. Krusnate (*Potamogeton crispus*) och mattslinke (*Nitella opaca*). Båda dessa arter är nu karaktärsarter på stark frammarsch i alla de tre reduktionsfiskade sjöarna. Illustration: Maj Persson.

I tillägg till vad som framgår av inventeringen 2017 och som redan nämnts ovan, kan tilläggas att det även år 2018 gick att följa rent visuellt hur vegetationen ökade i djuputbredning i framför allt Växjösjön. *Nitella* växte till exempel ned till ca 3 m djup utanför lagunerna vid Växjösjöns strand i juni 2018 (*Andreas Hedrén, observation vid fridykning juni 2018*).

Utöver ökad makrofytutbredning som beskrivits ovan har även fintrådiga alger ökat markant i alla sjöarna. Allra tydligaste var detta i Växjösjön 2016 och i Södra Bergundasjön 2018. I Södra Bergundasjön kunde man under 2018 vid alla tillfällen på sjön fram till och med juli rent visuellt se ett klarare vatten på grundområdena jämfört med sjöns djupare delar. Utbredningen av de fintrådiga algerna, som framför allt skett på grundområdena, kan vara en viktig förklaring till detta.

### Förändringar avseende bottenfauna

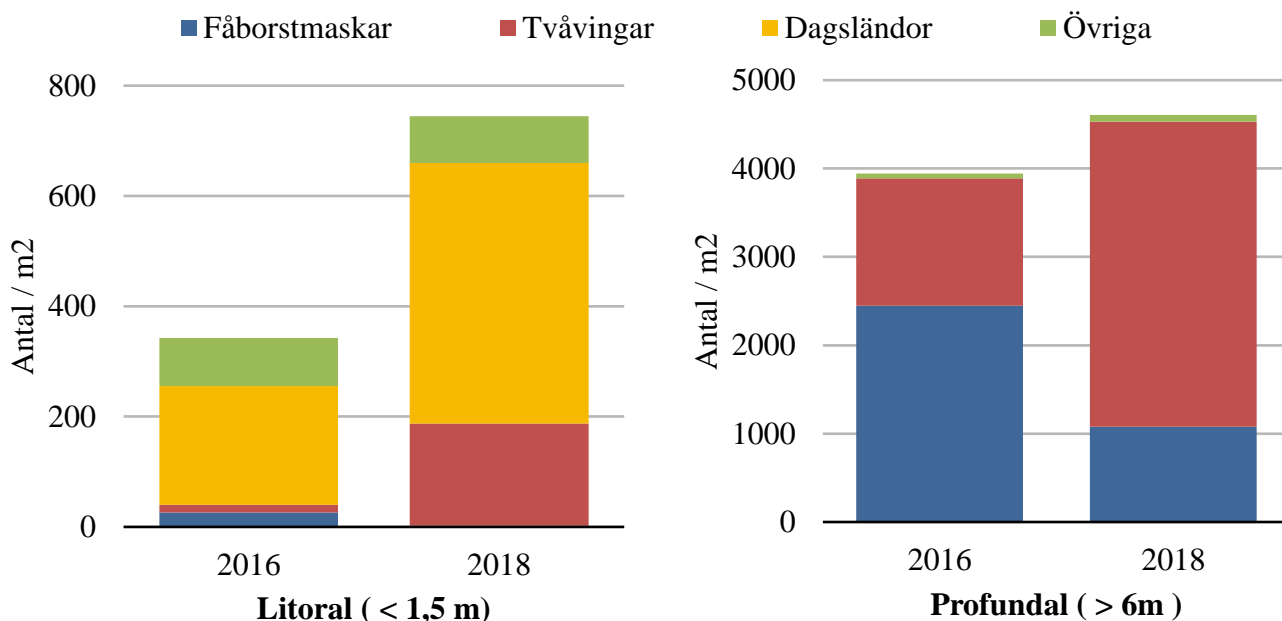
I alla tre sjöarna har bottenfaunasammansättningen ändrats markant. Växjösjön och Trummen uppnådde år 2017 för första gången God Status med avseende på bottenfauna (Mörrumsån

2017, Olofsson m fl, 2018). Även i Södra Bergundasjön uppnåddes god status i litoralzonen 2018 (måttlig status 2016). Mer ingående kunde framför allt en ökning av antalet tvåvingar (fjädermygg) och dagsländor observeras, figur 5. Även en ökad mängd nattsländor, sävsländor och små musslor observerades. Liknande resultat har observerats vid undersökningar i samband med reduktionsfiske i fler sjöar (Svensson m.fl. 1999, Läppe m.fl. 2003, Björk-Rengbrandt 2016) vilket stärker slutsatser att fisk har en stor påverkan på bottenfaunans mängd och sammansättning.

I djupare områden i Södra Bergundasjön råder fortsatt ej god status, vilket beror på att känsliga organismgrupper saknas. Även på dessa områden har en tydlig förändring skett på så vis att larver av tvåvingar (fjädermygg och tofsmygg) har ökat i antal med ca 240 %, från år 2016 till 2018 ( figur 5, Medins 2018, opubl. data). Viktigaste anledningen till ökade tätheter av dessa larver torde också vara minskad predation från braxen och andra bentivorer då fjädermygg brukar utgöra stapelföda för stor braxen. Samtidigt som flera grupper ökat har antalet fåbortmaskar minskat i både litoral och profundal. Detta kan vara ett resultat av att fåbortmaskar tidigare gynnats av minskad konkurrens från annan mer predationskänslig bottenfauna då det fanns en högre fiskbiomassa.

Figur 5. Antal individer per kvadratmeter av olika organismgrupper baserat på 5 prover i respektive djupzon hösten 2016 & 2018 i Södra Bergundasjön. Reduktionsfisket i Södra bergundasjön startade hösten 2016. Grupperna "tvåvingar" består av fjädermygg och tofsmygg, och gruppen "övriga" av gråsuggor, sävsländor, snäckor, musslor, nattsländor, vattenkvalster mm. Notera att det är olika skala för litoral och profundal, vilket beror på olika provtagnings metodik. I litoralen har sparkprover utförts medan prover i profundalen har tagits med ekmanhämtare.

### Reduktionsfiske till nytta för fågellivet!



Fisk kan ha en stor påverkan på fågellivet dels genom att konkurrera om födoresurser samt genom att påverka bottenvegetationen. Många fåglar, framför allt olika änder såsom knipa, vigg och brunand har visats gynnas av lägre fiskdensitet och vid planering av till exempel våtmarker och andra fågelhabitat är fisk en viktig faktor att ta hänsyn till, (Giles 1994, Nummi m.fl. 2016). Fisk och fågel konkurrerar om bottenfauna, och i sjöar med hög fiskbiomassa får fåglarna mindre tillgång på föda. Som observerat i Växjösjöarna leder reducerad fiskbiomassa till ökad mängd bottendjur, vilket innebär mer mat får både vuxna och unga fåglar (Giles 1994, Hanson & Butler 1994). Med förbättrad sammansättning av bottenfaunan samt ökade tätheter av fjädermygg har förutsättningarna för ett rikt fågelliv förbättrats sedan reduktionsfiskena startade.

