



**FISKERIVERKET**  
Sötvattenslaboratoriet

# *Roxen och Glan*

*Utvärdering av standardiserade provfisken sommaren  
2001.*

*Beskrivning av sjöarnas fisksamhällen, jämförelse med ett  
tidigare provfiske 1990 samt bedömning om etableringen av  
skarv påverkat sjöarnas fisksamhällen.*

**Magnus Dahlberg**

Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium, Drottningholm  
(provfisket)

och

**Henri Engström**

Evolutionbiologiskt centrum, Uppsala Universitet  
(skarv)

2002-03-27



# Innehållsförteckning

	<b>Sammanfattning</b>	4
<b>1.</b>	<b>Inledning</b>	5
<b>2.</b>	<b>Material och metoder</b>	5
2.1	Provfiskemetodik	5
2.2	Bedömningsgrunder för miljö kvalitet	6
2.3	Referenser	6
2.3.1	Referenssjöar belägna inom samma geografiska region som Roxen och Glan	6
2.3.2	Näringsrika och näringsfattiga referenssjöar	7
<b>3.</b>	<b>Resultat</b>	
3.1	Roxen	9
3.2	Glan	14
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	19
<b>5.</b>	<b>Skarvens inverkan på fisket och fiskbestånden i Roxen och Glan</b>	24
<b>6.</b>	<b>Erkännanden</b>	28
<b>7.</b>	<b>Referenser</b>	28
<b>8.</b>	<b>Appendix</b>	30

# Sammanfattning

Roxen och Glan provfiskades sommaren 2001 av Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium i Drottningholm. Provfisket syftade till att beskriva sjöarnas fisksamhällen, jämföra resultaten med ett tidigare provfiske 1990 samt bedöma om etableringen av skarven påverkat sjöarnas fisksamhällen. Provfiskeresultatet visar att både Roxen och Glan är mycket fiskrika trots att totalfosforhalterna sjunkit under de senaste åren. I Glan var andelen fiskätande fiskar relativt hög i fångsten vilket tyder på att fisksamhället styrs av rovfiskar. I Roxen dominerades fångsten däremot av karpfiskar och små abborrar. Fisksamhället verkar därmed vara mera kontrollerat av planktonätande fiskar.

Bottenåtsfångsterna av abborre och mört skiljer sig mellan de båda provfisketillfällena 1990 och 2001. Det fångades betydligt fler småabborrar både i Roxen och Glan år 2001 jämfört med år 1990. Det måste dock poängteras att det är svårt att dra några säkra slutsatser utifrån skillnader i provfiskefångsterna på grund av att det gått 10 år mellan provfiskena, temperaturförhållandena skiljde sig mellan åren i Glan samt skillnader i provfiskemetodik 1990 och 2001.

Mellanskarven började häcka i Roxen 1992 och i Glan 1994. Ökningen var därefter mycket kraftig och i Roxen nåddes den hittills högsta tätheten 1999 medan ökningen är fortgående i Glan. Bedömningen av skarvarnas påverkan på fiskbeståndet kompliceras av att totalfosfornivåerna under de senaste tre decennierna sjunkit kraftigt i de båda sjöarna vilket kan ha påverkat produktionen av fisk. Stora variationer i fiskrekrytering och fosforivåer mellan år gör det dock svårt att för enskilda år se en tydlig koppling mellan fosforivåer och fiskbiomassa. Det finns ett mönster i fångstutvecklingen av flera arter som tyder på att skarvarna haft en underordnad betydelse bakom observerade variationer i fångster. Det faktum att fångsterna ofta uppvisar ett vågliknande mönster, och att en ”naturlig” nedgång kan sammanfalla med ökande skarvbestånd, gör det nödvändigt att bedöma orsakerna bakom fångstminskningar med data från flera sjöar.

