

Reduktionsfiske i Ringsjön 2005-2017

Fiskbeståndens utveckling och riktlinjer för fortsatta åtgärder



Titel: Reduktionsfiske i Ringsjön 2005-2017.
Fiskbeståndens utveckling och riktlinjer
för fortsatta åtgärder
Beställare: Ringsjöns vattenråd
Författare: Per Nyström, och Marika Stenberg, Ekoll
AB
Foto: Alla foton är tagna av Ekoll AB

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Bakgrund.....	6
Syfte, upplägg och analys.....	7
Övergödningprocessen - kopplingar till Ringsjön	8
Fosfor och effekter på alger	8
Fisksamhället längs en produktivitetsgradient.....	9
Reduktionsfiske i ett större perspektiv	11
Vad krävs för ett lyckat reduktionsfiske?	12
Effekter av utfiskning på Ringsjöns ekosystem – förutsättningar för fiskbestånden.....	13
Märkning av gös och braxen – rörelsemönster	15
Effekter av reduktionsfisket på fiskbeståndet	16
Kondition hos fisk	19
Uttag från, yrkes- fritids- och reduktionsfiske.....	23
Yrkes- och fritidsfiske.....	23
Reduktionsfisket	24
Beräkning av nuvarande storlekar på fiskbeståndet.....	26
Totalfångst i sjön mellan olika år	26
Medelfångster i trålningar över åren.....	26
Lesliemetoden - hur mycket vitfisk finns kvar?	27
Klimatförändringar – slutsatser för Ringsjön.....	29
Slutsatser	30
Relevant litteratur och rapporter	34

Sammanfattning

Ekoll AB har på uppdrag av Ringsjöns vattenråd gjort en utvärdering av reduktionsfisket i Ringsjön under perioden 2005-2017. Huvudsyftet har varit att redovisa fiskets effekter på fiskbestånden. Utifrån detta underlag ges rekommendationer för framtida åtgärder, för hur/om fortsatt reduktionsfiske ska genomföras. Vi har använt oss av den data som redan finns i olika rapporter, och som tillhandahållits av Ringsjöns vattenråd: data från fiskprovfisken, trålningsdata, rapporter från yrkesfiske, information från Ringsjöns FVOF, samt en stor mängd data om sjöns biologiska och kemisk- fysikaliska faktorer. Effekterna som märks i Ringsjön och som kan kopplas till reduktionsfisket är följande:

- Ökat sommarsiktdjup (1,8 m år 2017)
- Ökad utbredning av undervattensväxter och ökat artantal
- Ökad mängd djurplankton, även av hinnkräftor
- Högre täthet av bottendjur (Västra Ringsjön)
- Större individuell tillväxt hos små gösar och abborrar
- Större individuell tillväxt hos braxen och mört

Under perioden 2005-2017 har 1 152 ton vitfisk tagits upp detta motsvarar totalt 291 kg/ha. Uttaget under de första tre åren var 73/kg ha, vilket är lägre än den generella rekommendationen på att ta ut ca 200 kg/ha. Beräkningar för hur mycket vitfisk som tagits upp vid reduktionsfisket visar att dock at ca 85% av vitfiskbeståndet tagits upp i Västra Ringsjön, vilket ger ett kvarvarande bestånd på ca 30 kg/ha. Motsvarande analys för Östra Ringsjön kunde bara göras för 2008 (påbörjades 2007), och visade då att ca 82 kg/ha fanns kvar.

Biomassan och antalet fiskar som fångas vid provfisken har inte förändrats. Men braxen, en nyckelart, fångas i princip aldrig vid provfisket, däremot dominerar den viktmässigt i fångsterna vid trålning. Viktandelen fiskätande rovfisk (abborre + gös) vid provfiskena verkar öka i Västra Ringsjön. Antalet gösar fångade vid provfisken ökar de första åren under reduktionsfisket, för att sedan minska, dock inte till lägre nivåer än innan reduktionsfisket började. Det är möjligt att fångster av rovfisk i yrkesfiske samt i fritidsfisket (i nät och/eller ryssjor) bidrar till att mängden rovfisk inte ökar till önskvärda nivåer.

Baserat på samtliga resultat och analyser ges följande rekommendationer:

- Underhållsfiske efter vitfisk bör fortsätta med ca 60-80 ton per år, risken är annars att undervattensväxterna inte tillåts expandera i förhållande till rådande siktdjup.
- Utbredningen av undervattensväxter bör följas mer noggrant (varje år i fem år framåt), speciellt i Västra Ringsjön och i Sätofasjön.
- Även om totalfosforkoncentrationen i Ringsjön har minskat till följd av många olika åtgärder finns det fortfarande en stor mängd mobilt fosfor i sedimenten. Detta ökar risken för att fosfat läcker från bottarna vid syrgasbrist och att alger gynnas. Detta läckage är speciellt negativt om vitfiskbeståndet ökar. Man bör utvärdera om de tekniker som finns idag är möjliga att använda för att minska läckaget av fosfor, främst i Östra

Ringsjön. Man bör också bedöma riskerna för läckage genom att fortsätta att mäta syrgasprofiler och fosfat i samband med detta.

- Fångststatistik över fritidsfiskets uttag av rovfisk är bristfällig. Denna information behövs för att kunna ge fortsatta rekommendationer för hur intensivt underhållsfisket på vitfisk behöver vara.

Bakgrund

Ringsjön är Skånes näst största sjö och är mycket väl undersökt. Det finns långa tidsserier vad gäller biologi och vattenkemi (rapporter finns att ladda ner på ringsjon.se/kunskap/rapporter/), vilket är mycket värdefullt när man ska följa upp olika åtgärder. På 1960-talet hade vattenkvaliteten försämrats i sjön och den uppvisade tydliga tecken på övergödning (litet siktdjup på grund av grumligt vatten och algbloomingar). Hela sjöns ekosystem och funktion förändrades, bland annat med förlust av biologisk mångfald och ett fisksamhälle dominerat av vitfisk. Sjön har idag stora värden som dricksvattentäkt, som badsjö och som resurs för fritids- och yrkesfisket. Redan på 1960-talet var sjön en viktig sjöfågellokal.

Trots att många åtgärder gjorts i sjön och i dess avrinningsområde för att minska tillförseln av fosfor (fosforering på reningsverken infördes exempelvis på mitten av 1970-talet), kvarstod problem med exempelvis algbloomingar och grumligt vatten fram till 1988-1992, då ett reduktionsfiske genomfördes för första gången. Reduktionsfiske syftar till att förändra fisksamhällets sammansättning så att rovfisken i sjön gynnas och vitfisken tas upp (se nedan för mer ingående förklaring om bakomliggande mekanismer vid reduktionsfiske). Även om vattenkvaliteten förbättrades åren efter detta reduktionsfiske, återkom problemen med dålig vattenkvalitet inom 10 år. Sedan 1990-talet har omfattande forskning bedrivits, inte minst i Ringsjön, men även nationellt och internationellt för att mer ingående förstå vad som händer i samband med övergödning och hur man ska kunna komma till rätta med problemen. Det är framförallt tre viktiga områden som studerats; biomanipulering av sjöar (tex effektivisering av reduktionsfiske, etablering av undervattensväxter), minska tillförsel av näringsämnen från omland (externbelastning), samt hur man kan minska läckaget av all den fosfor som finns på botten i sjöarna (internbelastning), som främst lagrades där innan reningsverken blev effektivare på att rena fosfor.

Som ett led i att förbättra Ringsjöns vattenkvalitet startade Ringsjöns vattenråd ett mer omfattande reduktionsfiske år 2005, vilket fortfarande pågår. Samtidigt har man inom ramen för olika projekt (exempelvis EU-projektet ”Algae Be Gone”, 2011-2014) och inom miljöövervakningen fortsatt bedriva provtagning av sjöns fysikalisk- kemiska karaktärer och ekosystem. Undersökningar av växt- och djurplankton har genomförts mer eller mindre kontinuerligt och det har bedrivits standardiserade provfisken, karteringar av undervattensvegetation (makrofyter), provtagningar av bottendjur och räknande av rastande sjöfåglar. Samtidigt har det gjorts bedömningar av hur mycket fosfor som kan finnas kvar i sjösedimenten. I omlandet har också undersökningar gjorts för att kvantifiera och identifiera möjliga källor av fosfor som läcker till sjön. Inte minst har ökad tillsyn och åtgärdsarbetet med att komma till rätta med enskilda avlopp i avrinningsområdet prioriterats. Olika forskningsprojekt har bidragit till att öka förståelsen för hur Ringsjöns ekosystem fungerar, och kan därmed ligga till grund för hur sjöns restaurering ska göras. Resultaten från den pågående restaureringen av Ringsjön och deras betydelse för sjön har kommunicerats till samtliga hushåll i avrinningsområdet inom projektet ”Algae Be Gone”.

Det finns stora utmaningar när man restaurerar en övergödd sjö. När är en sjö väl har blivit övergödd får man ett stadium som är svårt att förändra, inte minst om man vill ha långsiktiga

effekter. Det är väldigt många olika mekanismer och processer som är verksamma vid övergödning och det krävs därför ofta omfattande analyser och modelleringar för att förstå vad som händer i en viss sjö. Inte minst för att kunna bedöma kostnadseffektiviteten av olika åtgärder. Under senare tid har olika typer av modelleringar gjorts för sjöar där man med hjälp av olika data på kemi och organismer kunnat förstå vad som händer, vid exempelvis ett reduktionsfiske, och hur effektiv denna åtgärd är i jämförelse med exempelvis åtgärder för att komma tillrätta med fosforläckage från sjöns sediment och extern tillförsel av fosfor från omlandet. För detta krävs helst sjöspecifika modelleringar, vilka är tidskrävande om de ska kunna kalibreras med data från ”verkligheten”. Men för Ringsjön finns några modelleringar gjorda som kan vara en god utgångspunkt när effekten av det pågående reduktionsfisket på sjöns ekosystem och funktion ska utvärderas, speciellt när det gäller det framtida åtgärdsarbetet. Klimatförändringar är ytterligare en faktor att tas hänsyn till när framtida åtgärdsförslag ska tas fram. För Ringsjön kan vi i framtiden förvänta oss högre årsmedeltemperatur, mer nederbörd och inflöde av näringsämnen och minskad period med is på vintern. Redan nu observeras, som i många andra sjöar i landet, att vattnet i Ringsjön blivit något brunare.

Syfte, upplägg och analys

Syftet med denna rapport är främst att redovisa hur fiskebeståndet i Ringsjön påverkats av reduktionsfisket under perioden 2005-2017. Detta innebär att försöka bedöma fiskebeståndens storlek och artsammansättning och fiskarnas kondition och tillväxt. Detta kan göras genom jämförelser med provfiskedata före, under och i slutet av biomanipuleringsperioden samt analyser av åldersdata på braxen och mört. Vidare används data från rapporterade fångster vid utfiskning (huvudsakligen trålning) samt fångststatistik från yrkes- och fritidsfiske. Syftet med rapporten är också att utifrån resultaten presentera förslag på utformning av fortsatt insats (så att sjöns status inte försämras igen) samt vad som krävs av underhållsfisket i form av uttag. Förslag på ytterligare uppföljning (statistik, undersökningar m.m.) för att framöver kunna få bättre underlag, finns också med i rapporten.

För att underlätta förståelsen för de rekommendationer som tas upp i utvärdering finns inledningsvis ett avsnitt om hur övergödning kan påverka ekosystem, inte minst vad gäller fiskbestånden. Här finns också en kort redovisning av de för fiskbestånden i Ringsjön relevanta kemisk-fysikaliska och ekologiska förändringar under perioden före och under perioden för underhållsfisket. Hela rapporten bygger huvudsakligen på befintliga data som samlats in i Ringsjöns vattenråds regi. Mycket av denna information finns också att ladda ner på vattenrådets hemsida. Till detta ska läggas muntlig information från Ringsjöns fiskevårdsområdesförening (FVOF).

Vid utvärderingen har slutsatserna i största möjliga mån baserats på statistiska analyser av materialet. Rapporten innehåller däremot ingen detaljerad beskrivning av analyserna eller vetenskapliga referenser i texten eftersom rapporten är mer av populärvetenskaplig karaktär. När ordet ”signifikant” används i denna rapport betyder det att det finns ett statistiskt säkerställt samband. Exempelvis att något ökar eller minskar linjärt över tiden. Då finns även en linje inritad

i diagrammen. Dessutom anges då värdet på R^2 , som anger hur bra sambandet är mellan två variabler (0=inget samband alls, 1= perfekt samband, alla punkter ligger på linjen). Relevant litteratur som använts finns i slutet av rapporten, i vilka också metodik beskriven för var och hur data samlats in från Ringsjön.

Uppdraget att utvärdera reduktionsfiskets påverkan på Ringsjöns fiskbestånd har utförts under begränsad tid (ca 90 arbetstimmar), vilket innebär att ytterligare analyser av det omfattande materialet inte har kunnat göras.