Inte bara fåglar som söker föda i vattnet gynnas av en ökad mängd botten djur då flera organismgrupper som sländor och fjädermygg lever en del av livet ovanför ytan, se foto 2. En ökad mängd flygande insekter gynnar sannolikt även fladdermöss, en skyddsvärd djurgrupp där det har bedömts föreligga ett stort skyddsintresse kring Bokhultets reservat/Bergundasjöarna. Reduktionsfisket och en framtida förvaltning av de resultat som har uppnåtts med reduktionsfisket kan således antas stärka många av de värden i Bokhultets reservat och Natura 2000-område som traditionellt sett inte är så starkt förknippade med vattenvård.

Förutom fåglar som är beroende av bottenfauna gynnas även växtätande fåglar såsom svanar, sothöns och gäss av klarare vatten och ökad utbredning av bottenvegetation (Giles 1994).

## **Håll uppsikt över skarvens ökning!**

Skarv är en art som funnits under en längre tid men i mindre mängd i sjöarna. 2019 har populationen ökat fr a i Södra Bergundasjön, med upp till 2-300 rastande skarvar. En ökad population av skarv kan förväntas ha effekter på fiskbestånden och potentiellt begränsa mängden fiskätande abborre. Till exempel beräknas skarv enligt en studie av STHLM:s universitet ha tagit ca 7 ggr mer abborre än det samlade yrkesfisket på ostkusten (Hansson m.fl. 2017). Med hänsyn till vilken påverkan en växande population av skarv kan ha på fiskbestånden och i längden sjöarnas ekologiska status behöver populationen övervakas och eventuell skydds jakt övervägas. För att förtydliga handlar det inte om att helt hålla bort skarv från sjöarna, utan om att hålla antalet på en rimlig nivå i likhet med till exempel populationerna av braxen.

## **Kanadagäss**

Som nämnt ovan gynnas växtätande fåglar av en ökad utbredning av bottenvegetation. Ett stort antal växtätande fåglar kan ha en negativ effekt på växtligheten genom att till exempel dra upp plantor och på så sätt ha effekt på vattenkvalitet (t.ex. Van Donk & Otte 1996). I Växjösjöarna är det framför allt kanadagäss i Lagunerna och Trummen som kan tänkas påverka växtligheten negativt. Förutom negativ påverkan på växtlighet är ett stort antal kanadagäss negativt även ur hygienisk synpunkt med stora mängder spillning (bakterier) på badplatser. Med hänsyn till potentiella negativa effekter från kanadagäss bör skydds jakt vid stora antal övervägas, troligen även till fördel för inhemska fågelarter.

## **Effekter som inte täcks in inom den vanliga recipientkontrollen**

Det finns flera viktiga processer som vanligtvis inte mäts inom det löpande kontrollprogrammet, alternativt lätt missas. Provtagning av djurplankton under maj-juni ingår vanligtvis inte i recipientkontrollen men är den tid på året då massförekomst av stora djurplankton har observerats i samband med mycket klart vatten framför allt i Växjösjön och Bergundasjöarna. År 2016 utfördes en extra provtagning i Växjösjön som visade 31 ggr högre täthet av daphnier > 1mm och ca 6 ggr högre täthet av daphnier < 1mm jämfört med 2012 då det också provtogs djurplankton i maj (ALcontrol 2016). En annan observation var att små arter av hinnkräftor som är mindre utsatta för fiskpredation förekom i betydligt mindre mängd än tidigare. Massförekomster av stora djurplankton varar inte hela sommaren och täcks inte in i den vanliga provtagningen som sker i augusti. Vidare har det observerats att stora djurplankton ofta uppehåller sig grunt intill växtlighet och andra strukturer vilket gör att de missas vid provtagning som sker centralt ute i sjöarna.

En organismgrupp som vanligtvis inte ingår i kontrollprogram är bentiska alger. I samtliga sjöar och framför allt Växjösjön 2016 och Bergundasjöarna 2018 & 2019 har en kraftig ökning av

bentiska alger observerats på bottengarn, stenar mm. Dessa bentiska alger kan ha stor påverkan på sjöns ekosystem genom att konkurrera med både växtplankton och bottenvegetation om näring och ljus, och på så sätt ha stor effekt för vattenkvalitén, foto 2.

Även metodik för ingående parametrar som mäts täcker inte in allt. Till exempel missas bottenfauna som uppehåller sig i vegetation eller på stenar. Med ökad växtlighet i sjöarna torde bottenfauna som är förknippad med dessa miljöer, t ex snäckor ha ökat, vilket märkts visuellt (foto 2). En annan aspekt är vad man mäter, till exempel antal eller biomassa. Hade biomassa för bottenfauna mätts hade troligen en större relativ ökning för stora arter som sävsländor och snäckor kunnat påvisas då dessa inte finns i samma antal som t.ex tvåvingar men har större individuell biomassa (som att jämföra mört och braxen gällande antal vs. biomassa).



Foto 2. T.v. grundområde i Södra Bergundasjön nära utloppet i juli 2018. Notera den rikliga påväxten av alger på stenar, samt det klara vattnet, en typisk bild av Södra Bergundasjöns grunda områden fram till midsommartid 2018. Fenomenet med kraftig påväxt började i mindre omfattning 2016, ökade under 2017, och ökade ytterligare 2018. Flera exemplar av sötvattenssnäckan Stor dammsnäcka (*Lymnea stagnalis*) ens också på fotot, av vilka några kryper fram på undersidan av ytan. Även denna art verkar ha ökat kraftigt i alla tre sjöarna. T.h.: Massiv kläckning av fjädermygg i maj 2018 i Växjösjön. Den ökade mängden flygande insekter gynnar troligtvis både luftjagande fågel och fladdermöss, en koppling som traditionellt inte förknippas med vattenvård. Foton: Andreas Hedrén.

## FISKEMETODER I DE OLIKA VÄXJÖSJÖARNA

Vilka metoder som är lämpliga eller mest effektiva beror bland annat på årstid, sjöns morfologi samt fisksammansättning. I Växjösjöarna har två kompletterande metoder använts, not och bottengarn. Genom att använda sig av kunskap om fisken beteende och rörelsemönster under olika tider på året kan ett effektivt fiske utföras. Förutom att vara effektiva metoder har de fördelen att de är skonsamma mot rovfisk och bottnar.

### Not

Under höst och vinter sjunker temperaturen och födoresurserna är i regel mindre än under sommaren. Vattnet blir oftast klarare vilket gör vitfischen mer synlig för predatorer. Vid dessa förhållanden blir fisken mindre aktiv och ansamlas oftast i stim i djupare områden som ett skydd mot rovfisk. Då fisken är passiv används aktiva metoder där not är mest effektivt. Innan noten läggs ut letas fisk upp med ekolod och sedan läggs en 300 m lång not ut som i regel dras 220 m och fiskar av ett område på 4 - 5 hektar. Noten består av två armar med en säck på mitten där fisken samlas upp. I Växjösjöarna har notar som är 4, 6 respektive 8 m djupa använts beroende på sjö och fiskedjup. När notdraget är klart håvas fisk upp ur notsacken och

vitfisk läggs i båten och rovfisk släpps tillbaka. Metoden kan ge mycket stora dagsfångster, bland annat fångades 13 ton braxen på ett notdrag i Södra Bergundasjön hösten 2019.