Beräkningar visar att skarvarnas fiskuttag i Roxen och Glan under senare år sannolikt varit betydligt större än yrkesfiskets. Mot den bakgrunden borde rimligen skarven kunna påverka fiskbeståndens storlek. Det bör dock noteras att skarvens byten vanligen är mycket små jämfört med de fiskar yrkesfisket fångar. Det är svårt att avgöra hur skarvbestånden i Roxen och Glan kommer att utvecklas i framtiden då effekterna av jakt och naturlig reglering, och samverkan mellan dessa faktorer, är svårbedömda.

# 1. Inledning

Roxen och Glan ligger centralt i Motala ströms huvudfåra och sjöarna har bland annat klassats som riksintressanta för yrkesfisket. Uppgifter från yrkes- och sportfiskare gör gällande att fisksamhällena genomgått förändringar under senare år. Med anledning av detta fick Sötvattenslaboratoriet i uppdrag av Länsstyrelsen i Östergötland, Linköpings, Finspångs - och Norrköpings kommuner, Motala ströms vattenvårdsförbund samt Fiskevårdsområdesföreningarna i Roxen och Glan att provfiska sjöarna sommaren 2001. Provfisket syftade till att beskriva sjöarnas fisksamhällen, jämföra resultaten med ett tidigare provfiske 1990 samt bedöma om etableringen av skarv påverkat sjöarnas fisksamhällen. Mellanskarven började häcka i Roxen och Glan i början av 1990-talet och ökningen har därefter varit mycket kraftig. Beståndsökningen, jämte den oro med vilken yrkesfiskarna ser på skarvens expansion motiverar en närmare analys av skarvens inverkan på fiskbestånden och fisket i de båda sjöarna.

## 2. Material och metoder

### 2.1 Provfiskemetodik

Provfisket år 2001 följde den standardiserade provfiskemetodik som beskrivs i Kinnerbäck (2001) och i Handboken för miljöövervakning (Naturvårdsverkets hemsida, [www.environ.se](http://www.environ.se)). Provfiskemetodiken lämpar sig bäst för sjöar som är mindre än 5000 hektar eftersom det krävs så stora nätinsatser att provfisket blir svårt att genomföra i större sjöar. Istället rekommenderas att stora sjöar delas in i bassänger i vilka det utförs separata provfisken. Nätansträngningen bestäms av ytan och maxdjupet i bassängen. Roxen och Glan är till ytan relativt stora och grunda insjöar (från Roxen). Det finns få avgränsade bassänger och fisket bedömdes därför kunna genomföras med ett provfiske för hela sjön i båda sjöarna.

Vid ett standardiserat provfiske inhämtas information om fisksamhällets artsammansättning, arternas relativa täthet och biomassa, de enskilda arternas beståndsstruktur och längdsammansättning för hela den provfiskade sjön. Standardiserad metodik utgör grunden för de slutsatser som kan genereras via provfisken och gör det möjligt att jämföra resultatet med andra provfisken både från samma sjö och från andra provfiskade sjöar.

### **Skillnad i metodik mellan provfiskena 1990 och 2001 i Roxen och Glan**

I både Roxen och Glan genomfördes provfisken år 1990. Provfiskena 1990 utfördes dock inte på samma sätt som år 2001. Totala antalet nät och nätfördelningen i resp. djupzon följde inte dagens standard. Flera av näten fiskades dessutom kopplade vilket inte dagens metodik tillåter. Vid provfisket 1990 användes två äldre typer av översiktsnät som inte används idag; s k Drottningholm 12- och Drottningholm 14 nät. Drottningholm 12 näten har 12 olika sektioner med maskstorlekar som varierar mellan 10 och 75 mm stolplängd. Drottningholm 14 näten innehåller 14 olika sektioner med maskstorlekar mellan 6,25 och 75 mm stolplängd. De översiktsnät som numera används, de s k nordiska näten, innehåller 12 sektioner med maskstorlekar mellan 5 och 55 mm maskstolpe.