Övergödningprocessen - kopplingar till Ringsjön

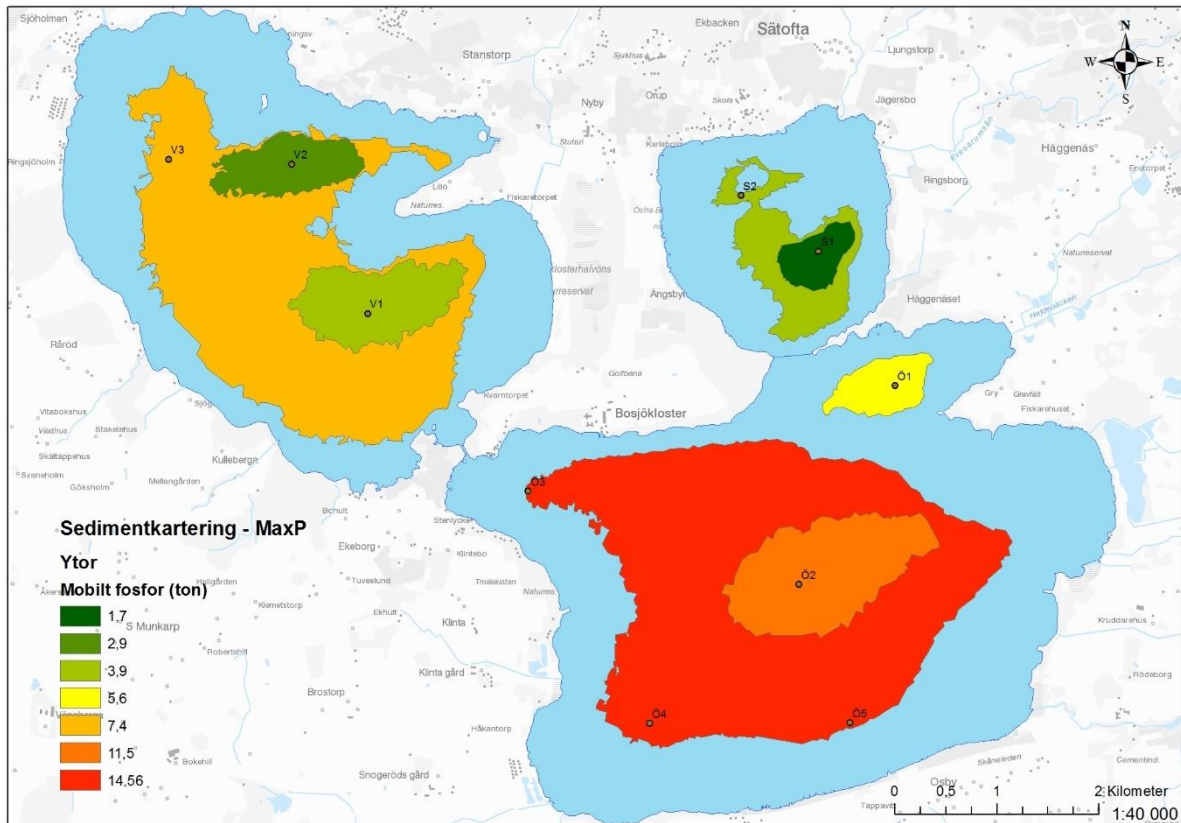
Fosfor och effekter på alger

I samband med övergödning av sjöar (tillförsel av fosfor) sker stora förändringar i ekosystemet. Ofta gynnas de blågröna algerna när fosfor finns i överflöd eftersom många av dessa arter kan fixera kväve från luften (då blir kvävet begränsande näringsämne). När vattnet blir grumligare missgynnas undervattensväxterna (minskat ljus), och de kan försvinna helt eller delvis.

Grumligare vatten gör att rovfisk som abborre (jagar med synen) missgynnas med följderna att dess bytesfisk (exempelvis mört och annan vitfisk) gynnas. Mört är effektiv på att äta djurplankton, vilka i sin tur äter växtplankton (alger). På så vis gynnas algerna ännu mer när rovfisken minskar. Därmed uppstår ett läge för sjön som inte är önskvärt, med sämre bad- och fiskemöjligheter och förlust av biologisk mångfald.

Det finns flera studier av Ringsjön och dess påverkan från fosfor. Under 1980-90-talet gjordes bedömningen att en minskad extern tillförsel av fosfor till Ringsjön inte påverkade algförekomsten nämnvärt. Framst beroende på att det finns en stor andel fosfor som, vid låga syrgasförhållanden, läcker från bottenarna, framförallt i de djupa delarna av Sätöftasjön och Östra Ringsjön. En annan studie av Ringsjön och dess fosforbudget under 2009 visade också att den interna belastningen av fosfor är förhållandevis stor. Den visade att även om man ändrar vattenföringen till sjön, och därmed fosfortillförseln, har detta ingen betydande påverkan på sjöns ekosystem. I detta fallet modellerade man scenarier med ökad nederbörd (relevant i framtida klimat) och ökad vattenföring. Man modellerade ökad vattenföring med 10% respektive 30% och ökad fosforkoncentration i tillflöden med 10 respektive 50%. Man uppskattade även effekterna av en ökning i fosfortillförsel från reningsverket i Ormanäs på 10% respektive 50%. Inom ramen för ”Algae Be Gone” gjordes provtagningar av Ringsjöns sediment under 2013 och en uppskattning av mängden fosfor som kan tas upp av växtplankton gjordes. Denna bedömdes till totalt 48-81 ton. Den största mängden fosfor finns på bottenarna i de djupa delarna av Östra Ringsjön (figur 1), där Hörbyån mynnar, som står för den största transporten av fosfor till sjön. År 2012 tillfördes ca 2,3 ton fosfor av totalt 5,6 från Hörbyån enligt recipientkontrollen. Man bör dock notera att de åtgärder som gjorts för att minska den externa tillförseln av fosfor och åtgärderna som gjorts i sjön (indirekt som ett resultat av reduktionsfisket) minskat totalfosforkoncentrationen i sjön. Under perioden 2005-2017 minskar mängden totalfosfor som rinner ut från Ringsjön till Rönneå i förhållande till den mängd som tillförs externt till sjön. Detta

betyder att sedan 2012 fastläggs en hel del fosfor i Ringsjön. Trots detta bedöms den interna belastningen av mobilt fosfor i Ringsjön, främst från Östra Ringsjön, kunna stimulera algblomningar om fosfat läcker ut. Syrgasfria förhållanden vid botten behövs för att detta läckage ska kunna ske och detta inträffar ibland.



Figur 1. Visualisering av den mobila poolen av fosfor i Ringsjöns sediment baserat på provtagningar vintern 2013 och data presenterade av CLEAR inom projektet "Algae Be Gone". Största inflödet av fosfor finns från Hörbyån (Östra Ringsjön). Utflödet till Rönneå finns i Västra Ringsjön vid Sjöholmen. Karta av Richard Nilsson, Ringsjöns vattenråd.

Fisksamhället längs en produktivitetsgradient

När produktiviteten i sjöar ökar, tex på grund av ökad tillförsel av fosfor, sker stora förändringar speciellt vad gäller konkurrens- och predationsförhållande mellan olika fiskarter. Viktiga variabler är ljusförhållande, tillgång på stora djurplankton och bottendjur samt förekomst av undervattensvegetation. I samband med övergödning kommer vattnet bli grumligare (bland annat på grund av ökad mängd växtplankton och partiklar i vattnet) vilket missgynnar rovfiskar som abborre eftersom den jagar med synen. Därför kommer vitfisken att öka i antal, såväl mört som braxen. När dessa ökar i antal kommer hela ekosystemet påverkas, med färre djurplankton som följd, minskad mängd bottendjur och när vattnet blir tillräckligt grumligt försvinner även undervattensvegetationen. Just utbredning av undervattensvegetation är en av de viktigaste faktorerna för att ett sjöekosystem ska kunna fungera och därmed kunna tåla näringstillförsel. Även näringspåverkade sjöar som har en täckningsgrad av undervattensväxter på minst 25% har klart vatten. Undervattensvegetationen har följande viktiga effekter i sjöar:

- Stabiliserar sediment och minskar grumlingseffekter. Detta beror på tex minskad effekt av vågpåverkan (uppgrumling av partiklar) och grumling från braxen när den födosöker i bottensedimenten.
- Tar upp näring från sediment och direkt från vattnet vilket missgynnar växtplankton
- Producerar syrgas, vilket minskar läckaget av fosfor från sediment
- Gynnar biologisk mångfald och mängden småkryp
- Ger skydd för djurplankton

Generellt gynnas vitfiskens överlevnad när vattnet bli grumligare medan individtillväxten minskar till följd av ökad födokonkurrens om djurplankton och bottenfauna. Mört och braxen är funktionellt viktiga vitfiskar i Ringsjön. När de är små lever båda arterna av djurplankton, när de blir större äter de även bottendjur. Mörten kan dessutom äta dött organiskt material. Braxen kan växa sig stor (flera kg) och när den söker föda på botten frigörs närsalter och vattnet grumlas upp. Dessutom kan detta födosöksbeteende förhindra att undervattensväxter kan kolonisera områden som annars, rent ljusmässigt, skulle kunna koloniserats. När man utvärderar kopplingar mellan vitfiskbestånd och exempelvis födoresurser behöver man också väga in förändringar i födosöksbeteende. Undersökningar av braxen och mört (bland annat i Ringsjön) har visat att när mängden rovfisk är stor blir vitfisken mer skygg och undviker att födosöka i vegetationen till förmån för att födosöka på botten i de öppna områdena. Vidare födosöker de hellre på dagen på öppna områden när det finns mer rovfisk, troligen för att öka möjligheterna att upptäcka rovfisken när vattnet blir klarare. Dessutom kan vitfisken anpassa sitt födosöksbeteende till mängden föda på botten. Finns det mycket föda stannar de kvar längre och äter, men flyttar sig sedan när födan minskar till områden med mer mat. Sammanfattningsvis påverkar både födomängd, vegetation och rovfisk hur vitfisken äter och rör sig i sjöarna.

Vitfisk är generellt betydligt effektivare på att fånga djurplankton än de mindre stadierna av rovfisk som abborre och gös, vilka tillsammans med gädda utgör de viktigaste fiskpredatorerna på vitfisken i Ringsjön. När abborren är mindre än 10 cm lever den huvudsakligen av djurplankton, för att sedan äta bottenfauna. Men från 15 cm lever den i Ringsjön, och andra sjöar där sötvattenskräftor inte är vanliga, huvudsakligen av fisk. När vattnet blir grumligt och mängden stora djurplankton minskar kommer tillväxten på de små abborrarna att minska och det tar längre tid för abborren att nå stadiet när de kan börja äta fisk (ca 15 cm). Samma gäller för gös. Gösen är helt beroende av god tillgång på djurplankton (helst stora hinnkräftor, *Daphnia*) under första tiden efter kläckning (våren) för att den ska tillväxa och kunna börja äta fisk. Gösens tillväxt och födoval under första året påverkas därför såväl av tillgången på djurplankton som tillgången på småfisk. För gös har detta studerats mer ingående och den mest kritiska perioden är väldigt kort, bara 5 dagar vid 20° C. Under denna period (ynget är 6,5 mm) behövs djurplanktontätheter på mer än 585 individer/l för att de ska kunna tillväxa, och tillväxten ökar sedan linjärt med mängden djurplankton. När de blir äldre (5 dagar, larven 7 mm) är motsvarande siffra för tillväxt 55 per liter och när de är 11 mm (ca 20 dagar) krävs minst 2 per liter. Så det är perioden precis efter kläckning som verkar mest kritisk för gösynglets tillväxt. Temperaturökning medför ökad metabolism och mer djurplankton krävs för att ynglen ska växa. Man kan anta liknande mönster hos abborre eftersom tillväxten på 12-24 dagar gamla yngel ökade när tillgången på djurplankton låg i intervallet 50-200 per liter (men ökade inte vid högre tätheter av djurplankton). En slutsats är

att år med god tillgång på plankton på våren, men inte extremt varmt vatten, ger god överlevnad av gös- och abborryngel. Detta förutsätter att djurplanktontätheten åtminstone ligger på ca 600 per liter i samband med kläckningen och sedan minst 50 per liter under sommaren. Abborre är dessutom väl anpassad till att fånga småkryp i vegetationen. Såväl små abborrar som små mörtar löper risk att ätas av större abborre och annan rovfisk och när det finns vegetation förändras konkurrensförhållandena mellan abborren och mörten till abborrens fördel. Det omvända gäller i den öppna vattenmassan. En viktig slutsats är att i avsaknad av vattenväxter kommer det ta längre tid för små abborrar att växa till en storlek där de kan börja äta fisk. Även förekomsten av vegetation påverkar gäddans och gösens födoval och effektivitet. Gäddan är effektivare jägare i vegetationsrika miljöer och den fångar fler mörtfiskar än små abborrar.

Sammanfattningsvis kan man förvänta sig följande effekter på fiskbestånden vid en övergödning:

- Ökad andel mört och braxen, men med dålig individuell tillväxt på grund av minskad födotillgång av djurplankton och bottendjur.
- Minskad andel abborre och gös och med dålig individuell tillväxt fram tills de börjar äta fisk.

Reduktionsfiske i ett större perspektiv

Reduktionsfiske, att ta bort vitfisk men släppa tillbaka rovfisk, har genomförts i ett stort antal projekt i världen. Erfarenheter från dessa visar på att ett väl genomfört reduktionsfiske är ett användbart sätt att förbättra vattenkvaliteten i övergödda sjöar, Ringsjön inkluderat. Men det finns också studier som visar på att effekterna av reduktionsfiske inte alltid blir långvariga. Det ska dock poängteras att antalet studier som sträcker sig längre än 10 år efter reduktionsfisket, och med tillräckligt underlag för att kunna dra slutsatser, är få. Men den kunskap som finns idag visar på att man kan ha positiva effekter på siktdjupet i en sjö upp till 4 år efter reduktionsfisket. Detta medför bättre förutsättningar för sjön att återgå till "ett önskvärt stadie". Men ofta har sjöarna återgått till ett grumligt stadie inom 8-10 år, om fisket avslutats helt men ändå bedömdes som lyckat. Detta beror ofta på att undervattensvegetationen inte hunnit återkolonisera, läckage av fosfor från sedimenten och/eller att tillförseln av fosfor från omlandet fortfarande är stor. Störst positiv effekt på sjöarnas ekosystem har man observerat när stora mängder vitfisk tas bort, men om man istället enbart sätter ut rovfisk är effekterna små. Bäst effekter på siktdjupet har man också haft i mindre sjöar och i sjöar med relativt lång uppehållstid. I tabell 1, finns en sammanfattning av karaktärer och insatser i sjöar med signifikant ökat siktdjup efter reduktionsfiske. Här finns också resultat från Ringsjön 2004-2007 som en jämförelse. Där kan man notera att Ringsjön är förhållandevis stor, djup och med en totalfosforkoncentration som ligger i det lägre intervallet från start. Man kan också se att den mängden vitfisk som tagits upp under denna tiden i Ringsjön är något mindre än i de andra sjöarna, men att det beräknade uttaget i Västra Ringsjön åren 2005-2007 var 85%, vilket är större än i de andra sjöarna. Man bör också notera att det finns bara ett fåtal sjöar där man angett uttaget av fisk enligt utvärderingen som gjordes av EviEM. En annan faktor att ta hänsyn till, speciellt när det gäller Ringsjöarna, är om fisken flyttar sig mellan bassängerna och på så vis kan återkolonisera sjöbassänger efter fisket.

Därför märktes en hel del gös och braxen i Ringsjön i samband med projektet ”Algae Be Gone” och dessa resultat visas därför också när effekterna av reduktionsfisket diskuteras.