### Bottengarn

Under vår och försommar blir vattnet varmare och fisken blir mer aktiv. Fisken rör sig ofta strandnära i jakt på föda, och kan framför allt vid lek ansamlas i stora mängder i anslutning till lekplatser. Vid dessa förhållanden är passiva redskap, bottengarn mest effektivt. Det finns flera typer av bottengarn och det är viktigt att använda redskap med stor fångstkapacitet och som är avsedda för vitfisk. I Växjösjöarna används bottengarn med fångstkapacitet på över 3 ton, med fiskhus uppbyggda som fyrkantiga boxar som är öppna upptill för att enkelt vittja samt inte riskera att till exempel sjöfågel och utter drunknar. Vid vittjning går båten in under bottengarnet och fisken trycks mot slutet av boxen. Vitfisk håvas upp och läggs i båten medan rovfisk släpps tillbaka. Bottengarnen fiskas i regel under 40 till 50 dagar under våren vilket gör det till en effektiv metod för att fånga de flesta arter och storlekar då flera arters lekperiod prickas in.



Foto 3. T.v. En del av fångsten från ett notdrag hösten 2019 i Södra Bergundasjön på 13 ton braxen. Fisk som inte får plats i båten stannar kvar i notsäcken tills nästa runda. T.h. Vittjning av bottengarn i Södra Bergundasjön 2017. Foto t.h. är taget av Lubomir Pytel, FKP-Gear.

### Grovmaskiga nät

I samband med reduktionsfiske i dammar, där ibland Lagunerna intill Växjösjön har det observerats att stor bottenlevande fisk såsom karp ibland undviker att gå in i bottengarn. Som komplement har grovmaskiga nät visats fungera väl. Grovmaskiga nät kräver större försiktighet då det finns risk att rovfisk kan skadas. Bottenlevande fisk med stor potentiell påverkan på vattenkvalitet såsom karp och braxen har hög kroppsform vilket kräver grova maskor för att fånga dem. Genom att använda tillräckligt stora maskor kan annan fisk undvikas, i fall maskorna är för stora för att till exempel abborre, gädda och gös ska fastna. Därför går det att få ett selektivt fiske på stor bottenlevande fisk utan stor risk för bifångst om man känner till målarternas storlek samt storleksstruktur hos rovfiskarna.

2019 utfördes ett test med grovmaskiga nät i Trummen och Växjösjön och metoden fungerade väl, för att fånga och övervaka karp och braxen utan bifångster. Nätfiske kan inte ersätta not eller bottengarn då det inte är i närheten lika effektivt sett till total mängd fångad fisk, men kräver en relativt liten insats jämfört med andra metoder och kan användas som komplement framför allt till bottengarn för att öka uttagen av stor braxen, sutare och karp.

### Val av metod i respektive sjö

I tabell 1 presenteras vilka metoder som bedöms som både lämpliga och effektiva i respektive sjö, samt lagunerna (dagvatten dammar). I Växjösjön och Södra bergundasjön som har tydliga djuphålur och som är relativt fria från hinder bedöms notfiske vara mest effektivt. I övriga sjöar där notfiske är svårt på grund av sten och ledningar är bottengarn mest effektivt. Notfiske skall dock inte helt uteslutas i Norra Bergundasjön och Lagunerna då anpassade notar har potential men ej har testats. I samband med bottengarns fiske i Trummen eller Norra Bergundasjön är bottengarn även ett bra alternativt i Växjösjön och Södra Bergundasjön då det kan vara en bättre metod för att reducera till exempel abborryngel. Grovmaskiga nät kan användas för att reducera stor braxen, sutare och karp i Trummen, Växjösjön och Lagunerna som komplement till bottengarnsfiske, men ej ersätta någon av de andra metoderna. Fiske med grovmaskiga nät bedöms ej lämpligt i Bergundasjöarna då där finns en större mängd stor gädda och gös och fisket med nät skulle troligen utgöra en för stor risk för bifångst med skador på rovfisk.

**Tabell 1.** Lämpliga och effektiva metoder i respektive sjö. Notfiske har inte testats i Norra Bergundasjön och Lagunerna. Fiske med grovmaskigast kan inte ersätta de andra metoderna men fungera som komplement för att öka uttag av stor bottenlevande fisk.

Metod	Trummen	Växjösjön	Södra Bergundasjön	Norra Bergundasjön	Lagunerna
Not		x	x	?	?
Bottengarn	x	x	x	x	x
Grovmaskiga nät	x	x			x

## LÄRDOMAR KRING MIGRATION AV FISK SAMT DIMENSIONERING AV FISKEINSATSEN

Utloppen ur Växjösjöarna ger endast mycket begränsade möjligheter till fiskvandring. Detta förhållande gör det sannolikt att de goda resultaten i Trummen och Växjösjön kan stå sig över tid. Om utloppen vore utformade för optimal fiskvandring skulle sjöarna antagligen kontinuerligt ha fyllts på från de nedströms mycket större och mer fiskrika Bergundasjöarna. Antagligen skulle de därför inte ha genomgått den snabba och positiva förändring som nu var fallet. Det kan särskilt noteras att det i Växjösjöarna, i synnerhet Bergundasjöarna, varit vanligt med mycket kraftiga massmigrationer av framför allt mört, men även övrig vitfisk. Dessa migrationer sker ofta under senhöst/tidig vinter, och verkar ofta utlösas av att stora flockar av storskrak driver in stora fiskstim i vikar. Om det då är ett vattendrag i viken flyr fisken ofta upp längs dessa vattendrag, se foto 4 nedan.

I litteratur om reduktionsfiske framgår det sällan om man har beaktat effekten av migration. Erfarenheterna från detta projekt är att ett projekt utan ett genomtänkt förhållande till dessa processer mycket väl kan visa sig vara ett helt bortkastat arbete. Till exempel att fiska enbart Växjösjön och Trummen, om det vore goda migrationsmöjligheter mellan dessa sjöar och nedströms liggande Södra Bergundasjön, skulle antagligen inte alls ge resultat.



Foto 4. Foto i gryningsljus med vy över Norra Bergundasjön i början av december 2017. En stor flock med storskrak skymtar långt ute på ytan. Skrakarna driver in vitfisk mot sundet mellan Bergundasjöarna. Hägrar kalasar på fisken när den pressas mot land. Sundet stängdes av i slutet av oktober 2017 med en damm som skymtar i förgrunden. Tidigare händelser av detta slag ledde till omfattande fiskmigration mellan sjöarna. Dammen har uppförts i enlighet med gällande tillstånd i mål M 2666-16, mark- och miljödomstolen Växjö Tingsrätt. Barriären vid dammen har ett tidsbegränsat tillstånd till och med år 2027.