Detta innebär att framförallt små fiskar blir underrepresenterade i Drottningholm 12 näten jämfört med dagens Nordiska nät. I Drottningholm 14 näten fångades i regel lite mindre fisk än i de nya Nordennäten. För de vanligaste arterna, dvs. abborre och mört finns framtagna omräkningsfaktorer för att anpassa fångsten till nordiska nät (Kinnerbäck 2001).

För att kunna jämföra resultaten mellan provfiskena 1990 och 2001 krävs att fångsten från 1990 räknas om för att representera fångsten i Nordiska nät. För detta krävs relativt stora stickprov av resp. art vid båda provfisketillfällena. I Roxen och Glan går detta att göra för arterna abborre, mört och gers. För övriga arter är stickproven alltför små.

## 2.2 Bedömningsgrunder för miljökvalitet

För att underlätta analyser av de resultat som erhålls från miljöundersökningar har i Naturvårdsverkets regi utarbetats Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Som ett led i arbetet med bedömningsgrunderna har Sötvattenslaboratoriet utvecklat ett system för att bedöma tillstånd och påverkan på svenska fiskesamhällen (Appelberg et al. 1999, Naturvårdsverket 1999). Med hjälp av ett index, kallat FIX (svenskt fiskindex), är det meningen att en bedömning med avseende på exempelvis försurning, eutrofiering eller annan miljöpåverkan ska kunna göras med hjälp av fisk. För att indexet skall kunna användas fullt ut krävs att provfisket utförs med standardiserad metodik (Appelberg 1999).

För att svara mot de faktorer som påverkar fiskartsammansättningen och det ekologiska samspelet mellan fiskarter har nio variabler utvalts att ingå i fiskindexet (Tabell 2.2.1).

*Tabell 2.2.1. De nio variablerna som ingår i FIX. Den kursiverade beteckningen utgör variabelns namn i figurerna i rapporten.*

- 
1. Antal naturligt förekommande arter (*Antal arter*)
  2. Artdiversitet av naturligt förekommande arter (Shannon-Wieners H') (*Diversitet*)
  3. Relativ biomassa av naturligt förekommande arter (*Biomassa*)
  4. Relativt antal individer av naturligt förekommande arter (*Antal individer*)
  5. Andel cyprinider (karpfiskar) av den totala fångsten baserad på biomassa (*Andel karpfiskar*)
  6. Andel fiskätande percider (abborrfiskar) av de totala fångsten baserad på biomassa (*Fiskätande fiskar*)
  7. Förekomst av försurningskänsliga arter och stadier (*Försurning*)
  8. Andel biomassa av arter tåliga mot låga syrgashalter (*Syrebrist*)
  9. Andel biomassa av främmande arter (*Främmande arter*)
- 

Vid bedömningen av respektive indikatorvariabel jämförs det uppmätta värdet med ett jämförelsevärde. Jämförelsevärdena beräknas som enkla samband mellan indikatorn och de mest betydelsefulla omgivningsvariablerna (Appelberg et al. 1999). Då jämförelsevärdena är beräknade med hjälp av provfiskedata från Sötvattenslaboratoriets databas för sjöprovfisken speglar de tillståndet för svensk fiskfauna i relativt små näringsfattiga sjöar under mitten av 1990-talet. Detta gör att jämförelsevärdet symboliserar ett 'typiskt' tillstånd istället för ett värde i 'opåverkat tillstånd'.

Klassningen av avvikelserna för varje variabel baseras på kvoten mellan uppmätt värde (provfiskeresultatet) och jämförelsevärdet. Klassningen görs mellan 1 och 5, där 1 indikerar ingen eller obetydlig avvikelse från det förväntade medan klass 5 representerar en mycket stor avvikelse från förväntat värde (Tabell 2.2.2).

Tabell 2.2.2. Klassning av avvikelsevärden i sjöar enligt FIX.