Tabell 1. Data från sjöar där siktdjupet ökat signifikant inom 1-3 år efter ett reduktionsfiske (EviEM, 2015). Kolumnen ”95%” visar det intervall där 95% av sjöarna hamnar. I tabellen anges också relevanta data från Ringsjön som var tillgängliga innan denna utvärdering (”Algae Be Gone”, samt miljöövervakning).

Egenskaper och fiskeuttag (vitfisk)	Medel	95%	Ringsjön	
			(hela)	Ringsjön Västra
Sjöarea (ha), n=19	18	10-32	3957	1484
Medeldjup (m), n=19	1,7	1,3-2,2	4,7	3,1
Upphållstid på vatten (dagar), n=11	171	63-461	368	102
Total-fosfor halt före reduktionsfisket (mikrogram per liter), n=19	144	93-223	98*	106*
Längd på biomanipuleringsperioden (år), n=19	2,1	1,6-2,5	12	12
Mängden vitfisk som tagits bort (kg/ha), n=18	233	168-338	74**	150*
Mängden vitfisk som tagits bort (kg/ha/år), n=18	124	84-183	24**	50**
Beräknad mängd fisk som tagits bort (%), n=13	56	37-76	?	85%***

*Medelvärde beräknat på delsjöarna, sommaren 2004

**Beräknat på perioden 2005-2007, hela sjön

*** Beräknat från trålningsdata våren 2005-2007, Västra Ringsjön

Vad krävs för ett lyckat reduktionsfiske?

I Ringsjön är målsättningen att sommarsiktdjupet ska öka till minst 1,8 m under 2018. Detta skulle teoretiskt innebära att undervattensväxterna skulle kunna växa ut till 3,6 m djup. I teorin innebär det att mer än 25% av sjöns bottenyta, med tanke på ljusmängden, skulle kunna täckas av vegetation. Andra rekommendationer för ett lyckat reduktionsfiske är att mängden braxen ska minska och mängden större abborrar ska öka. Baserat på tidigare reduktionsfisken i övergödda sjöar, eller omfattande fiskdöd på grund av dåliga syrgasförhållande, kan man förvänta sig ökad tillväxt hos bl a abborre, gös, mört och braxen. Sämre tillväxt kan uppstå igen efter bara tre år om vitfiskebeståndet ökar igen.

Generella rekommendationer för lyckat reduktionsfiske:

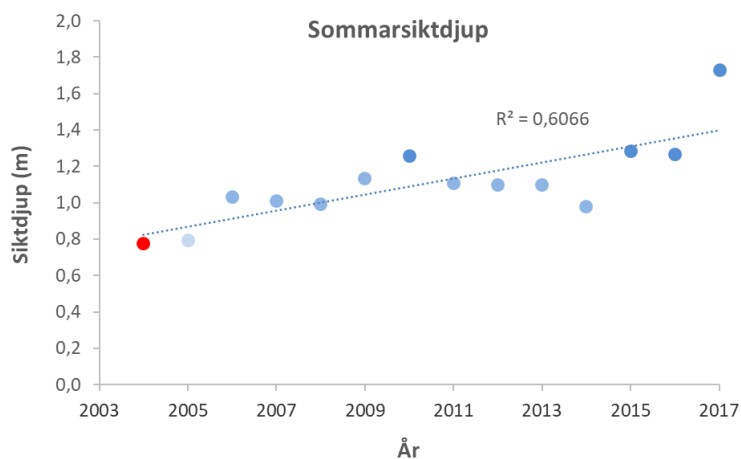
- Ta upp minst 80% av vitfisken under en period på 1-3 år. I näringsrika sjöar kan detta motsvara ett uttag på upptill 200 kg/ha, men varierar stort eftersom näringsrika sjöar kan ha fiskbiomassa mellan 100-400 kg vitfisk per ha. Den ”typiska”, men icke övergödda svenska sjön har en total fiskbiomassa på ca 60 kg/ha.
- I sjöar med braxen bör dessa ges hög prioritet att fångas
- Man bör ha minst 15-20% abborre vid nätprovfiske som är från 10 cm och större i förhållande till vitfiskebeståndet.
- Man bör ha mindre än 20 braxar per nät vid provfiske
- Undervattensvegetation bör helst täcka minst 25% av sjöbotten

Effekter av utfiskning på Ringsjöns ekosystem – förutsättningar för fiskbestånden.

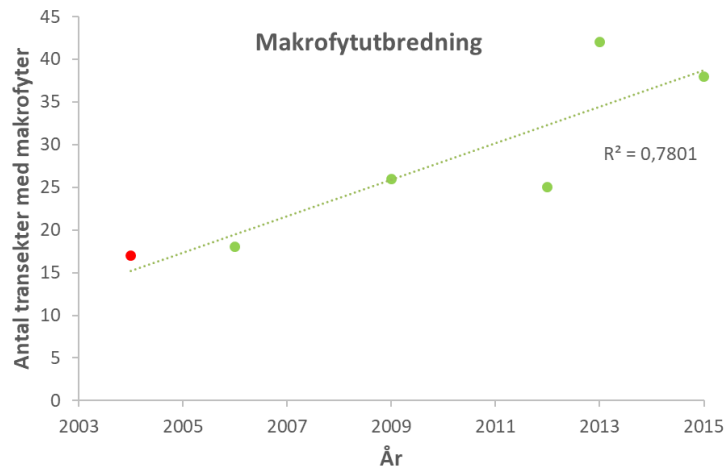
I övergödda sjöar finns ofta stora mängder fosfor i bottensedimenten, vilket medför en intern gödsling trots att tillförseln av fosfor från omgivande landområden minskar. Därför är det ofta en kombination av åtgärder som ger bäst resultat på lång sikt. I Ringsjön finns fortfarande stora mängder fosfor i sedimenten och det finns fortfarande en tillförsel av fosfor, främst från Hörbyån. Trots detta har reduktionsfisket under 2005-2017 gett märkbart bättre vattenkvalitet i Ringsjön med lägre närsaltkoncentrationer, ökat siktdjup, mindre intensiva algbloomingar och ökad utbredning av vattenväxter.

Nedan redovisas kortfattat hur reduktionsfisket 2005-2017 påverkat Ringsjöns ekosystem för att kunna koppla effekterna till hur fiskbestånden påverkats vad gäller artsammansättning och tillväxt. Om man jämför tidsperioden innan reduktionsfisket startade med de senaste tillgängliga data ser man följande mönster:

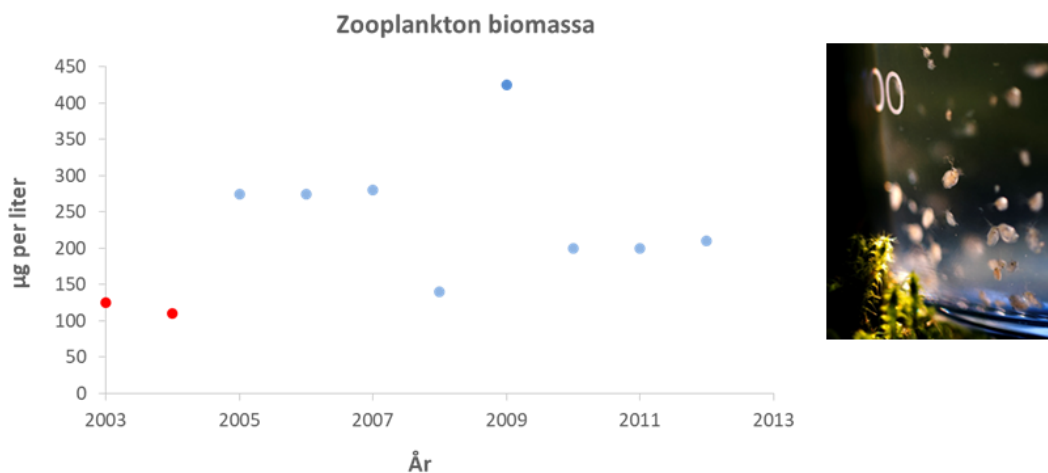
- Medelsiktdjupet i Ringsjön, under sommarmånaderna, har ökat signifikant och ligger på ca 1,7 m under 2017 (figur 2)
- En signifikant ökning i utbredning av undervattensväxter (figur 3) och antal arter av undervattensväxter som ökat från 5 till 15 arter.
- En ökning i antal rastande sjöfågel på hösten (se separat rapport)
- Det finns en större biomassa av djurplankton (figur 4), men även en ökad andel större djurplankton (hinnkräftor).
- Mängden djurplankton är tillräckligt stor för att gösyngel ska kunna växa till ett stadie där de kan börja äta fisk. Mängden djurplankton bör också vara tillräckligt för god tillväxt hos abborren det första året (figur 5)
- Tätheten av fjädermygglarver och små musslor (släktet *Pisidium*, ej filtrerare) har ökat i västra Ringsjön, musslorna främst på grundare områden (1 m) och fjädermygglarverna lite djupare (5 m). Födottillgången för fiskarter som äter bottenfauna har därmed ökat (figur 6).



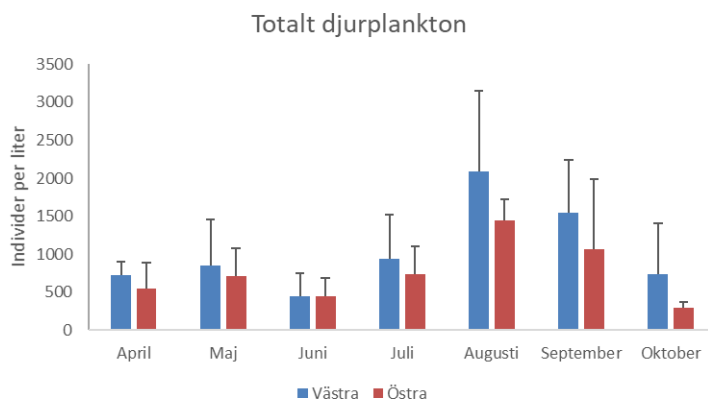
Figur 2. Medelsikt djupet i Ringsjöarna (juni-september). Reduktionsfisket startade år 2005.



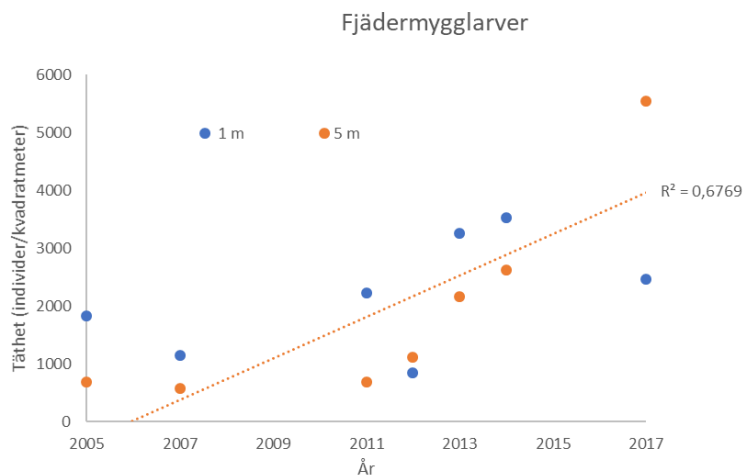
Figur 3. Förekomsten av makrofytter vid 72 olika undersökta platser (transekt från land och till 2 m djup) i Ringsjöarna (2004-2015, obs bara vissa år undersökta).



Figur 4. Totala biomassan av djurplankton i Ringsjön före och under reduktionsfisket (modifierat efter Ekvall, från rapporten "Algae Be Gone"). Trendlinje saknas eftersom det inte finns något signifikant linjärt samband.



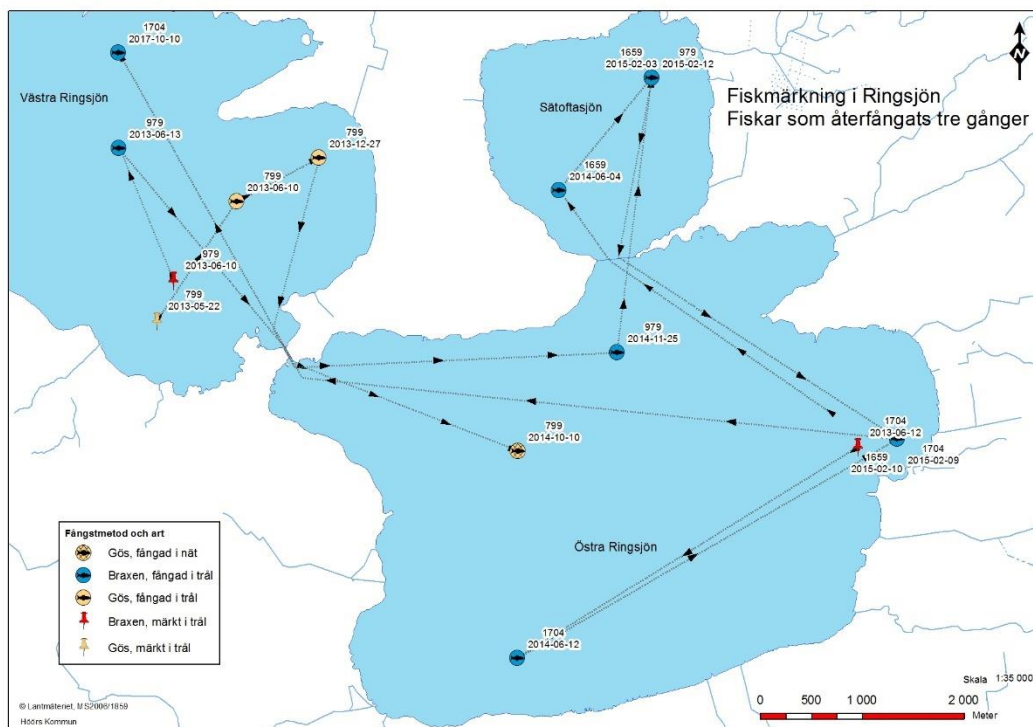
Figur 5. Mängden djurplankton i Ringsjöarna från maj-oktober för perioden 2013-2017. Medelvärde för åren anges med spridningsmått (standardavvikelse). Data från Susanne Gustafsson.



Figur 6. Tätheten av den dominerande gruppen bottenfauna (fjädermygglarver, viktig föda för fisk som söker föda på botten) vid två olika djup under perioden 2005-2017. Data finns enbart från Västra Ringsjön.