*Foto 5. Dammen mellan Bergundasjöarna i juli 2018. Notera den påtagligt bättre vattenkvaliteten i Södra Bergundasjön (närmast i bild). Dammen har två syften: att hindra bakåtströmning av vatten från Norra Bergundasjön till Södra Bergundasjön i samband med mycket låga flöden och/eller blåst, samt -viktigare- att minimera migration av fisk. En permeabel stenvall uppfördes under våren 2018 istället för 15 mm galler, eftersom det uppstod problem med dödlighet av framför allt abborre på gallret pga för höga vattenhastigheter genom detsamma.*

Ett alternativ till att uppföra eller förändra vandringshinder mellan sjöarna för att undvika att migrationen överskuggar fångstresultatet vore att fiska ut större områden på en gång. Man får dock beakta att ett sådant angreppssätt medför flera svårigheter, och man försätter sig i ett svårare läge avseende krav på att leverera extremt effektivt arbete från dag 1 tills projektet är slutfört. Vidare kvarstår problematiken med potentiellt mycket betydande migration från till exempel Bergundasjöarna till Växjösjön, då den senare sjön endast utgör ca 11 % av sjöytan i jämförelse med Bergundasjöarna.

En viktig orsak till framgången i reduktionsfisket i Växjösjöarna 2016-2018 torde vara att sjöarna systematisk "tömts" på stora mängder vitfisk (samt småvuxen abborre) under en enda tillväxtsång eller mindre, utan att det har skett någon betydande påfyllning av fisk.

## **Intäkter och andra nyttor med fångsten – Biogas och matfisk**

### Fångsten kan användas som livsmedel

I samband med reduktionsfisket i maj 2019 samlades individer av abborre in från de båda Bergundasjöarna för senare analys av miljögifter. Samtidigt insamlades 3 st braxnar, av storlek ca 2,5-3 kg/st från Södra Bergundasjön. En liknande insamling av fisk för miljögiftsanalyser gjordes i Växjösjön och Trummen i slutet av juli 2019. I de sjöarna togs enbart abborre. Utöver detta gjordes en insamling av abborre och gädda i Södra Bergundasjön för provtagning av PFAS/PFOS i maj 2018. Vidare kan nämnas att runt år 1990 gjordes en omfattande provtagning av kvicksilver i gädda i sjöar i Växjö Kommun. Resultatet av 1990 års provtagning visade att kvicksilverhalten i gädda från de aktuella Växjösjöarna varierade i medeltal mellan 0,17-0,22 mg Hg / kg våtvikt fiskmuskel. Min- och maxvärden på individnivå var 0,10 resp 0,40 mg/Hg / kg. Detta är för regionen och med svenska mått relativt låga halter.

Sammanfattningsvis är halterna av kvicksilver i abborre och braxen från Växjösjöarna med svenska mått låga (<0,08 mg/kg våtvikt fiskmuskel). Avseende PCB och dioxiner är halterna inte heller anmärkningsvärt höga. För de ovan nämnda miljögifterna är föroreningsituationen så mild eller gynnsam att det inte ger fog för att skärpa de allmänna restriktioner som finns för konsumtion av insjöfisk.

Avseende PFAS/PFOS är det svårare att ge en tydlig rekommendation eftersom ansvariga livsmedelsmyndigheter på såväl EU- som nationell nivå tvekar om vilka gränsvärden som ska gälla. Det skiljer ca 80 ggr mellan nuvarande gränsvärde och det strängast föreslagna gränsvärde som cirkulerar. Enligt nu (år 2019) gällande gränsvärden kan man utifrån de halter av PFAS/PFOS som uppmätts med god marginal fortfarande använda fisk från Växjösjöarna för mänsklig konsumtion. De abborrar som undersöktes i Växjösjöarna hade i medeltal ett PFOS-innehåll om 18 ng/g fiskmuskel (våtvikt), och för braxen var medelvärdet 7 ng/g fiskmuskel. Halterna som uppmätts i Växjösjöarna är i nivå med vad som uppmätts på många andra håll i landet, t ex tätortsnära sjöar i Stockholmstrakten.

Den stora osäkerheten avseende fisk från Växjösjöarna som livsmedel, med den kunskapen vi har idag, ligger i just detta med PFOS/PFAS. Om EU och i förlängningen Sverige landar i att besluta sig för att tillämpa de strängaste gränsvärden som just nu diskuteras skulle det innebära att just PFOS/PFAS blir den förorening som blir utslagsgivande för maximal konsumtion av fisk från Växjösjöarna. Samma sak skulle sannolikt gälla för en mycket stor andel av de svenska och europeiska vatten där det bedrivs kommersiellt fiske. Det skulle då kunna innebära en viss skärpning jämfört med de kostråd som Livsmedelsverket står för idag avseende svensk insjöfisk.

För mer exakta kostråd och rekommenderas att följa Livsmedelsverkets kostråd avseende insjöfisk. Se även detaljer avseende mätresultat i bilaga 4 till denna rapport.

### Fångsten har även ett betydande värde som förnybar energiråvara

Totalt sett togs ca 200 ton fisk ut ur sjöarna under reduktionsfisket 2016-2018. Av detta har merparten, ca 160 ton, lämnats till kommunens biogasanläggning för framställning av metangas som sedan används som fordonsgas lokalt. Ca 40 ton eller 20% av den landade fångsten har tagits om hand spontant av privatpersoner för konsumtion som livsmedel eller betesfisk till kräftfiske mm. Biogasanläggningen i Växjö har på senare år försetts med ett extra processteg ("termisk hydrolys") i förbehandlingen av substratet, vilket ökar effektiviteten med ca 20 % jämfört med konventionell rötning.

Utifrån andra beräkningar som gjorts (t ex Biogaspotential från akvatiska substrat i Skåne, delrapport 1, BUCEFALOS/LIFE11/ENV/SE/83, 2014) avseende energi-innehållet i fiskrester

kan man räkna med att den biogas som genererats inom ramen för detta projekt uppgår till ca 45 000 Nm<sup>3</sup> biogas. Denna mängd biogas kan med avseende på energiinnehållet jämföras med drygt 50 000 liter bensin, eller ca 0,45 GWh energi. Värdet "vid biogaspumpen" är ca 700 000 kr och klimatnyttan kan beskrivas som att 50 000 liter förnybar bensin har tillkommit, vilket motsvarar en besparing av ca 75 ton CO<sub>2</sub>. Det vore i tillägg till detta intressant att beräkna om och i så fall hur mycket metanavgången minskar från sjöarna när nedbrytning av organiskt material i syrefattig miljö i och nära sjöbotten minskar.

#### Hur ska fångsten hanteras i framtiden?

Rent principiellt bör man vara varsam om fisk som är tjanlig att använda som ett livsmedel då fisk är en råvara som är god, vitaminrik och proteinrik och samtidigt klimatsmart. De provtagningar som gjordes under 2019 visade att fisk från Växjösjöarna bör kunna hanteras som fisk från andra svenska sjöar eller Östersjöfisk. Det innebär att fisken kan konsumeras. Men att man, i likhet med all annan insjöfisk och fisk från Östersjön, bör följa Livsmedelverkets allmänna kostrekommendationer för insjöfisk. Om gränsvärdena för PFOS sänks kraftigt kan det bli aktuellt att lokalt skärpa kostrestriktionerna framför allt för abborre, och möjligen även för braxen.