Klass	Benämning
1	Ingen eller obetydlig avvikelse
2	Liten avvikelse
3	Tydlig avvikelse
4	Stor avvikelse
5	Mycket stor avvikelse

## 2.3 Referenser

### 2.3.1. Referenssjöar belägna inom samma geografiska region som Roxen och Glan

Fisksamhällets struktur och funktion styrs av yttre faktorer (t ex temperatur, vattenflöde och näringstillgång), av biotiska faktorer (konkurrens och predation) samt förändringar över tid. I Sverige finns betydande regionala skillnader mellan olika klimatzoner och fisksamhällets tillstånd och sammansättning påverkas därför av var sjön ligger geografiskt. För att minska betydelsen av detta begränsas urvalet av referenssjöar till Roxen och Glan till sjöar från områden med liknande yttre förutsättningar. Området valdes ut efter den regionindelning av Sverige som tagits fram inför förslaget till typindelning av vattendrag som skall göras under våren 2002 (fig.1) (SLU m fl 2002). Som referensmaterial till Roxen och Glan valdes sjöar belägna inom område 6, d v s sjöar i södra Sverige belägna i avrinningsområden som mynnar i Östersjön. Ett ytterligare krav var att sjöarna skulle ligga under Högsta kustlinjen.

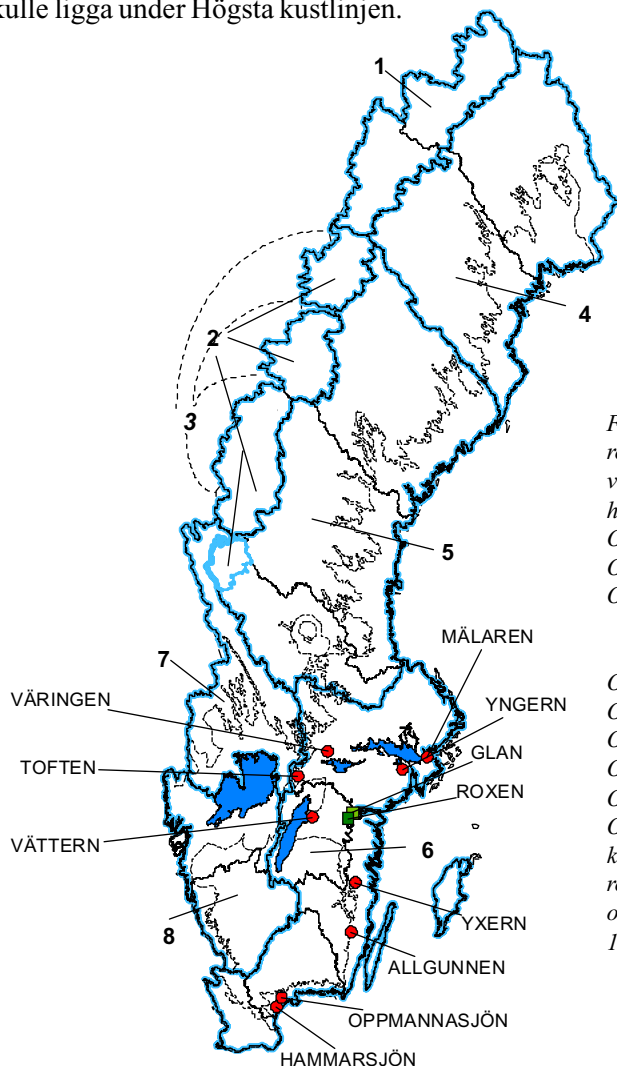


Fig.1. Sötvattenslaboratoriets förslag till regionindelning för typindelning av sjöar och rinnande vatten för Vattendirektivet. Streckat område är under högsta kustlinjen.

Område 1- Norra fjällkedjan  
 Område 2- Södra fjällkedjan  
 Område 3- Fjällområden rinnande västerut(här sammanslagna med område 2)

Område 4- Norra norrland  
 Område 5- Södra Norrland  
 Område 6- Sydöstra Sverige  
 Område 7- Norra Vänerregionen  
 Område 8- Sydvästra Sverige

Områdena delas också in i över och under högsta kustlinjen vilket totalt ger 12 regioner. De nio referenssjöarna till Roxen och Glan ligger inom område 6 under högsta kustlinjen och är större än 1000 hektar.