Märkning av gös och braxen – rörelsemönster

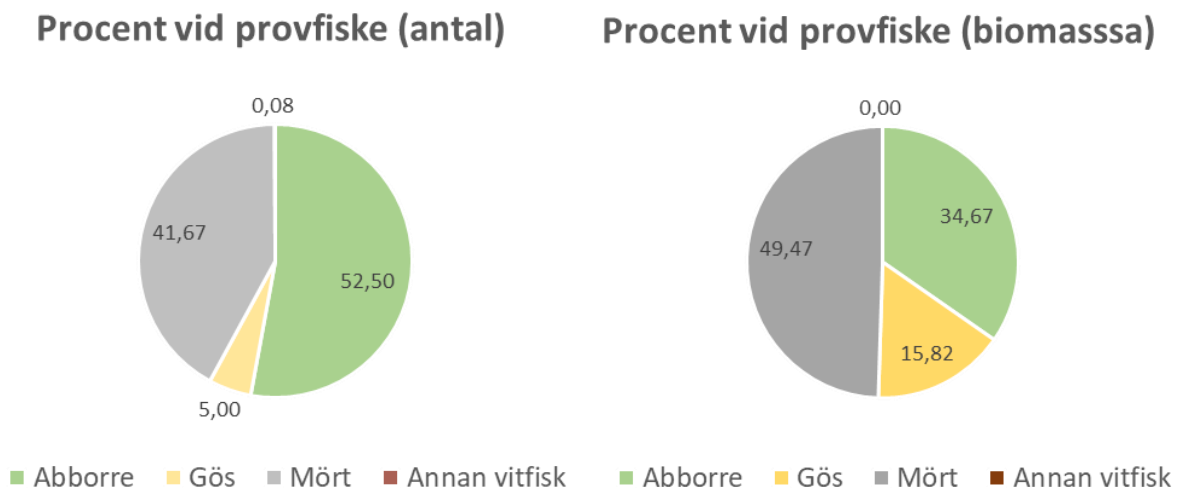
I samband med ”Algae Be Gone” startade ett märkningsprojekt av främst braxen och gös för att få en uppfattning om rörelsemönster hos fisken, inte minst om de simmar mellan bassängerna i Ringsjön. Detta har naturligtvis betydelse för hur utfiskningen genomförs. Under våren 2013 märktes totalt 2050 braxar, 637 gösar och 155 gäddor. Det gjordes, fram till januari 2018, totalt 220 återfångster av braxen, 109 återfångster av gös och 40 återfångster av gädda. Notera att samma individ kan vara återfångad flera gånger. Analyserar man hur stor andel av arterna som flyttat sig mellan delsjöarna fann man att inga gäddor gjort det. Däremot återfångades både gös och braxen ofta i en annan bassäng än där de märktes, totalt 36% av återfångsterna (figur 7).



Figur 7. Exempel på märkta fiskar som återfångats tre gånger i Ringsjön och som rört sig mellan bassängerna. Karta från Richard Nilsson, Ringsjöns vattenråd.

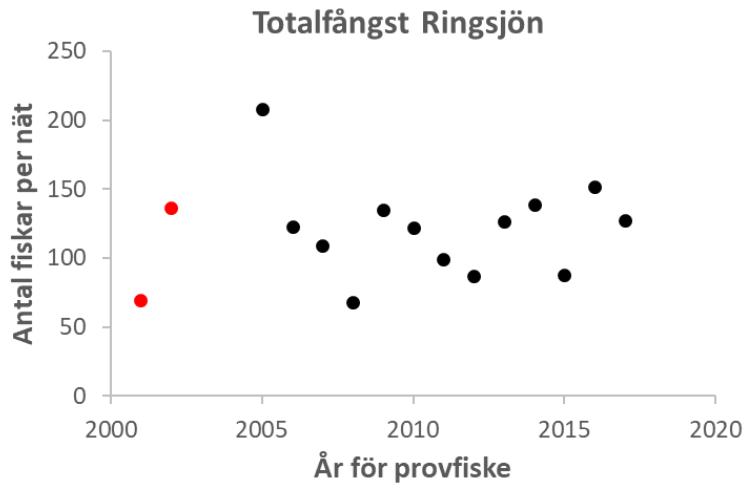
Effekter av reduktionsfisket på fiskbeståndet

I ett flertal studier har reduktionsfiske inte påverkat mängden fisk som fångas per nät vid provfiske, däremot har man noterat effekter på artsammansättningen. I ett stort antal danska sjöar där man genomförde reduktionsfiske minskade braxen (såväl i antal som i biomassa), men 7-8 år efter reduktionsfisket ökade den igen. För mört och abborre var tendenserna mindre tydliga, utan signifikanta effekter. Provfisken i Ringsjön har huvudsakligen gjorts med bentiska nät (Nordisk standard), 24 nät i Västra Ringsjön och 40 i Östra Ringsjön. Medelfångsten per nät under perioden 2001-2017 (vissa år saknas det data för, speciellt för Östra Ringsjön) är 120 fiskar med en biomassa på 3046 g. Detta gör att Ringsjöns fisksamhälle kan klassas som att ha hög biomassa och mycket stort antal fiskar, vilket är typiskt för näringsrika sjöar. Ser vi till fördelningen av de olika arterna i fångsten i Ringsjön under samma period dominerar biomassan av mört, följt av abborre och gös, medan det till antal fiskar är mest abborre (figur 8). Det som är anmärkningsvärt med Ringsjön är att övrig vitfisk (där braxen ingår) nästan aldrig fångas i provfiskenäten trots att den finns där i relativt stora mängder (se data nedan för ”provtrålning”). Biomassan och antalet av annan vitfisk än mört i provfiskena utgör mindre än 0,1%. Att braxen i princip aldrig fångas vid provfiske är intressant i sig men detta måste man ta hänsyn till när man använder provfiskedata för att koppla till förändringar i sjöns ekosystem.

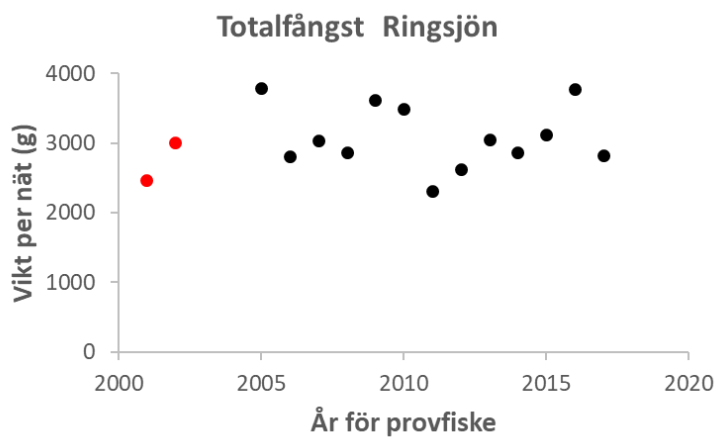


Figur 8. Fördelning av olika arter i provfiskenät (medelvärden 2001-2017) i Ringsjön, dels som antal fiskar och dels som vikt. Notera att gruppen ”Annan vitfisk”, där braxen ingår nästan saknas helt.

Tittar man på all provfiskedata under perioden före och under reduktionsfisket ser man inga signifikanta ökning eller minskningar i vare sig det totala antalet (figur 9) eller biomassan fiskar som fångats i näten i Ringsjön (figur 10). Detta oavsett om man analyserar totala biomassan, totala antalet fiskar eller för de olika dominerade arternas trender över tiden. Om man analyserar data för Västra och Östra Ringsjön separat finns däremot några linjära skillnader för bland annat mört och abborre, medan gösens förändring ser lite annorlunda ut. Biomassan av mört i Östra Ringsjön ökar signifikant under perioden medan den tenderar att minska i Västra Ringsjön. Det finns också en klar tendens (nästan signifikant) till att abborren ökar i Västra Ringsjön över tiden.

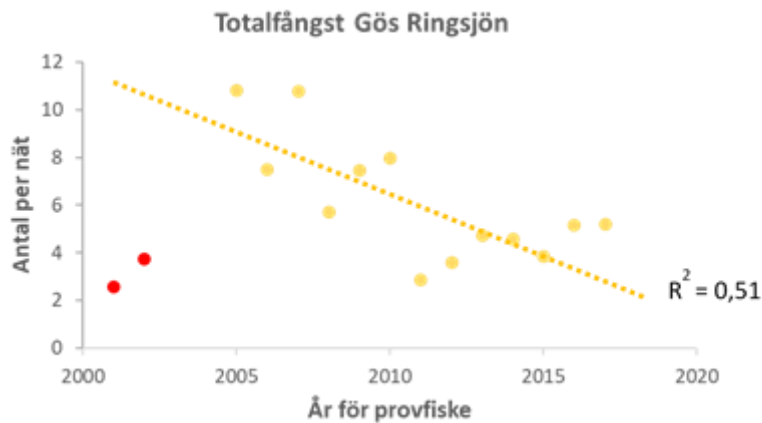


Figur 9. Medelvärde av totala antalet fiskar som fångats per provfiske nät under perioden 2001-2017. Röda punkter är före reduktionsfisket.



Figur 10. Medelvärde av biomassan av fiskar som fångats per provfiske nät under perioden 2001-2017. Röda punkter är före reduktionsfisket.

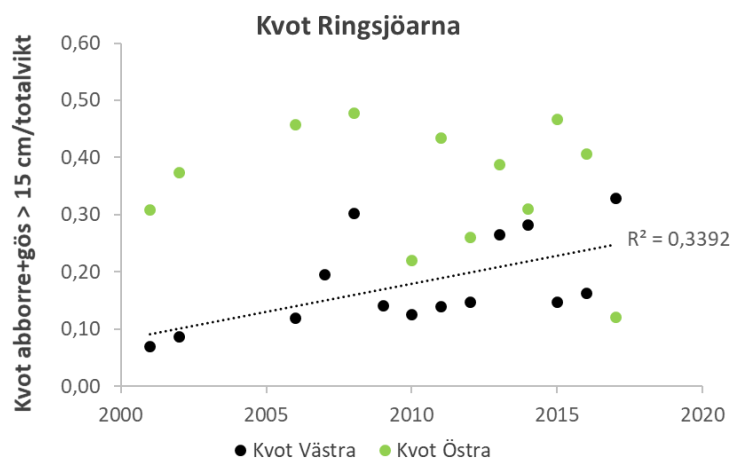
Provfiskedata för gös visar att den ökade i antal åren efter reduktionsfisket för att sedan minska signifikant. Antalet fångade gösar i Ringsjön är dock generellt fler under perioden efter reduktionsfisket jämfört med åren innan. Man ser ett liknande mönster om man tittar på biomassan av gös per nät.



Figur 11. Medelvärde av antalet gösar som fångats per provfiskenät under perioden 2001-2017. Röda punkter är före reduktionsfisket.

Provfiskedata användas ofta till att bedöma ”ekologisk status av sjöar”. Här ingår, förutom mängden fisk som fångas per nät, bland annat viktandelen rovfisk i förhållande till mängden vitfisk. Enklast är att ange andelen rovfisk som är större än 15 cm i förhållande till totalmängden fisk. Denna kvot säger en hel del om sjöns fiskebestånd och hur detta förhåller sig till påverkan av näringsämnen. Enligt bedömningsgrunderna från 2000 för sjöar anges kvoter under 0,09 som mycket låg andel (sjöar med stor påverkan av närsalter), kvoter på 0,24-0,54 i sjöar med måttligt hög andel rovfiskar (näringspåverkade sjöar) och över sjöar med hög (0,54-0,82) eller mycket hög andel (>0,82). För Ringsjön innebär detta analys av kvoten mellan vikten av abborre+gös som är större än 150 mm/totalvikt av all fisk. Gädda fångas ytterst sällan i provfiskenät eftersom de är stationära.

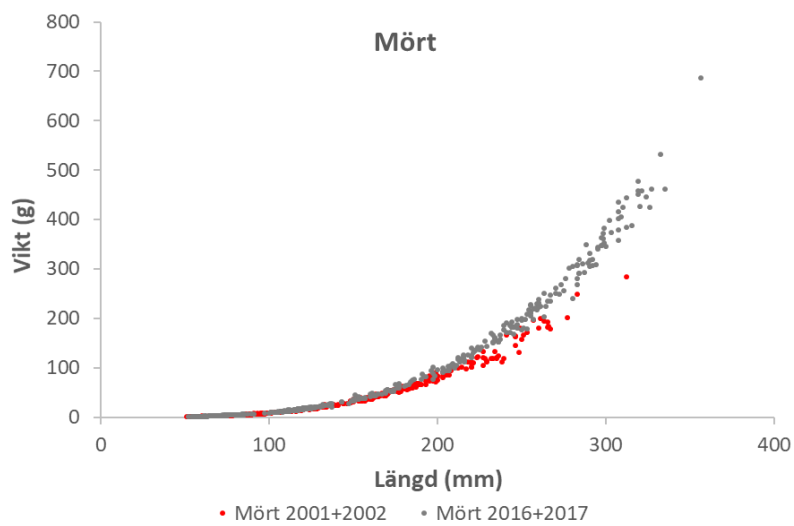
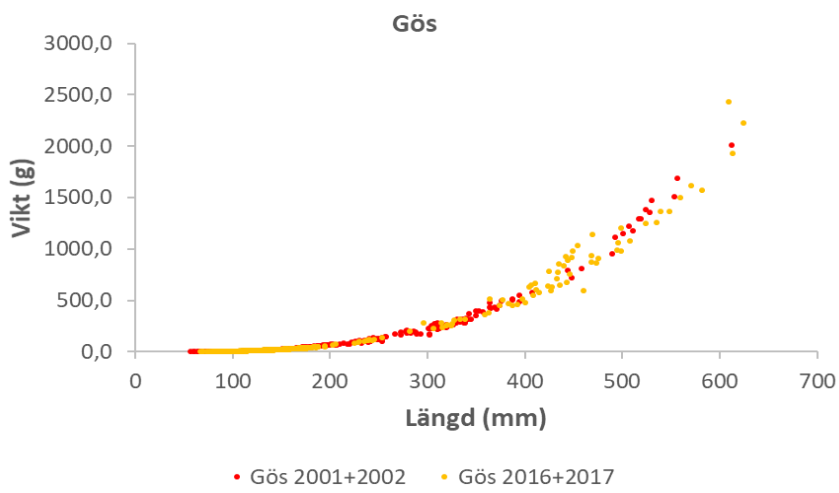
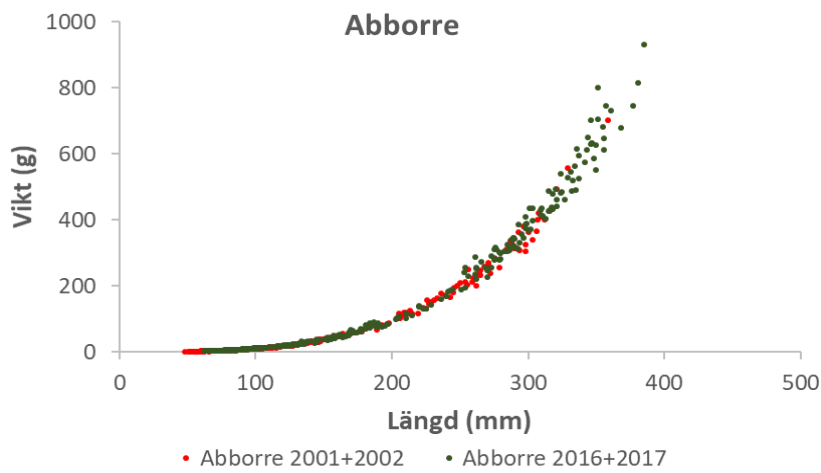
Baserat på provfiskedata i hela sjön var kvoten mellan stor abborre+gös/totalvikt före reduktionsfisket 0,17-0,22 och efter reduktionsfisket något högre, men ingen linjär ökning (kvotens medelvärde var 0,25 efter reduktionsfisket). Variationen mellan år är dock stor (0,14-0,40) och det är även stor variation mellan Västra och Östra Ringsjön, där Östra Ringsjön har signifikant högre kvot (medelvärde på 0,35) än Västra Ringsjön (medelvärde på 0,20) åren efter reduktionsfisket. I Västra Ringsjön ökar dock kvoten något under utfiskningsperioden (figur 12). Detta innebär att Östra Ringsjön hamnar i gruppen av sjöar med måttligt hög andel rovfiskar medan Västra Ringsjön hamnar i gruppen av sjöar med måttligt låg andel rovfiskar. Analysen av andelen abborre >10 cm i Ringsjön i förhållande till totala antalet fångade vitfiskar visar på en nära signifikant ökande linjär trend under reduktionsfisket för hela sjön.