Man får även räkna med att det kommer att vara praktiskt omöjligt att vid alla tillfällen omhänderta all fisk som skulle kunna användas som livsmedel, eftersom det stundtals blir extremt stora fångster på kort tid. Till exempel landades i början av november 2019 ca 13 ton braxen på en enda dag (en fredagseftermiddag). Det säger sig självt att det är svårt att ordna en väl fungerande livsmedelskedja för ett sådant tillfälle, inte minst eftersom att vissa år måste man ställa in liknande planerade aktiviteter pga. besvärligt väder. Vi får därför räkna med en omfattande fångsthantering som innebär biogasproduktion även i framtiden.

## SYNTES OCH RIKTLINJER FÖR FÖRVALTNINGEN AV FISKBESTÅNDEN I VÄXJÖSJÖARNA

### **Planktivorer/bentivorer: Underhållsfisken behöver sannolikt genomföras**

Växjösjöarna är trots genomförda förbättringar av vattenkvalitet åt det mer näringsrika hållet till sin karaktär. Det innebär att de är mycket produktiva. Det kan antas ske en omfattande tillväxt av till växtplankton, djurplankton, bottenlevande smådjur och alla fiskarter. För att förhindra att miljötillståndet börjar driva i riktning mot situationen före 2016 (= enorma populationer av vitfisk) är det viktigt att upprätthålla den gynnsamma nuvarande fördelningen mellan rovfisk, planktivorer och bentivorer. Till stor del är målsättningen att rovfisk, och då framför allt abborren, bidrar till att upprätthålla predationstryck på vitfiskbestånden. Samtidigt är det troligt att det krävs återkommande "underhållsfisken" med bottengarn och not för att tillräckligt hålla tillbaka oönskad tillväxt av vitfisk.

Hur ofta dessa underhållsfisken behöver genomföras beror till stor del på vilken målsättning man bestämmer sig för, hur omfattande primärproduktionen är, samt hur väl vi förvaltar rovfiskbestånden. Större tillförsel av fosfor via tillrinning eller läckage från bottnar innebär högre primärproduktion och större risk att stora populationstillväxter av vitfisk fortare återkommer och därmed eliminerar de positiva effekterna.

Vi räknar med att det bör genomföras underhållsfisken ca vart 3-5:e år i de olika sjöarna för att upprätthålla god status med avseende på vattenkvalitetsparametrar som siktdjup, fosforhalt, algbiomassa. Ett underhållsfiske kan till exempel vara några dagars eller en veckas arbete med notdrag i djuphålan i Växjösjön eller S Bergundasjön, eller en 30-40 dagars period med bottengarn i Trummen och/eller någon av de andra sjöarna. Underhållsfisken bör planeras så att minst 2 sjöar fiskas samtidigt för att uppnå bra arbets- och kostnadseffektivitet i dessa projekt.

### **Rovfisk**

Tillväxten och mängden av rovfisk i fiskätande storlek kan i Växjösjöarna antas bestämas av framför allt fyra betydelsefulla faktorer:

1. konkurrens om födoresurser
2. Sjöarnas ekologiska status (siktdjup och växtutbredning)
3. mänskligt fiske
4. predationstryck från skarv

#### Rovfiskvård 1: Begränsa bestånd av framför allt braxen och mört

En mindre mängd braxen och mört i sjöarna påverkar rovfiskbestånden på två sätt, dels genom minskad konkurrens om djurplankton och bottenlevande djur och dels genom att påverka siktdjup och växtutbredning. Framför allt abborre påverkas starkt av konkurrens från vitfisk, men även tillväxt för gösyngel tycks gynnas av minskad mängd planktivorer, vilket observerades i Bergundasjöarna där gösyngel var större i Södra Bergundasjön jämfört med Norra Bergundasjön 2018 då reduktionsfiske utfördes endast i Södra Bergundasjön (Björk Rengbrandt & Böklin 2018). Klarare vatten och växtlighet gynnar abborre jämfört med braxen och mört (Diehl 1988), medan mängden gädda är starkt kopplad till utbredning av vegetation (Grimm 1989).

Målet är att en ökad mängd rovfisk och växtlighet till stor del ska stabilisera en bättre vattenkvalitet. Då sjöarna är fortsatt produktiva är det dock troligt att gynnsamma år för rekrytering av mört och braxen på sikt kan leda till en ökad mängd vitfisk. För att upprätthålla de positiva

effekterna av reduktionsfiskena kommer troligen underhållsfisken behövas. Vi räknar med att det bör genomföras underhållsfisken ca vart 3-5:e år i de olika sjöarna för att upprätthålla god status med avseende på vattenkvalitetsparametrar som siktdjup, fosforhalt, algbiomassa.

### Rovfiskvård 2: Fångstbegränsningar för de som fiskar!

För att vårda rovfiskbestånden är det viktigt att ha en hållbar förvaltning och ett rimligt uttag av rovfisk. I många vatten råder uttagsbegränsningar för gädda och gös, medan abborre ofta blir bortglömd. För att begränsa rekrytering av ny vitfisk är fiskätande abborre troligen den viktigaste rovfisken då den kan etablera stora bestånd med högt antal rovfiskar. Fisketrycket på stor abborre kan vara högt, framför allt vid pimpelfiske och under arbetet vid sjöarna har ett flertal fiskare berättat om tidigare stora fångster av abborre i samband med fr a. pimpelfiske där fångsten ibland varit för stor för att själv ta hand om och då delats ut till grannar m.fl. För att skydda rovfisken och främja en god vattenkvalitet har Växjösjöarnas FVOF infört viktiga regler för uttag av gädda, gös och abborre enligt följande:

- Minimi och maxmått: 50 - 80 cm (gädda) respektive 45 - 75 cm (gös). Max tre fiskar, gädda eller gös per fiskekort och dag.
- Abborre: < 20 cm fritt och > 35 cm ska släppas tillbaka. Max fem abborrar mellan 20 – 35 cm per fiskekort och dag.

### Rovfiskvård 3: överväg skydds jakt på skarv

Den ökade populationen av skarv i framför allt Bergundasjöarna måste hållas under uppsikt och skydds jakt övervägas vid stort antal skarvar i sjöarna för att undvika negativa effekter på rovfiskbestånden.

## **KARP**

Karp finns i ett par av sjöarna som ett resultat av tidigare utsättningar. Karp är en eftertraktad sportfisk och då bestånden i sjöarna hittills bedömts inte vara tillräckligt stora för att orsaka större negativ påverkan har karp släppts tillbaka efter önskemål från vissa sportfiskare. I Lagunerna där tätheten av karp varit stor har de tagits upp och tagits omhand av en karpfiskeklubb och flyttats till privata vatten efter tillstånd från Länsstyrelsen.

Karp är över stora delar av världen ett mycket stort problem för vattenkvalitet och biodiversitet (Zambrano m.fl. 2001) och en större population av karp i sjöarna står i stark motsats till de mål som finns gällande god vattenkvalitet och ett rikt växt och djurliv. Därför bör absolut inte fler karpar sättas ut i någon av sjöarna. Problem med karp finns framför allt i något varmare delar av världen, medan de verkar ha svårt att få till förnygring i Sverige förutom i en del mindre dammar. Med varmare klimat i framtiden och med fler år liknande 2018 går det inte att utesluta att karp kan lyckas få till förnygring i framtiden. En liten karp fångades i Södra Bergundasjön hösten 2018, vilket förhoppningsvis inte beror på att karp lyckas reproducera sig. Framför allt på grund av risk för förnygring i framtiden bör populationen av karp försöka följas upp och fångade exemplar bör inte återutsättas i sjösystemet.