Från området fanns vid analystillfället totalt 294 provfiskade sjöar i Sötvattenslaboratoriets databas för sjöprovfisken. Eftersom artsammansättningen och fiskesamhällets tillstånd i hög grad bestäms av sjöns yta och djup togs endast sjöar större än 1000 hektar med i referensmaterialet. Då referenserna skall användas till beräkningar av bland annat relativ fiskmängd är det ett krav att fisket antingen klassats som standardiserat eller som ett inventeringsfiske. Det finns sammanlagt nio sjöar (exkl. Roxen och Glan) större än 1000 hektar i regionen som provfiskats antingen med standardiserad eller inventeringsmetodik (fig. 1). Dessa nio sjöar används som referensmaterial för variablerna antal fiskar, biomassa, andel fiskätande fiskar och andel karpfiskar (tabell 1, A).

Diverstitetsindex är i första hand beroende på antalet fiskarter i sjön och omgivningsfaktorer som sjöns djup och höjd över havet har endast marginell betydelse (Appelberg m fl. 1999). Därför togs alla sjöar i regionen som provfiskats med antingen standardiserad eller inventeringsmetodik med i beräkningarna (medel + standardavvikelse), totalt 201 sjöar (tabell 1, B).

År 1996 genomfördes en omfattande enkätundersökning om fiskartsförekomsten i svenska sjöar, den s k Riksfiskinventeringen (Ridderborg & Appelberg 1997). I Riksfiskinventeringen finns uppgifter om fiskartsförekomsten i 21 sjöar större än 1000 hektar i regionen. Kombinerar detta med data från sjöprovfisken finns 26 sjöar större än 1000 hektar i regionen (oberoende av maxdjup) som antingen provfiskats eller ingår i Riksfiskinventeringen. Några sjöar förekommer både i databasen och i Riksfiskinventeringen och för dessa sjöar räknas provfiskeresultatet. Detta material utgör ett referensvärde (medel + standardavvikelse) enbart för antalet arter (tabell 1, C).

### 2.3.2. Näringsrika och näringsfattiga referenssjöar

För många sjöar som ingick i Riksfiskinventeringen hade även flera vattenkemiska parametrar analyserats, däribland fosfor (Wilander et al. 1998). Totalfosforhalten indikerar trofigraden i en sjö och en låg fosforhalt i vattnet tyder på att sjön är näringsfattig medan en hög halt indikerar att sjön är näringsrik. Med hjälp av Sötvattenslaboratoriets databas över sjöprovfisken, Riksfiskinventeringen och Riksinventeringens insamlade vattenkemidata gjordes ett urval av sjöar som både provfiskats med standardiserad metodik och där det fanns uppgifter om totalfosforhalten i vattnet. Därefter kategoriserades sjöarna antingen som näringsfattiga (totalfosforhalt <12.5 µg/l) eller näringsrika (totalfosforhalt >50 µg/l). Klassificeringen baseras på Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999). Därefter beräknades fångsten per ansträngning för det senast utförda provfisket i varje sjö inom respektive kategori. Medelvärde och standardavvikelsen för näringsfattiga respektive näringsrika sjöar användes sedan som referens till provfiskeresultatet i Roxen och Glan. Ingen hänsyn togs till sjöstorlek. Totalt ingår 67 näringsfattiga och fyra näringsrika sjöar i beräkningarna.

Tabell 1. Lista på de olika referenser som används i rapporten.