Figur 12. Beräknad kvot av biomassan av rovfisk i förhållande till biomassan av all fisk som fångats i provfiske nät under perioden 2001-2017, i Västra respektive Östra Ringsjön.

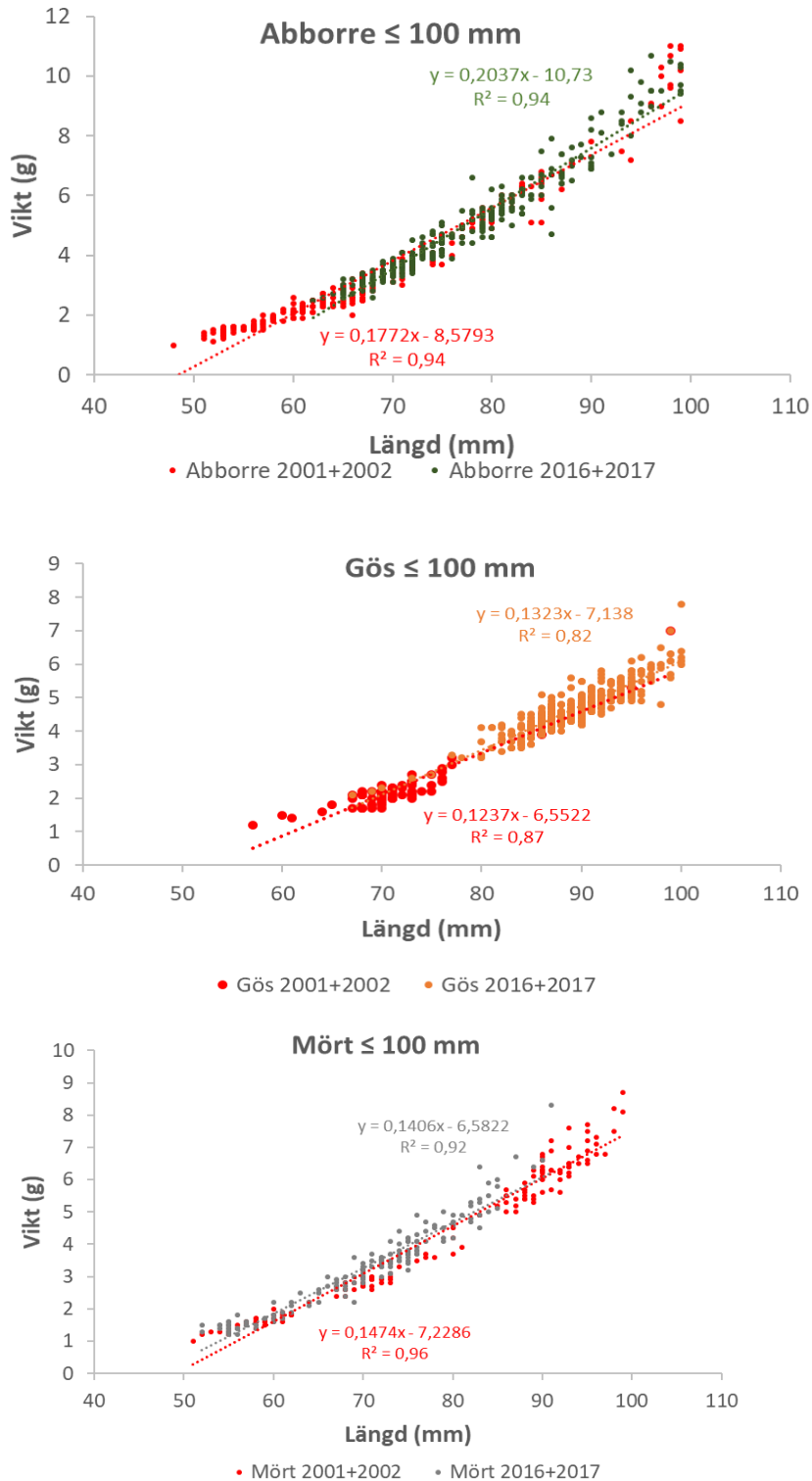
Kondition hos fisk

Vi har analyserat längd-vikt förhållandena på abborre, gös och mört utifrån provfiskedata. Vi har jämfört storleksfördelningarna för perioderna före reduktionsfisket (2001+2002) med hur situationen ser ut nu (2016+2017). Alla fiskar som fångats vid dessa provfiske (totalt 64 bentiska nät) har ingått i analyserna. Vi presenterar två typer av analyser, dels på alla storleksklasser och dels på de mindre fiskarna (≤ 100 mm), eftersom detta är kritiska stadier för att bland annat gös och abborre ska kunna växa så att de kan börja äta fisk. Dessutom är det svårt att tyda diagrammen om även de stora fiskarnas längder och vikter presenteras samtidigt. De generella mönster man ser är att det fångas mer större fisk i näten under 2016-2017 (figur 13).



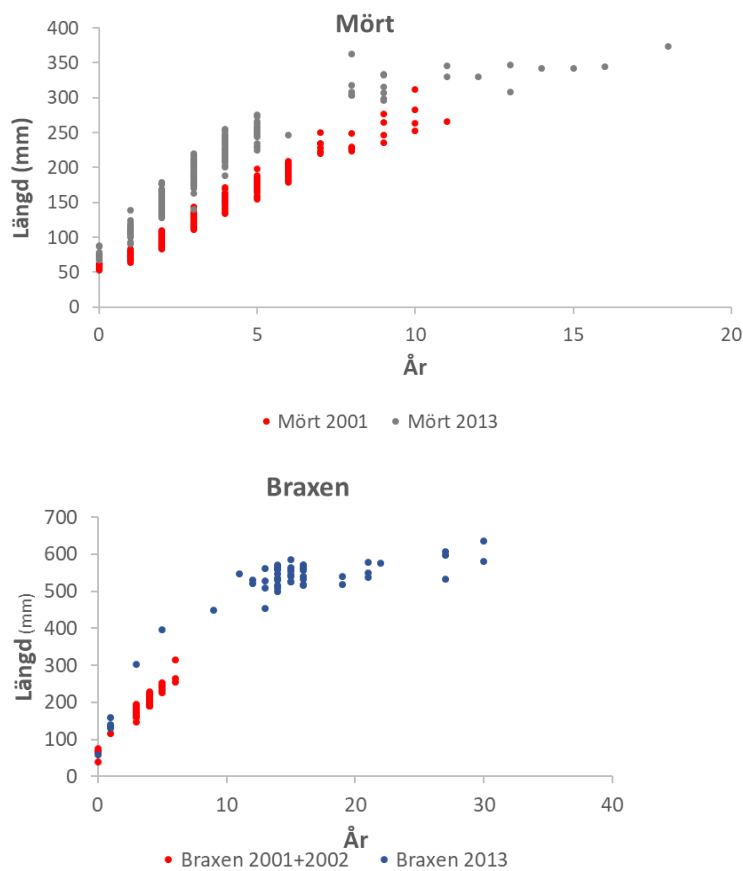
Figur 13. Längd-viktförhållande för all abborre, gös och mört som fångats i provfiskenät före reduktionsfisket samt i slutet av perioden för reduktionsfiske.

Vad gäller årsyngel och fjolårsyngel ser man att både abborre och gös är betydligt större under perioden med reduktionsfiske jämfört med perioden före, men motsvarande skillnad syns inte för mört. För mört är det tydligt att mörtarna som är 150 mm och större växer sämre före än i slutet av reduktionsfisket. (figur 14).



Figur 14. Längd-viktförhållande för all abborre, gös och mört (≤100 mm) som fångats i provfiskenet före reduktionsfisket samt i slutet av perioden för reduktionsfiske.

Det finns även data för tillväxt hos mört och braxen (fjäll/otolitanalyser) från perioden före reduktionsfisket (2001+2002) samt från 2013. Siffrorna på mört stämmer bra med det som visas i längd-viktdiagrammen från 2016+2017, bättre tillväxt hos mörten jämfört med 2001+2002. De visar också att mört blir upp emot 20 år i Ringsjön (figur 15). Data på braxen visar också på bättre tillväxt under 2013 jämfört med före reduktionsfisket. Man bör notera att det inte finns åldersdata på större braxen från perioden före reduktionsfisket, vilket beror bland annat på att dessa analyserades från fjäll, något som är svårt för äldre fiskar. Under 2013 genomfördes åldersanalyser på större fiskar med hjälp av otoliter, vilket är säkrare. Det finns braxen som är mer än 30 år i Ringsjön (figur 15) men redan efter 10 år är de så pass stora att inte ens den största gäddan kan äta dem.

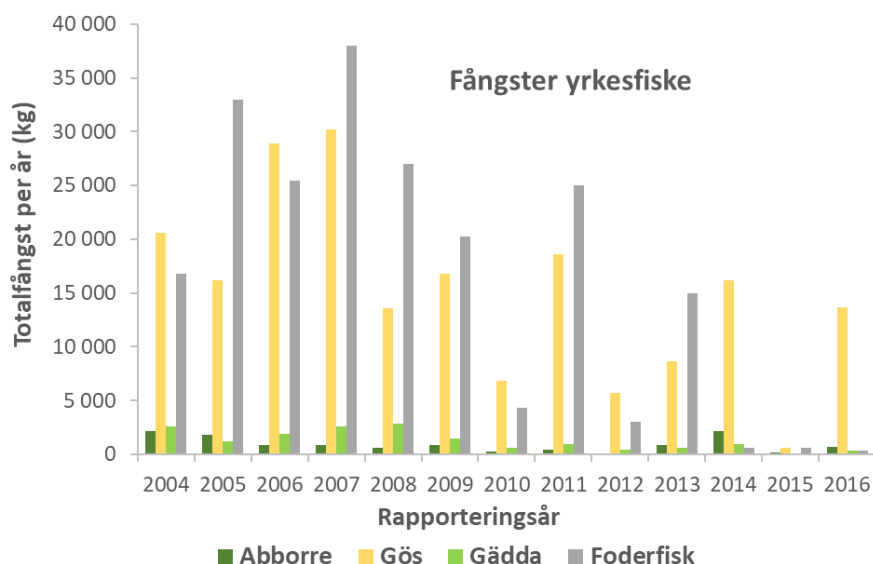


Figur 15. Åldersdata på mört och braxen som fångats i Ringsjön, före och under reduktionsfisket.

Uttag från, yrkes- fritids- och reduktionsfiske

Yrkes- och fritidsfiske

I Ringsjön bedrivs såväl yrkes- som fritidsfiske, där den storväxta gösen är en viktig fångst. Dock återutsätts all rovfisk som fångas vid reduktionsfisket. Minimimåttet på gös i Ringsjön är 45 cm, som motsvarar en fisk på ca 1 kg. Yrkesfisket (två fiskare) rapporterar sina fångster till Havs- och Vattenmyndigheten och det är den statistik vi använt för analyser i denna rapport. Vi har utgått ifrån att statistiken är den riktiga men det finns år som ser väldigt avvikande ut, exempelvis de extremt låga fångsterna som anges under 2015 (figur 16). Under perioden 2005-2016 rapporterade dessa totalt ca 176 ton gös, 14 ton gädda, 9,4 ton abborre och ca 192 ton foderfisk (huvudsakligen mört och braxen). Medelvärde av fångsterna per år var under samma period 13 ton gös, 1,1 ton gädda, 0,8 ton abborre och 16 ton foderfisk (figur 16). Om man bara jämför med kvoten för rovfiskar (biomassa) större än 15 i provfisket i förhållande till biomassan av vitfisk hamnar yrkesfisket på 1,0 och provfiskedata på 0,61.



Figur 16. Totalfångster för Ringsjön (kg) rapporterat från yrkesfisket under perioden 2004-2016. Foderfisk utgörs av främst braxen och mört.