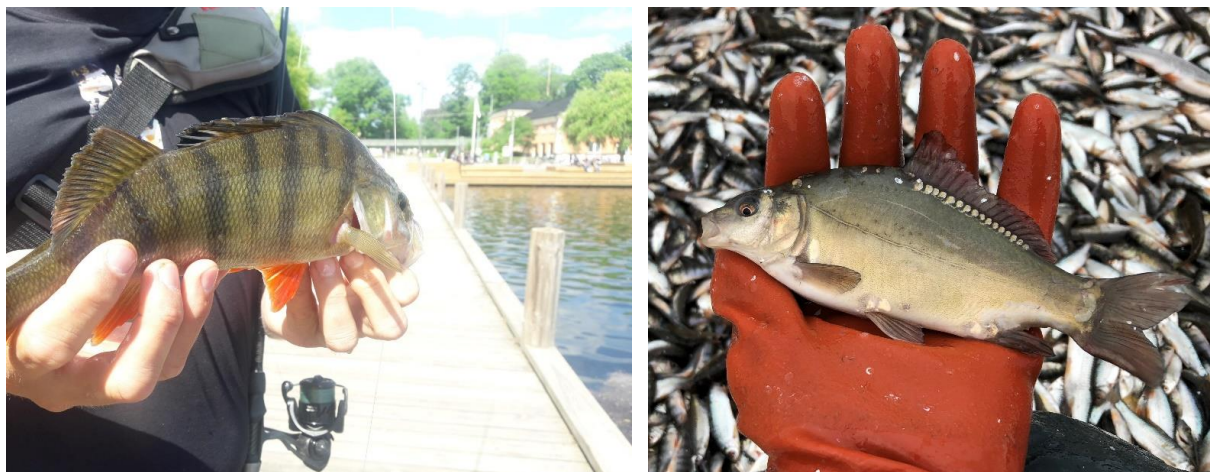


Foto 6. T.v. En av alla fiskätande abborrar i Växjösjön. Fångad och återutsatt av sportfiskare mitt i city under försommaren 2018. Ett noggrant fiske i slutfasen av fisket i respektive sjö ger goda förutsättningar för tillväxt av dessa naturliga reduktionsfiskare! T.h. mindre karp fångad i samband med notfiske i Södra Bergundasjön 2018. Med varmare klimat finns risk för att karp i sjöarna kan fortplanta sig och riktat uttag av karp bör därför övervägas.

## Uppföljning och övervakning

Både målarter för framtida underhållsfisken (fr a mört och braxen) samt rovfisk, kan till stor del övervakas i samband med genomförande av underhållsfisken. Fördelen med en övervakning baserad på fiske med bottengarn och not är att metoderna effektivt fångar alla målarter, i alla stadier. Även rovfisk fångas och kan släppas tillbaka utan skador. Nackdelen är att det inte finns standardiserade bedömningsgrunder, vilket gör det svårt att använda resultaten för t ex bedömning av ekologisk status enligt fastlagda system för miljö kvalitetsnormer.

Nackdelen med standardiserade nätprovfisken är att metoden inte är utvecklad för att fånga t ex karp eller större braxen, vilket är arter och livsstadier som är mycket viktiga att ha under uppsikt för att bedöma behovet av förvaltningsåtgärder. De system för miljö kvalitetsnormer som finns baserat på resultat från provfisken med översiktsnät (EQR8) tycks dessutom inte vara helt tillämpliga då till exempel ett naturligt högt antal arter samt "för stor" andel fiskätande abborre ger sämre beräknad status, vilket observerats vid de senaste provfiskena. Därför bör provfisken med översiktsnät i första hand användas för att följa upp bestånd av mört och abborre, men ej för att fastställa ekologisk status i sjöarna som helhet.

I den framtida förvaltningen bör prioritet ett vara att genomföra behövliga åtgärder för att dels ta bort oönskat stora vitfiskpopulationer, dels kunna göra bedömningar av bestånd/stadier som har stor betydelse. Således prioriteras reduktionsfiske och de beståndsuppskattningar och konditionsbestämningar som kan göras i samband med dessa insatser. I andra hand prioriteras standardiserade provfisken.

En viktig del i framtida arbete som också är viktigt ur ett större perspektiv är att hitta nyckelparametrar och arbeta fram empiriskdata som kan användas för att i ett tidigt stadium upptäcka varningssignaler som på ett korrekt sätt visar att en sjö är på väg mot ett sämre tillstånd, och då kunna sätta in insatser i tid. Ett sätt kan vara att med hjälp av fångster i reduktionsfiske/underhållsfisken försöka hitta resultat från standardiserade provfisken och/eller vattenprovtagningen som tyder på en ökad mängd vitfisk. Det skall inte uteslutas att andra typer av provtagning än de som utförs i nuläget kan behövas. Målet bör var att hitta parametrar och provtagningsmetodik som kan användas på ett tillförlitligt sätt utan att behöva en mycket intensiv och kostsam provtagning.

## ORDLISTA / FÖRKLARINGAR

**Bentivorer** – Fiskar som födosöker i botten, i Växjösjöarna fr a braxen. Karp är globalt sett den mest kända och problematiska bentivor som genom sitt födosöksbeteende förstärker övergödningmekanismerna i insjöar.

**Bottengarn** – Ett slags fiskfälla där fisken leds in i en strut eller en stor ”box”. I Växjösjöarna har på senare år bottengarn med stora boxar (upp till 45 m<sup>2</sup>) använts. Fisken kan simma i dessa boxar av knutlöst nät i flera dagar utan att ta skada av redskapen.

**Makrofyter** – Fotosyntetiserande organismer som växer under vattenytan, dvs framför allt större växter som lever helt under vattenytan. Till makrofyter hör dock inte bara växter, utan även mossor och alger.

**Not** - En not är ofta flera hundra meter lång och består av ett mycket finmaskigt knutlöst nät som är så fint att inga fiskar fastnar i den. Noten dras mycket långsamt ihop kring ett lokaliserat eller förmodat fiskstim. Till slut tvingas fisken in i en säck, som bit för bit dras mot ytan. Till sist ligger fångsten som i en sump och kan lyftas ombord med håvar.

**Nät** – Till skillnad från Not och Bottengarn så går nätfiske ut på att fångsten fastnar i själva nätmaskorna.

**Planktivorer** - (Djur-) planktonätande fisk. Kan avse dels arter som är planktivorer under hela sitt liv (fr a mört i Växjösjöarna), dels stadier (individer < ca 8-10 cm) då alla arter äter mycket djurplankton.