	Urvalskriterier	Antal sjöar	Variabler
A	Provfisken i sjöar större än 1000 ha i regionen	9	Antal, vikt, andel fiskätande abborrfiskar, andel karpfiskar
B	Provfisken i alla sjöar i regionen, oberoende av sjöstorlek	201	Diversitet
C	Riksfiskinventeringen+Provfisken (sjöar < 1000 ha i regionen)	26	Antal arter
D	Bedömningsgrunder (se kap. 2.2)		Antal arter, diversitet, antal, vikt, andel fiskätande abborrfiskar, andel karpfiskar, försurning, syrebrist, främmande arter

# 3. Resultat

## 3.1 Roxen

### Antal arter

Vid provfisket år 2001 fångades 13 arter; abborre, benlöja, björkna, braxen, gers, gös, lake, mört, nors, sarv siklöja, stensimpa och vimma (Appendix s. 31). Referensvärdet för sjöar större än 1000 hektar i regionen är ca 13 arter och jämförvärdet i bedömningsgrunderna drygt 20 arter (fig. 3.1.1).

### Artdiversitet (Shannons H')

I Roxen dominerades fångsten i botten näten i huvudsak av tre arter; abborre, mört och gers (Appendix s. 31). Fångsten av övriga arter var sparsam. Artdiversiteten var därför relativt låg i sjön (fig. 3.1.2).

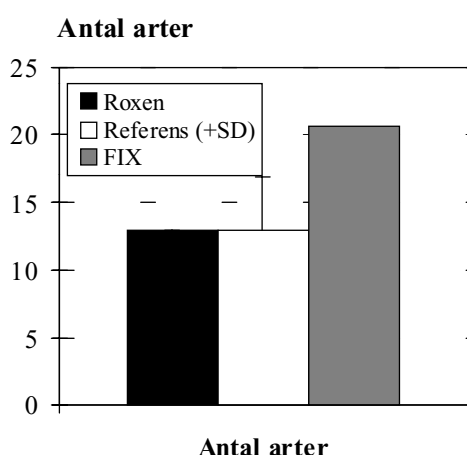


Fig. 3.1.1 Antal fångade arter i Roxen, medelvärdet för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX)

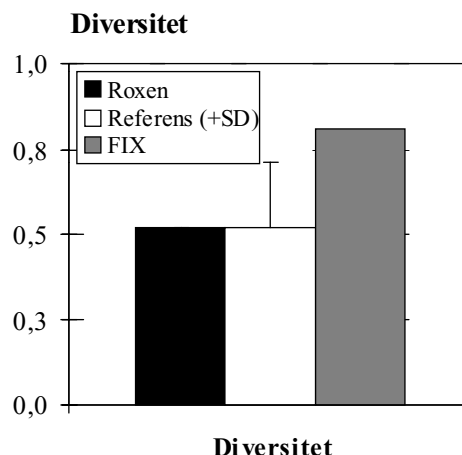


Fig. 3.1.2 Artdiversiteten i Roxen, medelvärdet för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX)

### Antal fångade individer och biomassa

I antal dominerades fångsten i botten näten starkt av abborre, och då främst av individer under 10 cm (fig. 3.1.6). I vikt var fångsten mer jämnt fördelad mellan abborre och mört. Fångsten var även relativt jämnt fördelad mellan djupzonerna (Appendix s. 31) vilket tyder på att fisken uppehåller sig i hela sjöns vattenmassa. Den pelagiska fångsten utgjordes till största delen av abborre och mört men även siklöja utgjorde en betydande del (Appendix s. 31). Sjön är förhållandevis grund och sannolikt finns därför inget utpräglat pelagiskt fiskesamhälle i sjön.

Sjön är mycket fiskrik. Fångsten per botten nätsansträngning vid provfisket 2001 var i antal 395 fiskar per nät och i vikt 5548 kg. Fångsten i Roxen var därmed betydligt högre både i antal och vikt än genomsnittet i de näringsrika referenssjöarna (fig. 3.1.3). Fångsten var också högre jämfört med referensvärdet och jämförvärdet enligt bedömningsgrunderna (fig. 3.1.4 och 3.1.5).