I Ringsjön organiseras fritidsfisket huvudsakligen genom Ringsjöns FVOF men det bedrivs även fiske genom Eslöv-Ringsjöns sportfiskeklubb. Vi har bara haft tillgång till information från Ringsjöns FVOF. Här kan såväl de fastigheter som har fiskerätt (ca 840 st) som privatpersoner lösa fiskekort. Enligt föreningen finns det ca 175 st som har löst fiskerättsbevis för fiske med nät och/eller ryssja. 85 st har löst fiskerättsbevis för handredskapsfiske. Antalet fiskekort som sportfiskare löst var under 2016-2017 ca 2 500/per år, och 90% var dagsfiskekort. Här ingår också möjlighet till trollingfiske.

Det finns viss fångststatistik för sportfisket. Man har nyligen infört så kallat "Ifiske", dvs man kan rapportera sina fångster, och köpa kort, via smarttelefon. Under perioden augusti 2017 till januari 2018 såldes 195 fiskekort och då rapporterades det in fångster från 27 fiskare (ca 14% av korten, varav gös fångades av 3,6%). Även om en hel del fisk sattes tillbaka, var fångsterna på dessa kort 13 gösar (21,5 kg), 7 gäddor (30 kg) och 3 abborrar (1,1 kg). Även om fångststatistiken är

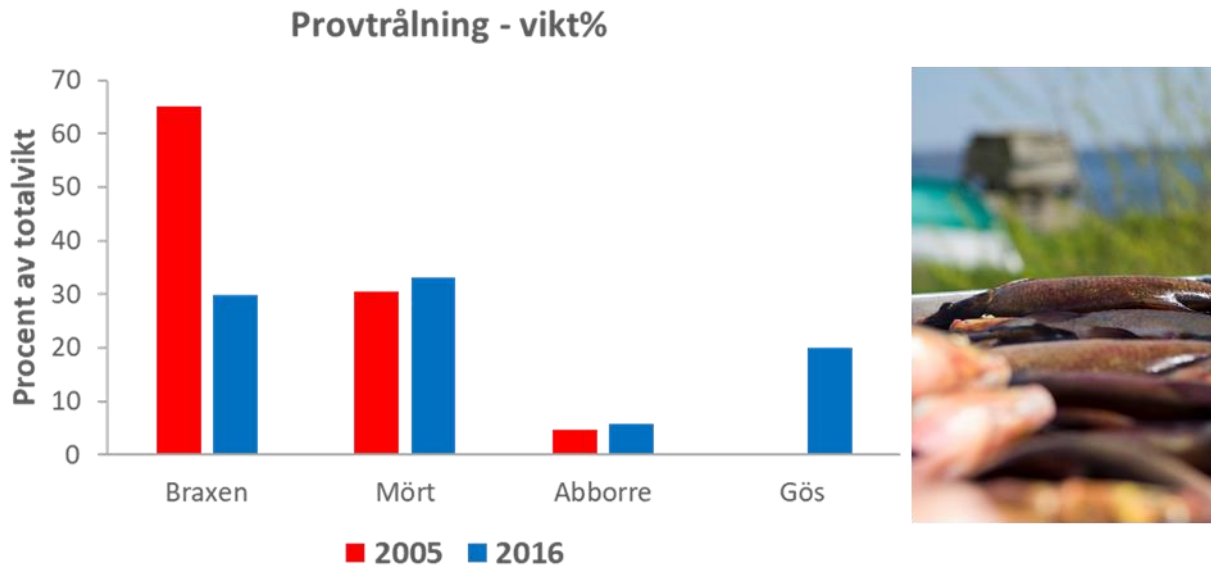
begränsad kan man i alla fall göra en grov uppskattning av vad sportfiskets uttag skulle kunna vara i Ringsjön. Om vi fokuserar på gösen och använder ovanstående siffror för att uppskatta fångsterna under exempelvis 2017 (2662 fiskekort) beräknas fångsterna av gös till ca 100 st per år (ca 165 kg).

När det gäller statistik från de som har fiskerättsbevis för nät och/eller ryssja finns ingen samlad statistik. Men en väldigt grov uppskattning enligt Ringsjöns FVOF så fångas det kanske 30-40 gösar i genomsnitt per bevis och år av dessa 175. Då skulle man hamna på 5 000 -7 000 gösar på ett år, vilket skulle motsvara ca 8 700-11 600 kg gös (räknat på medelvikt på ca 1,6 kg). Men igen, detta är mycket osäkra siffror och ska bara användas för att bedöma vad som teoretiskt tas upp. Men intressant nog motsvarar dessa fångster ca 60-80% av de fångster som yrkesfisket rapporterat per år för gös (figur 16).

Om man utgår från hur mycket vitfisk vuxen gös, gädda och abborre skulle kunna äta har studier (främst på gädda) visat att de äter en fisk var 2:a-3:e dag under sommaren, men kanske bara en fisk per månad under vintern. Som exempel, baserat på fångststatistik ovan, kan gösen i sjön äta 12 ton vitfisk på ett år (beräknat på medelvikt på 1,6 kg hos gös som äter små mörtar som i medel väger 10 g). Sammantaget är uttaget av rovfisk, baserat på den information som finns, förhållandevis betydande men sportfiskets andel är i dagsläget försumbar. Dessutom är en viktig slutsats att huvuddelen av reduktionsfisket sker under den kalla tiden på året (när rovfisken äter förhållandevis lite) och förekomsten av rovfisk i Ringsjön bör därför ha störst betydelse för att reglera vitfiskbeståndet under sommaren. Stort uttag av rovfisk under sommaren bör kunna påverka rekryteringen av vitfisken i sjön.

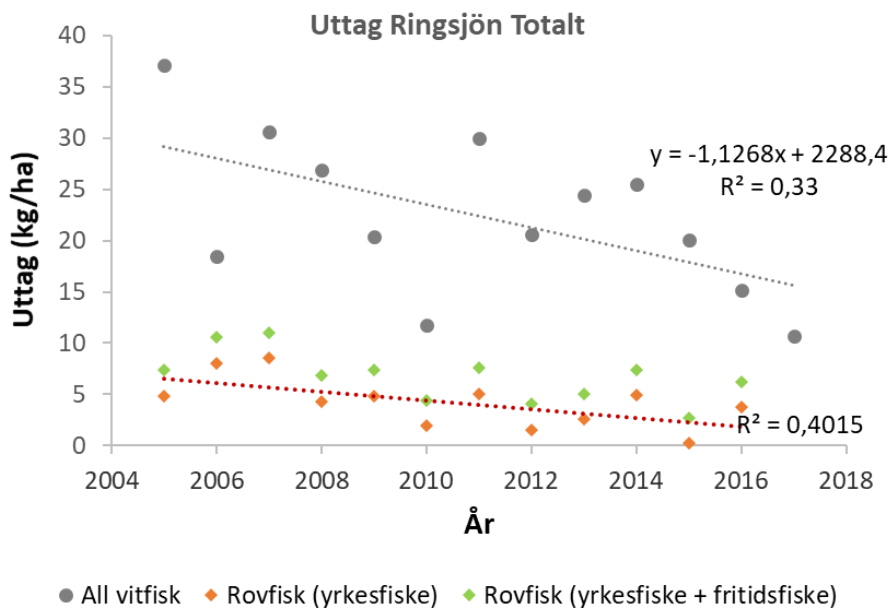
Reduktionsfisket

Reduktionsfisket har huvudsakligen bedrivits genom trålning och not, men även fångster med yrkesfiskets nät och ryssjor har gjorts (detta ingår i statistiken foderfisk för yrkesfisket ovan). Under hösten 2005 och våren 2016 gjordes ett antal ”provtrålningar” där varje fisk vägdes för att bedöma på artsammansättningen. Där ser man, till skillnad från provfiskena, att braxen dominerar under 2005 men utgör en mindre andel under 2016 (fast ej jämförbar årstid) (figur 17).



Figur 16. Viktfördelning i procent för fiskarter beräknat från 4 tråldrag (30-50 minuter) i Ringsjön. Notera att siffrorna från 2005 är från hösten och från 2016 från våren.

Under perioden 2005-2017 har 1 152 ton vitfisk tagits upp (huvudsakligen via trålning, men även yrkesfisket inkluderat fram till år 2016), detta motsvarar totalt 291 kg/ha. Tittar man på uttaget under de första tre åren hamnar man på 73/kg ha, vilket är lägre än den generella rekommendationen på att ta ut ca 200 kg/ha. Men då ska man komma ihåg att Ringsjöns fiskbestånd inte liknar de i de mest övergödda sjöarna. Uttaget per ha minskar signifikant över åren (medelvärde 22kg/ha och år), och minskningen är störst för vitfisken. Samma trend ser man för uttaget av rovfisk (yrkesfiske + grov uppskattning från fritidsfisket), men uttaget av rovfisk över tiden minskar inte i samma takt som för reduktionsfisket (figur 17).



Figur 17. Totalt uttag i kg per ha av vitfisk (alla metoder) och rovfisk (yrkesfiskestatistik samt yrkesfiskestatistik + uppskattat från fritidsfisket).

Förutom denna information om uttag behöver man också försöka bedöma hur stort bestånd av vitfisk som finns kvar (och helst även av rovfisken) för att kunna beräkna det procentuella uttaget. Rekommendationen är att ta upp minst 80% av vitfisk under 1-3 år för att få önskvärda effekter (som redovisas i början av rapporten). Det finns olika sätt för att försöka beräkna fiskbeståndet som redovisas nedan.

Beräkning av nuvarande storlekar på fiskbeståndet

Att beräkna effekterna av reduktionsfiske på beståndsstorleken av fisk är en stor utmaning, och därför är rekommendationerna ganska generella för hur mycket fisk som bör tas upp för att åtminstone nå en nivå på minst 80% reduktion. I Ringsjöns fall kan man inte använda provfiskedata, vilket man ibland kan göra, speciellt i grundare sjöar. Detta beror på att braxen inte fångas vid provfiskena och vi ser heller ingen signifikant förändring i biomassa eller antal fiskar om vi jämför provfiskedata före och efter reduktionsfisket. Detta är inte ovanligt i sjöar med mycket fisk eftersom näten inte kan bli mer än fulla. Därför får man använda andra metoder för att åtminstone göra grova uppskattningar om storleken på det kvarvarande beståndet av vitfisk och hur mycket som tagits ut (200 kg/ha?), reduktion med minst 80%?. Med hjälp av de tråldata och annan fångstdata som finns tillgängliga kan man göra på tre olika sätt. Det enklaste är att se hur mycket som tas upp under en period i kg/ha. Man kan också analysera tråldata i början och slutet av en period, och då få ett mått på absolut reduktion (minst 80%?). Det tredje är att använda tråldata för att beräkna hur mycket vitfisk som finns kvar, uttryckt i kg/ha, den så kallade "Leslie" metoden.

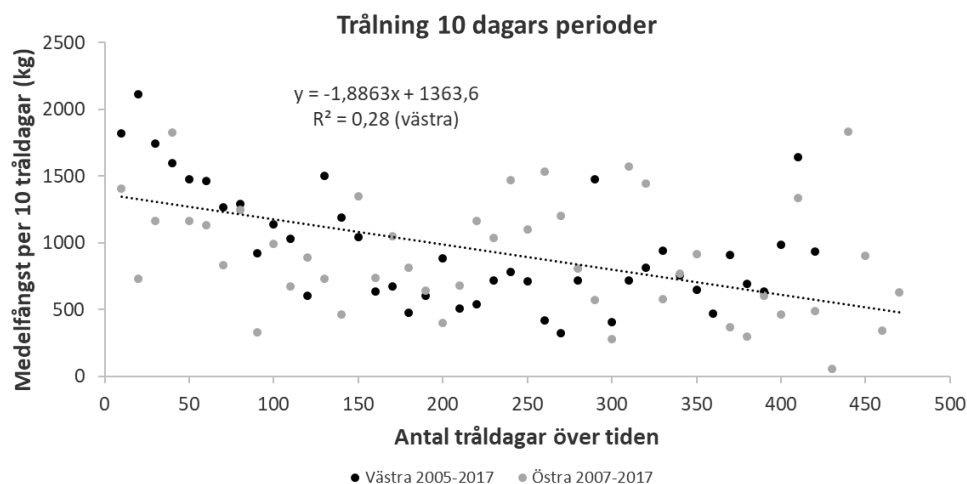
Totalfångst i sjön mellan olika år

Även om en stor del av reduktionsfisket bedrivits genom trålning har även andra fångstmetoder använts (yrkesfisket medräknat). Genom att jämföra mängden fisk som fångas sammanlagt från år till år kan man få en uppfattning om dels hur stort det totala uttaget är per ha och år men även till viss del hur stort det procentuella uttaget varit. Fångsterna mellan olika år påverkas av hur mycket man fiskar och även om effektiviteten och fångstmetodiken ändras. Vi vet att förändringar skett eftersom man bland annat har bytt trålbåtar under hösten 2013 och teknik för att hitta fiskstim under perioden har förfinats. Siffrorna kan därför bara användas för att se större förändringar i fångster, dvs trender.

Medelfångster i trålningar över åren

Om man analyserar fångster av vitfisk i trål i början och slutet av projektet kan man få en indikation på hur uttaget av fisk ändras. Detta förutsätter att fångstmetod och effektivitet är lika över perioden. Vidare har fisket, åtminstone de senaste åren i Östra Ringsjön, inriktats på att fånga stim av braxen. Detta märks inte minst på fångsterna som kan variera väldigt mycket från dag till dag. När vi analyserat data har ett rimligt antagande varit att se på hur medelfångsten i trålen (över 10 dagar) förändras. Data från Västra Ringsjön finns från 2005-2017 och för Östra Ringsjön från 2007-2017. Fångsterna minskar signifikant i Västra Ringsjön medan det inte gör det i Östra Ringsjön (figur 18). Om man jämför de första 60 dagarnas trålfångster i Västra Ringsjön

(2005) mot de sista 60 dagarnas fångster år 2017 är minskningen i genomsnitt 43%. Om man skulle använda dessa data (linjens ekvation) för att beräkna hur många tråldagar till som behövs för att komma upp i minskning på minst 80% av vitfiskbeståndet sedan starten i Västra Ringsjön skulle detta motsvara ca 100 tråldagar till. Men detta är så klart bara en grov uppskattning eftersom variationen är ganska stor (relativt lågt värde på R^2).