## REFERENSER

- ALcontrol AB (2016) Rapport djurplankton i Växjösjön maj 2016
- ALcontrol AB & DHI 2014. Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna, Etapp 1 av 3, Undersökningar och beslutsunderlag. Växjö kommun.
- ALcontrol AB, Hushållningssällskapet Halland 2017. Vattenväxter i Växjösjön och Södra Bergundasjön Slutrapport 2017. Växjö kommun.
- BUCEFALOS/LIFE11/ENV-/SE/83, 2014. Biogaspotential från akvatiska substrat i Skåne, delrapport 1,
- Björk Rengbrandt, J. (2016). Effects of biomanipulation on benthic invertebrates, condition and foraging behavior of benthic fish. BION01 20152 Masters degree in Biology
- Björk Rengbrandt Jesper & Böklin Magnus. Reduktionsfiske i Växjösjöarna samt resultat för provfiske med översiktsnät 2017
- Björk Rengbrandt Jesper & Böklin Magnus. Provfiske med översiktsnät i Södra och Norra Bergundasjön, Växjö 2018.
- Diehl, S. (1988). *Foraging efficiency of three freshwater fishes: effects of structural complexity and light*. **Oikos** 53: 207-214
- Grimm, M.P. (1989) *Northern pike (Eso lucius L.) and aquatic vegetation, tools in the management of fisheries and water quality in shallow lakes*. **Hydrobiological Bulletin**. 23: 59-65.
- Huser, Brian, 2015. Personlig kommunikation.
- Läppe, M. Hämmäläinen, H. & Karjalainen, J. (2003). *The response of benthic macroinvertebrates to whole-lake biomanipulation*. **Hydrobiologia** 498: 97-105.
- Müller, Jens Peter m fl 2014. Restaurering av övergödda sjöar – Erfarenheter från EU projektet Alge be gone.
- Svensson, J.M., Bergman, E. & Andersson, G. (1999). *Impact of cyprinid reduction on the macro invertebrate community and implications for increased nitrogen retention*. **Hydrobiologia** 404: 99-112.
- Synlab AB, Calluna AB och Alcontrol AB. Mörrumsån 2010-2017 (årliga sammanställningar av den samlade miljöövervakningen i Mörrumsån, <https://www.vattenorganisationer.se/morrumsansvr/modules.php?name=Downloads&cat=752>).
- Giles. N. (1994). Tufted Duck (*Aythya fuligula*) habitat use and brood size after fish removal from gravel pit lakes. **Hydrobiologia** 279/280: 387-392
- Hanson M. A. & Bitler M. G. (1994). Responses to food web manipulation on a shallow waterfowl lake. **Hydrobiologia** 279/280: 457-466.
- Nummi, P., Väänänen, V-M., Holopainen, S. & Pöysä, H. (2016). *Duck-fish competition in boreal lakes - a review*. **Ornis Fennica** 93:67-76
- Van Donk, E. & Otte, A. (1996). Effects of grazing by fish and waterfowl on the biomass and species composition of submerged macrophytes. **Hydrobiologia** 340: 285-290.
- Zambrano, L., Scheffer, M. & Martinez-Ramos, M. (2001). Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction. **OIKOS** 94:344-350.

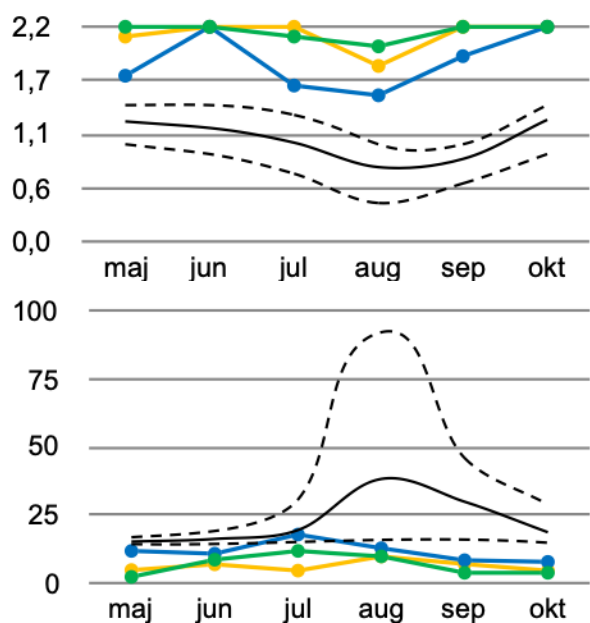


## **BILAGOR**

Bilagor 1-3: Utveckling av nyckelparametrarna totalfosfor, siktdjup, klorofyll a samt grumlighet i Trummen, Växjösjön samt Södra Bergundasjön under maj-okt. Åren 2016, 2017 och 2018 redovisas var för sig. Som jämförelse redovisas även medel- max- och minvärden för perioden 2010-2015. Provtagning av bottenvatten (7 m djup) påbörjades i Växjösjön år 2013.

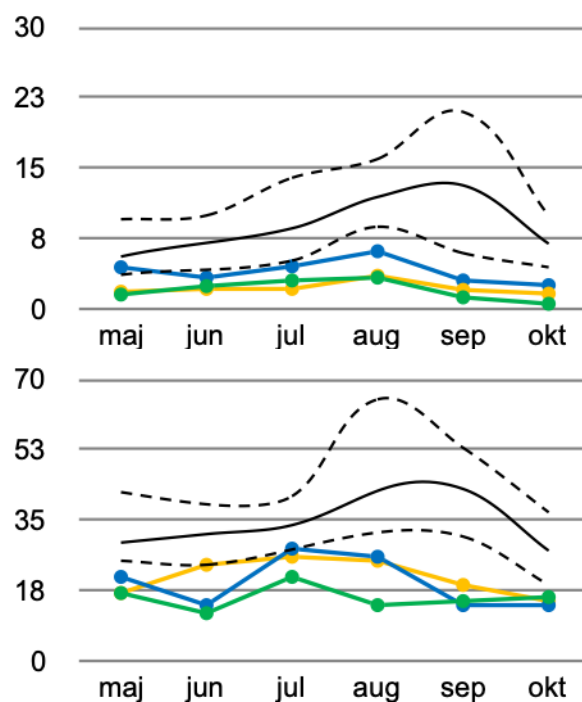
Data till diagram i bilagorna 1-3 kommer från från Mörrumsåns vattenråd (<https://www.vattenorganisationer.se/morrumsansvr/modules.php?name=Downloads&cat=752>).