**Antal och vikt (g) (+SD) per bottennäts ansträngning**

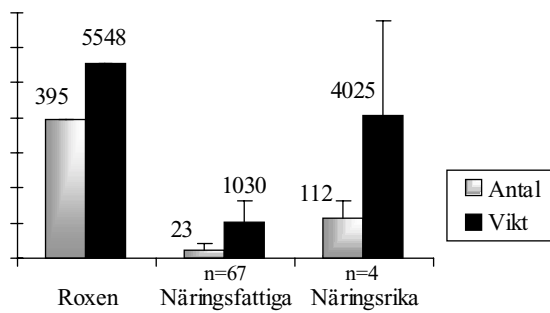


Fig. 3.1.3 Fångst per ansträngning i Roxen i förhållande till genomsnittet i näringsfattiga (n=67) och näringsrika (n=4) sjöar.

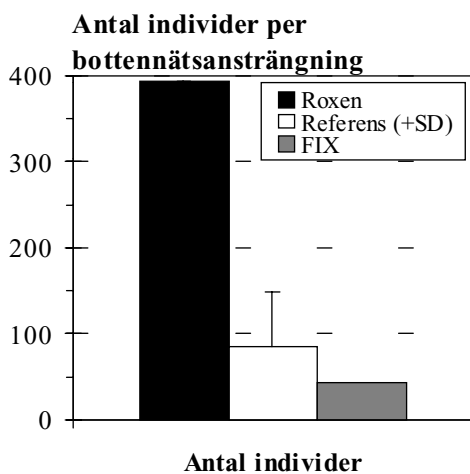


Fig. 3.1.4 Antal fångade individer i Roxen, medelvärde för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FLX).

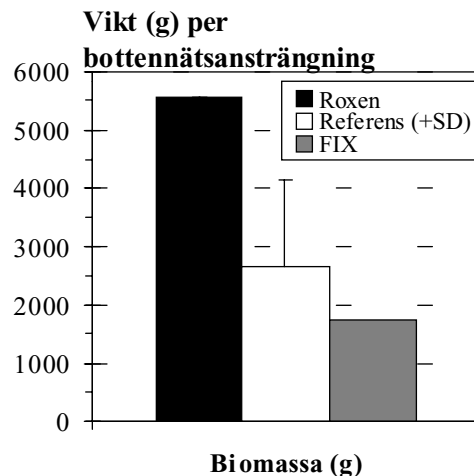


Fig. 3.1.5 Vikt per ansträngning i Roxen, medelvärde för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FLX).

**Fisksamhällets sammansättning**

Det fångades rikligt med små individer av både abborre och mört och rekryteringen av unga fiskar verkar vara kraftig i sjön (fig. 3.1.6). Det förefaller dock som om relativt få abborrar når potentiellt fiskätande storlek, d v s över 15 cm. Andelen fiskätande abborrfiskar (gös och abborre) var ungefär 18% i fångsten, något lägre än referensvärdet och ungefär lika mycket som jämförelsevärde i bedömningsgrunderna. Variationen mellan referenssjöarna var dock stor (fig. 3.1.7). Rovfiskarna utgörs i huvudsak av de abborrar som når fiskätande storlek och av gädda (fångades ej vid provfisket 2001). Gös förekommer men beståndet är antagligen svagt eftersom det endast fångades 10 fiskar. De flesta av dessa fiskar var under 10 cm och var därför sannolikt årsungar (fig. 3.1.6). Andelen karpfiskar (mört, braxen, benlöja, björkna, sarv och sutare, vimma) var 46%, något lägre än både referensvärdet och jämförelsevärde i bedömningsgrunderna (fig. 3.1.8).