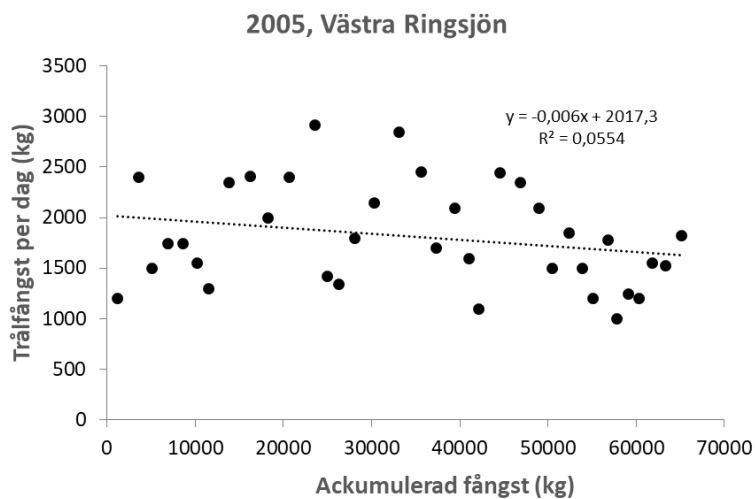
Figur 18. Medelfångst av vitfisk per 10 tråldagar i västra och östra Ringsjön över tiden. Det är bara i västra Ringsjön som fångsterna minskar signifikant.

Lesliemetoden - hur mycket vitfisk finns kvar?

Ett annat sätt att beräkna hur mycket vitfisk som kan finnas kvar i Ringsjön är att använda sig av trålfångster under en kort tidsperiod med hjälp av den så kallade Lesliemetoden. Fördelen är att den inte påverkas om fiskemetoden ändras mellan olika år. Men det finns också begränsningar. För att man ska kunna beräkna hur mycket vitfisk som finns kvar måste data samlas in under en begränsad tid och man måste ha en effekt av fisket på beståndet (dvs det minskar linjärt). Man förutsätter nämligen att det uttag som sker vid trålningen är bara det som påverkar fiskbeståndet. Det får inte finnas någon annan dödlighet eller att fiskarna flyttar sig (vilket de ju kan göra mellan bassängerna). Så om man verkligen har en effekt på beståndet ska mängden fisk som fångas minska efter hand. Vad man gör sedan med dessa fångstdata är att relatera fångsterna (i detta fall per dag) till hur mycket som totalt fiskas upp över tiden (ackumulerad fångst). Om man har en effekt av fisket kommer fångsterna minska linjärt. Man använder sedan ekvationen för linjen och sätter in ett värde på 0 i trålfångsten (all fisk borta), då får man reda på hur mycket som teoretiskt finns kvar.

Utifrån de fångstdata vi haft tillgång till har vi gjort detta för fångster på våren i Västra Ringsjön (finns inte data från Östra Ringsjön förrän 2007, reduktionsfisket började 2005 i Västra Ringsjön). Vi har bara tagit med fångster per tråldag som varit minst 100 kg (annars är det något som inte fungerade, tex trasig trål etc). Om vi tar fångsterna under våren 2005 som exempel ser vi att fångsterna minskar linjärt (figur 19). Med hjälp av linjens ekvation beräknas det kvarvarande vitfiskbeståndet i Västra Ringsjön till ca 340 ton, detta motsvarar 227 kg/ha, vilket är rimligt för näringsrika, men inte extremt näringsrika sjöar. Vi har sedan gjort på samma sätt för de år

(huvudsakligen fiskedata på våren) i Västra Ringsjön där fisket hade effekt och beräknat hur stor del som fanns kvar utifrån fångsterna under 2005. Med undantag för åren 2013, 2014 och 2017 (när data inte kunde användas till denna analys, se nedan) visar det att sedan våren 2005 har i genomsnitt 86% av vitfisk tagits upp (figur 20). Det kvarvarande beståndet av vitfisk i Västra Ringsjön beräknas på motsvarande sett utgöra ca 30 kg/ha. I sammanhanget kan det vara värt att nämna att man redan vid tätheter på 30-45 kg/ha börjar fisken ha effekt på storleken av djurplankton (hinnkräftor missgynnas).



Figur 19. Fångst per tråldag i västra Ringsjön under våren 2005. Fisket har en signifikant (om än svag) effekt på beståndet av vitfisk eftersom det blir mindre fångster efter hand.



Figur 20. Beräknad mängd vitfisk i kg/ha i västra Ringsjön under de år där data medgav beräkning enligt Leslie-metoden.

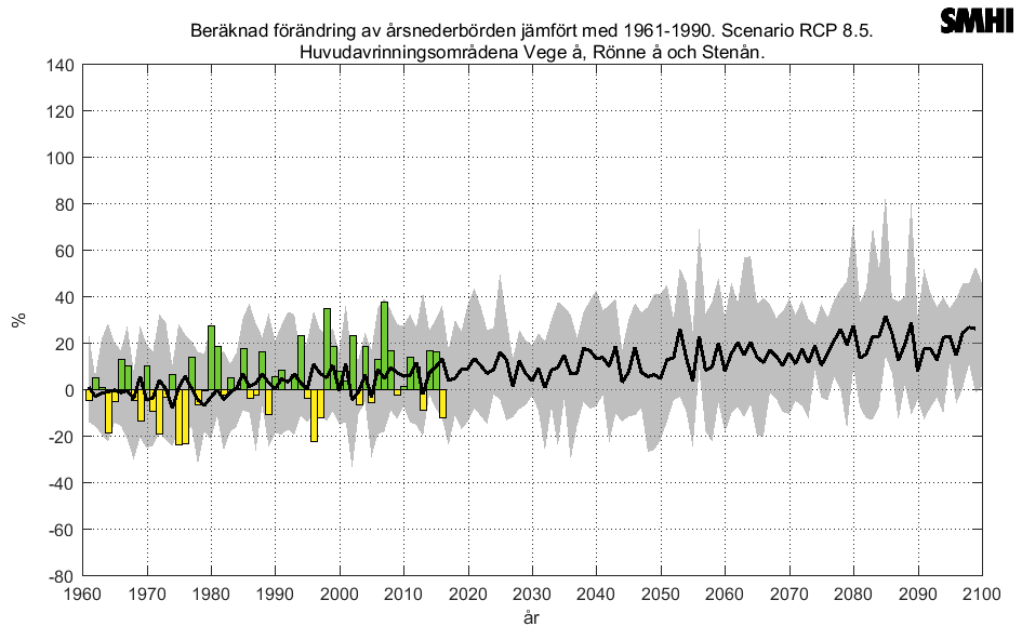
Utifrån tråldata i Östra Ringsjön (startade våren 2007), kan vi bara göra en beräkning av vad som fanns kvar under hösten 2008, då beräknades kvarvarande vitfiskbestånd till 82 kg/ha. Under de följande åren är variationen mellan olika tråldagar väldigt stor, troligen på grund av att fisket inriktats på braxenstimm och då kan fångsterna variera från 0 kg till mer än 10 ton under samma vecka. Då går det inte använda Leslie-metoden för att beräkna kvarvarande beståndsstorlek.



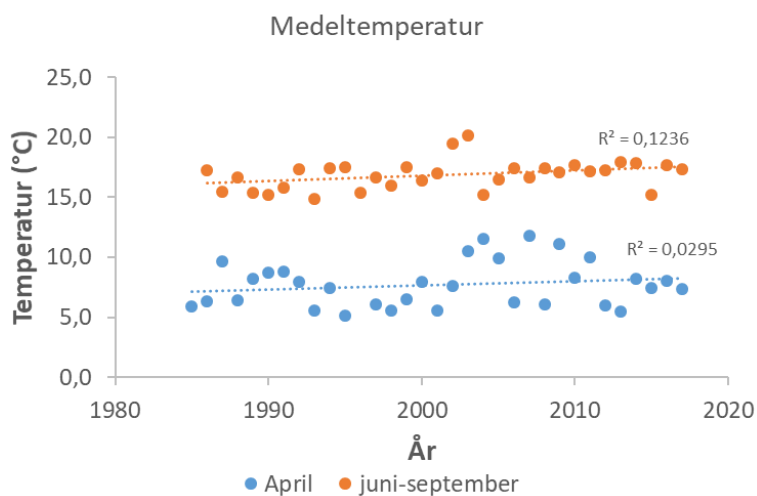
Klimatförändringar – slutsatser för Ringsjön

Det ändrade klimatet är ett pågående faktum och kommer att påverka bland annat Ringsjöns ekosystem och därmed också hur man ska ställa sig till nuvarande och framtida åtgärder för att Ringsjöns status ska vara god. Enligt SMHI förväntas det regna mer i Rönneås avrinningsområde samtidigt som temperaturen ökar (figur 21). Det finns ett klart samband mellan mängden nederbörd som faller i Ringsjöns område och hur grumligt vattnet är. Man kan därför förvänta sig såväl ökad grumlighet som ökad transport av närsalter till sjön om det faller mer nederbörd. Även om andra modelleringar visat att ökad näringstillförsel till Ringsjön (tex 10%) inte har någon större effekt på sjöns fosforbalans, eftersom det tidigare läckt betydande mängder fosfor från sedimenten, kan grumligare vatten ha stor betydelse för såväl rovfiskens jaktförmåga som undervattensväxternas utbredning.

Baserat på faktiska mätdata av vattentemperaturer sedan 1984 ser vi att vattentemperaturerna i Ringsjöns ytvatten under juni-september ökat, men trenden för våren (april-maj) är inte lika tydlig (figur 22). Med ökande temperaturer kan vi också förvänta oss att tillväxten hos växtplankton ökar samtidigt som energibehovet, inte minst för yngel av gös och abborre, ökar. Därmed ökar också behovet att djurplankton för att gös och abborre ska kunna övergå till det fiskätande stadiet.



Figur 21. Modelleringsdata för nederbördsförändringar i förhållande till det normala (medelvärdet 1961-1990) för Rönneås avrinningsområde (SMHI). Baserad på nuvarande klimatutsläppsnivåer av växthusgaser. Staplarna anger faktiska värden och den svarta kurvan anger beräknat eller modellerat medelvärde. Grått i diagrammet anger variationen kring medelvärdet.



Figur 22. Vattentemperaturer i ytan i Ringsjön under vår och försommar. Dessa perioder är viktiga för att yngel av exempelvis gös och abborre ska växa, förutsatt att det finns god tillgång på djurplankton.

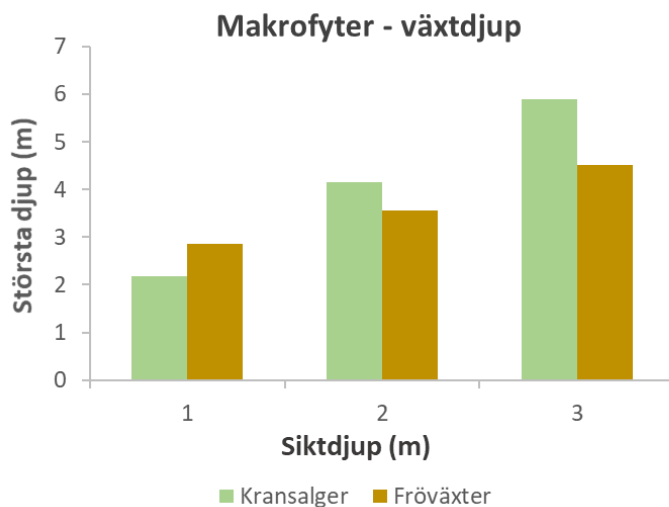
Slutsatser

Ringsjön har stor betydelse som dricksvattentäkt, för rekreation- och fritidsfiske, samt för den biologiska mångfalden. Dessutom bedrivs yrkesfiske i sjön, främst på gös. Sammantaget är det många intressen som påverkas av reduktionsfisket och därför är det viktigt att såväl fiskbestånd, vattenkvalitet och den biologiska mångfalden i sjön fortsatt kan utvecklas. Med alla de positiva resultaten i åtanke i Ringsjön, allt från ökat siktdjup till ökad födotillgång för fisk och mer

undervattensväxter, har Ringsjöns vattenråd en förhoppning om att man borde kunna minska omfattningen av reduktionsfisket, att gå in i ett så kallat underhållsfiske. Detta för att hålla mört- och braxenbestånden på en nivå som inte medför att sjöns vattenkvalitet försämras framöver. Frågan är när och i vilken omfattning ett sådant underhållsfiske ska ske? Resultaten från denna utvärdering visar åtminstone att reduktionsfisket inte kan upphöra. Det finns fortfarande flera osäkra faktorer som påverkar omfattningen av det framtida underhållsfisket, liksom hur beståndet av undervattensväxter utvecklar sig. Etablering av undervattensväxter är nyckeln till långsiktiga effekter.

Etableringen av undervattensväxter tar ofta längre tid än 3 år efter ett reduktionsfiske, men man har också snabbare effekter i grunda sjöar. De faktorer som är relevanta i Ringsjön för att av växterna ska kunna etablera sig och täcka 25% av bottenytan är flera. Dessa är siktdjup, artsammansättning av vattenväxter, förekomst av lämpliga bottenar, is och vågrörelser, fisk som födosöker på botten samt bete från sjöfågel.