### Bilaga 1: Trummen 2010-2018.



- - - medel- max och min 2010-2015

2016 2017 2018

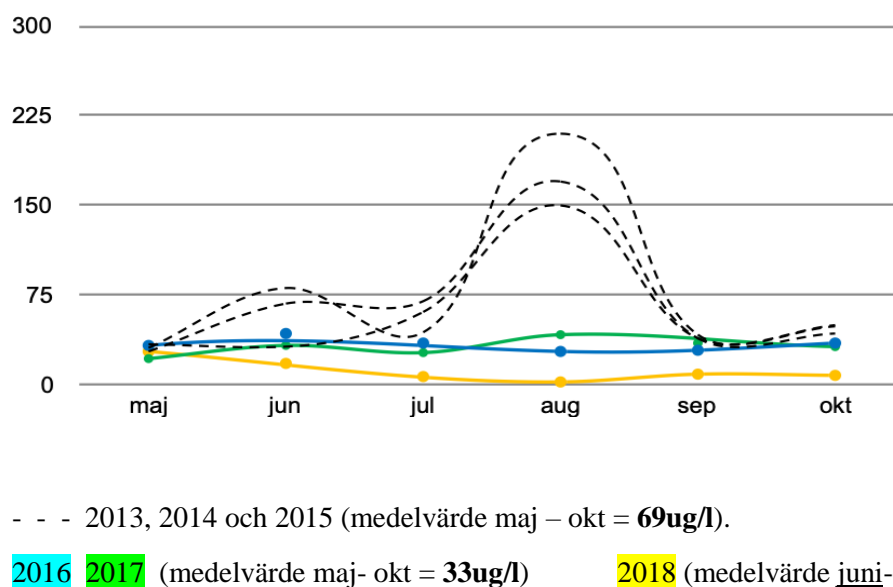
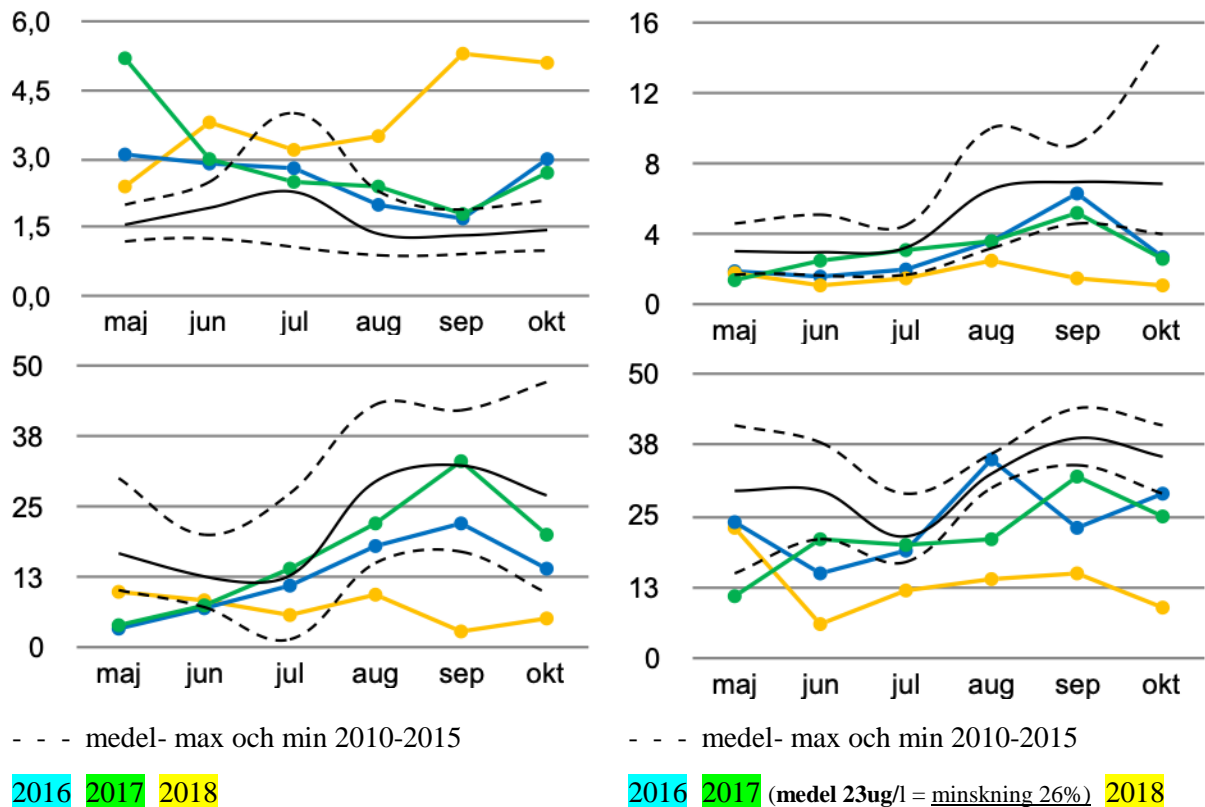


- - - medel- max och min 2010-2015

2016 2017 2018

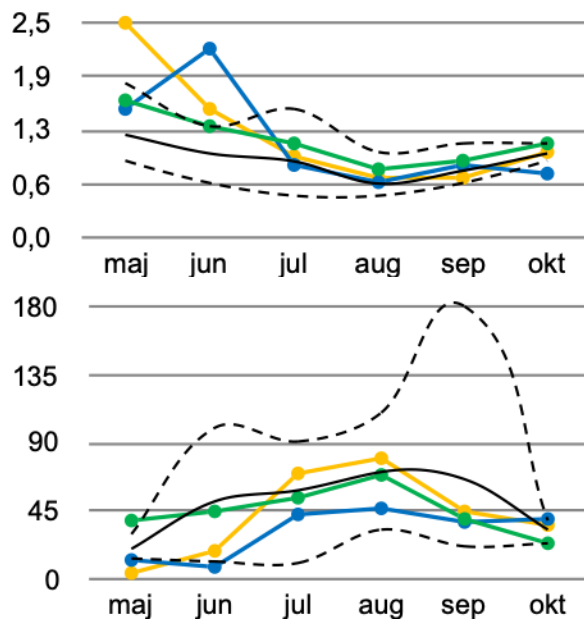
OBS! det maximala djupet i Trummen är ca 2,2 m. Sedan vattenkvaliteten förbättrats genom reduktionsfisket är det numera vanligt att siktdjupet överstiger vattendjupet.

**Bilaga 2: Växjösjön 2010-2018 (Bottenbehandlad i slutet av maj 2018-aug 2018).**



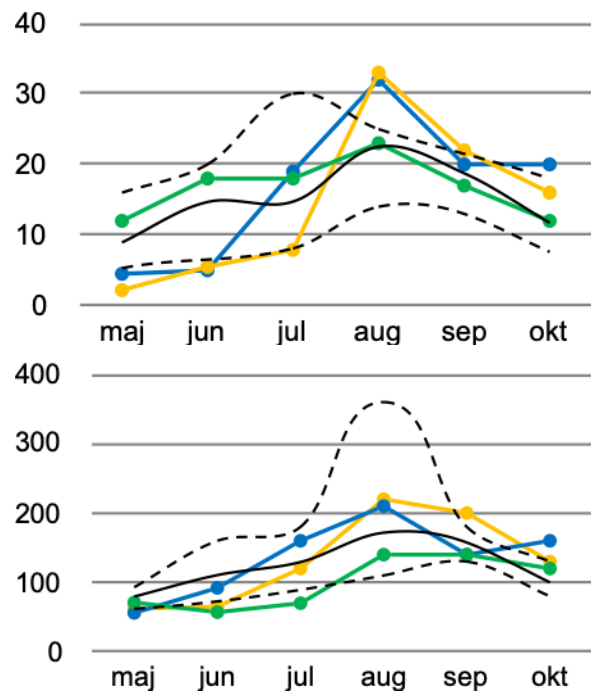
Observera att P-halterna minskade kraftigare i bottenvattnet än i ytvattnet redan i samband med reduktionsfisket, innan bottenbehandling med Al (-52%). Efter att bottenbehandling påbörjades är minskningen hela 87% i bottenvattnet jämfört med åren 2013-2015.

**Bilaga 3: Södra Bergundasjön 2010-2018.**



- - - medel- max och min 2010-2015

2016 2017 2018



- - - medel- max och min 2010-2015

2016 2017 2018

## **Bilaga 4 Miljöfarliga ämnen i fisk från Växjösjöarna**