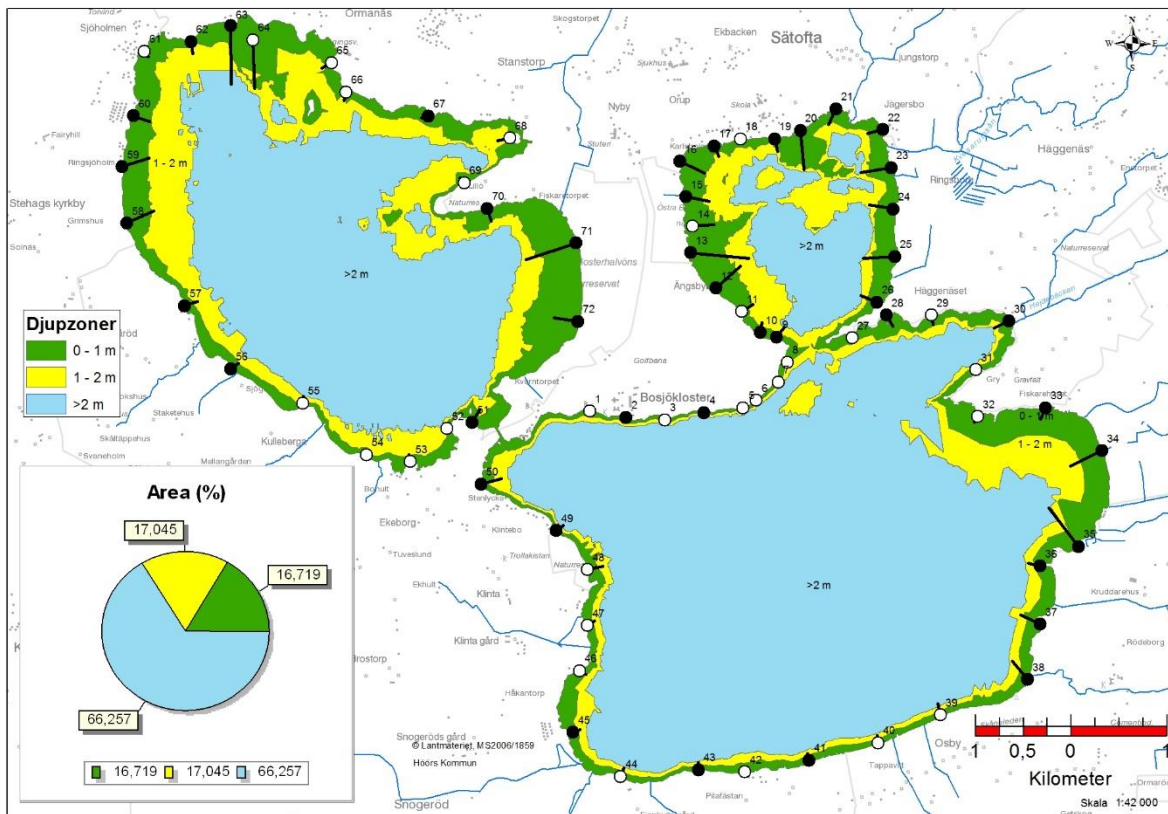
Speciellt knölsvan och sothöns äter undervattensväxter men generellt verkar sjöfågel ha mindre effekter på undervattensväxter djupare än 1 m än exempelvis fisk. Den potentiella djuputbredningen av undervattensväxter i näringsrika sjöar undersöktes av Irmgard Blindow (Lunds universitet, 1992). Den visade att kransalger hade svårare att växa i grundare områden jämfört med fröväxter, men bara vid siktdjup på 1 m och grundare (figur 23).



Figur 23. Maximala växt djupet för kransalger och fröväxter i näringsrika sjöar i förhållande till siktdjupet (efter data presenterade i Blindow, 1992).

John Strand (Lunds universitet) utvärderade utbredningen av undervattensväxter i Ringsjön efter reduktionsfisket 1988-1992 och konstaterade att jämfört med situationen från 1947 hade sjöns undervattensväxter inte återhämtat sig nämnvärt. På mitten av 1950-talet var medelsommarsiktdjupet i Ringsjön mer än 3 m och makrofyterna växte ut till ett djup av 2-4 m i de olika delsjöarna (störst växt djup i Västra Ringsjön). Detta är något grundare än de data som finns i Blindows undersökning (figur 23). Historiskt har utbredningen av makrofyter varit störst i Västra Ringsjön och Sätöftasjön. Strand bedömde att ned till 2 m djup var 27% av bottenarna i

Sätotasjön lämpliga för makrofyter, 16% i Västra Ringsjön och bara 11% i Östra Ringsjön. Anledningen till att ingen större förbättring kunde ses ansågs vara att siktdjupet inte var tillräckligt stort, att stora delar av bottenarna i Östra Ringsjön utgörs av steniga substrat som ej lämpar sig för rotade undervattensväxter, men också att artantalet inte återhämtat sig. Under 2013 gjordes en bedömning av möjlig täckningsgrad för makrofyter i hela Ringsjön (figur 24). Där ser man att om makrofyterna skulle kolonisera ut till 2 m i hela sjön skulle den täckta ytan vara knappt 34%. Men då bör man undanta de områden som inte är lämpliga för makrofyter (t ex de steniga bottenarna i främst Östra Ringsjön).



Figur 24. Utbredning av makrofyter vid 72 olika mätlinjer i Ringsjön, baserat på data från 2013. Fyllda cirklar är linjer med fynd av undervattensväxter.

Situationen under 2015 för undervattensväxterna i Ringsjön är den bästa på många år, det gjordes fynd av arter som kan ses som positivt för att återetablering nu ska kunna ske på egen hand (dvs man behöver troligen inte göra några inplanteringar). Det finns arter som täcker bottenarna (kransalger och näckmossa, dock ej i Östra Ringsjön). Dessa arter får anses som toleranta mot betning från fågel, men har ganska långsam tillväxt. De kan, vid rådande siktdjup på 1,7 m (2017) potentiellt växa ut till ca 3 m. Vidare vissnar de inte ned på vintern om ljusförhållande är goda. Detta är mycket viktiga egenskaper för att stabilisera sediment, förbättrad syresättning och för att gynna andra organismer. Kransalgerna utsöndrar också substanser vilka verkar minska tillväxten av växtplankton. Under 2015 fanns de kransalgerna bara på grundare områden, så en expansion är att förvänta. Maximala medeldjupet för utbredningen av undervattensväxterna under 2015 var ca 1 m, med maximalt djup på ca 2,2 m. Detta kan jämföras med maxdjupet på 1,8 m under 2004.

Om målsättningen är att få en 25% täckningsgrad av makrofyter i Ringsjöarna beräknade Strand att makrofyterna skulle behöva växa ut till 2 m djup i Sätoftasjön, 3 m i Västra Ringsjön och 4 m i Östra Ringsjön. Detta skulle innebära att siktdjupet skulle behöva öka till minst 2 m i Östra Ringsjön. Däremot är förutsättningarna bättre i Västra Ringsjön och Sätoftasjön, och ett minimalt sommarsiktdjup på 1,5 skulle troligen leda till en betydande ökning i utbredning av makrofyter här. En rekommendation är att detta siktdjup bibehålls i åtminstone 5 år för att makrofyterna ska ha en rimlig chans att öka i utbredning.

Ser man till övriga data exempelvis, förekomsten av djurplankton och fisk, visar dessa att det finns tillräckligt mycket djurplankton för att gös och abborre ska kunna växa till sig så de kan börja äta fisk. Däremot är tillgången på stora hinnkräftor fortfarande begränsad, vilket kan förklaras med att vitfiskbeståndet fortfarande ligger på uppskattade tätheter kring 30 kg/ha och mer. Provfiskedata visar inte på någon större förändring i fiskbiomassa och det finns fortfarande rikligt med bytesfisk i sjön för rovfisken. Effekterna av reduktionsfisket på andelen rovfisk finns, de ökar i antal, men effekterna är ganska små. Det sker ett omfattande fiske på rovfisk i sjön och detta påverkar säkerligen populationen av rovfisk i Ringsjön, förutsatt att ingen annan faktor begränsar populationen. Ett problem med beräkningarna är att det finns en stor osäkerhet i hur mycket rovfisk som fiskas upp. Det fanns något år i yrkesfiskestatistiken (2015) som verkade väldigt avvikande, och sedan finns det ingen officiell statistik från fritidsfiske med nät och ryssjor. Det sker fortfarande ett visst läckage av fosfor från främst östra Ringsjöns botten och detta medför att växtplankton gynnas, under vissa perioder. Om detta inte åtgärdas, eller minskar om syrgasförhållandena på bottenarna fortsatt förbättras, är förekomsten av rovfisk i förhållande till mängden vitfisk viktigt för att sjön fortsatt ska kunna ha någorlunda klart vatten. Klimatförändringar, med ökad nederbörd och varmare klimat som följd, ökar också risken för närsalttransporter och algtillväxt.

Baserat på det underlag som finns och som vi redogjort för i denna rapport ger vi följande rekommendationer:

- Underhållsfiske efter vitfisk bör ske, risken är annars att makrofyterna inte hinner etablera sig i förhållande till rådande siktdjup. Det är speciellt viktigt att siktdjupet i Västra Ringsjön och Sätoftasjön inte försämras, med tanke på etableringen av kransalger och näckmossa. Braxen i dessa delar av Ringsjön bör fortsatt hållas på en låg nivå de närmsta åren så att makrofyterna inte begränsas av bottenfödosökande fisk.
- Utbredningen av undervattensväxter bör följas mer noggrant (varje år i fem år framåt), speciellt i Västra Ringsjön och i Sätoftasjön. Det finns teknik för att kartlägga makrofyter noggrannare (ekolod) än den metod som används idag (längs 72 linjer ut i Ringsjön). Det är viktigt att också få fram täckningsgrad, och inte bara förekomst och maximalt djup på några platser i sjön. Om förutsättningarna är goda för makrofytetablering kan den påskyndas genom plantering/omflyttning av växter som man gjort i Växsjösjöarna.
- Vid trålning är det viktigt att undvika stora bottenarna där makrofyter etablerar sig.
- Eftersom det finns en pool av mobilt fosfor i sedimenten ökar risken för att alger gynnas. Man bör utvärdera om de tekniker som finns idag är möjliga att använda för att minska läckaget, främst i Östra Ringsjön. Om det inte är möjligt att minska läckaget motiverar

detta till fortsatt underhållsfiske, i alla fall tills makrofyterna expanderat till 25% täckningsgrad.

- För att kunna bedöma riskerna att bottarna läcker fosfor är det lämpligt att fortsatt mäta syrgasförhållanden och fosfat när syrgasprofilen tas (i alla fall vid botten).
- Fångststatistik över fritidsfiskets uttag av rovfisk är bristfällig. Denna information behövs för att kunna ge fortsatta rekommendationer för uttag av rovfisk (begränsningar?) och för hur intensivt underhållsfisket på vitfisk behöver vara.
- Man bör fortsatt mäta förekomsten av djurplankton, inte minst de större hinnkräftorna.
- Tidigare har det gjorts märkning och fångst/återfångst på gös och braxen för att uppskatta beståndsstorlekar (med hjälp av fångst i trål). Detta kan också rekommenderas att göras om, förutsatt att det sker under en så pass kort period att man kan räkna på beståndet.

Relevant litteratur och rapporter

- Barnes, C. Carpenter, S.R. Gårmark, A. Larsson, P. Persson, L. Skov, C. Speed. J.M.D. och Van Donk, E. 2015. Inverkan av reduktionsfiske på övergödda sjöars vattenkvalitet. Sammanfattning av systematisk utvärdering SR3. EviEM.
- Blindow, I. 1992. Decline of charophytes during eutrophication: comparisons with angiosperms. *Freshwater Biology*, 28:9-14.
- Cronberg, G. och Gustafsson, S. 2015. Undersökning av plankton i sjöar inom Rönneås avrinningsområde. Rönneå vattenkontroll 2015.
- Diana, J.S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Zoology*, 57:2121-2127.
- Ekologgruppen, 2015. Makrofytinventering i Ringsjön 2015. Rönneå vattenkontroll 2015.
- Ekologgruppen, 2017. Bottenfaunan i Västra Ringsjön, september 2017. Rönneå vattenkontroll 2017.
- Eklund, O. Fredén, J. och Tegelberg, L. 2009. Ringsjön – en modellstudie om totalfosforsituationen. Prediktiv limnologi, projektarbete 7,5 p. Civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik, Uppsala universitet.
- Ekvall, M. 2014. Plankton communities in a changing world. Responses to temperature, brownification and lake restoration. Doctoral Thesis. Department of Biology, Lund University, Sweden.
- Emmerich, M. mfl. 2012. Strong correspondance between gillnet catch per unit effort and hydroacoustically derived fish biomass in stratified lakes. *Freshwater Biology*, 57:2436-2448.
- Granéli, W. 1999. Internal phosphorus loading in Lake Ringsjön. *Hydrobiologia*, 404:19-26.
- Gulati, R.D. Pires, L.M.D. och van Donk, E. 2008. Lake restoration studies: Failiures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures. *Limnologia*, 38:233-247.
- Hansson, L-A. 1998. Biomanipulering som restaureringsverktyg för näringsrika sjöar. En kunskapssammanställning. Naturvårdsverket, rapport 4851.
- Huser, B. Löfgren, S. och Markensten, H. 2016. Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden – en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen. SLU, Inst. För vatten och miljö- Rapport 2016:6.

- Jeppesen, E. Søndergaard, M. Søndergaard, M. och Kristoffersen, K. (editorer). 1998. The structuring role of submerged macrophytes in lakes. *Ecological Studies* 131. Springer.
- Mejer, M-L. de Boois, I. Scheffer, M. Portielje, R. och Hopser, H. 1999. Biomanipulation in shallow lakes in the Netherlands: an evaluation of 18 case studies. *Hydrobiologia*, 408/409: 13-30.
- Naturvårdsverket, 2000. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Sjöar och vattendrag. Rapport nr 4913.
- Pers, B.C. 2005. Modeling the response of eutrophication control measures in a Swedish lake. *Ambio*, 34:552-55.
- Restaurering av övergödda sjöar- Erfarenheter från EU-projektet *Algae Be Gone!*, 2011-2014. http://www.ringsjon.se/wp-content/uploads/2015/08/ABGbok_hela.pdf
- Ringsjökommittén, 1991. Ringsjöns Restaurering, 1980-1990.
- Stenberg, M. 2006. Foraging behaviour in benthivorous fish. Doctoral Thesis, Department of Ecology, Limnology, Lund University, Sweden.
- Naturfakta MS, 2006. Västra Ringsjön – provfiske 2006. Redovisning av resultat samt en kortfattad jämförelse med tidigare undersökningar.
- Naturfakta MS, 2006. Östra Ringsjön – provfiske 2006. Redovisning av resultat samt en kortfattad jämförelse med tidigare undersökningar.
- Strand, J. 1999. The development of submerged macrophytes in Lake Ringsjön after biomanipulation. *Hydrobiologia*, 404:113-121.
- Søndergaard, M. Liboriussen, L. Pedersen, A.R. och Jeppesen, E. 2008. Lake restoration by fish removal: short- and long-term effects in 36 Danish lakes. *Ecosystems*, 11:1291-1305.
- Søndergaard, M. Jeppesen, E. Lauridsen, T.L. Skov, C. Van Nes, E.H. Roijackers, R. Lammens, E. och Portielje, R. 2007. *Journal of Applied Ecology*, 44:1095-1105.