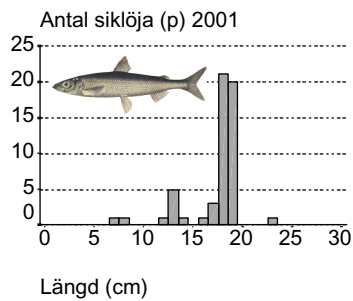
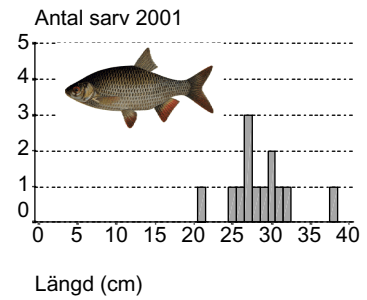
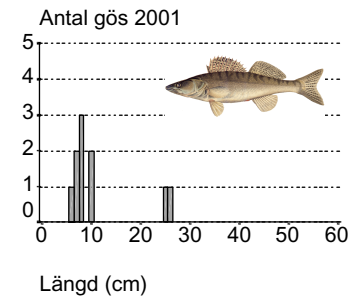
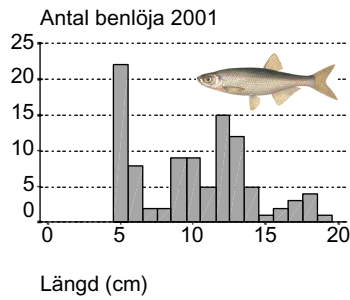
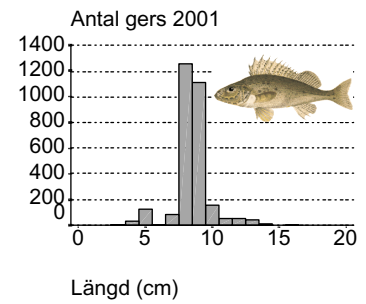
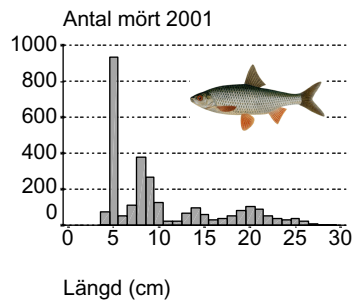
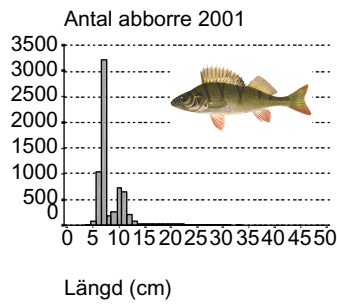


Fig. 3.1.6. Storleksfördelningen hos abborre, mört, gers, benlöja, gös och sarv vid provfiske år 2001. Storleksfördelningen hos siklöja är från fångsten i de pelagiska näten (p).

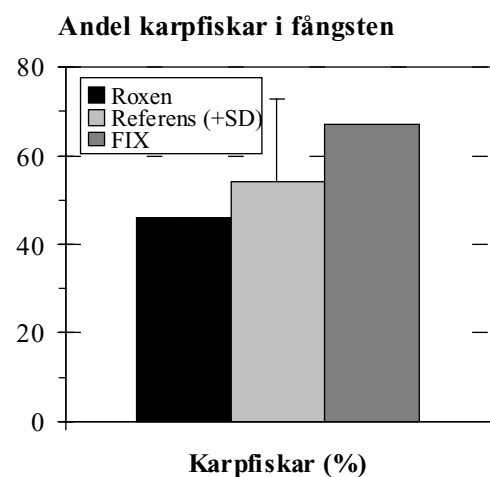
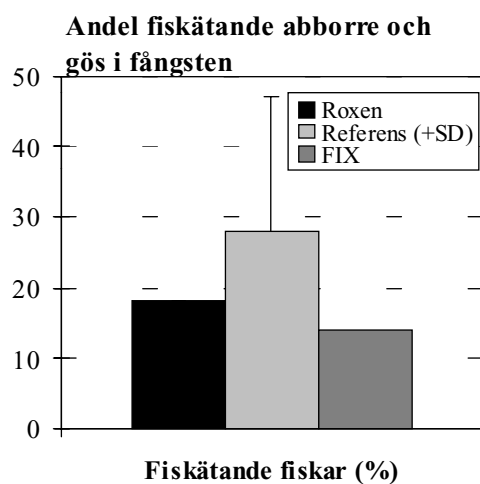


Fig. 3.1.7 Andel fiskätande fiskar i fångsten i Roxen, medelvärde för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX).

Fig. 3.1.8 Andel karpfiskar i fångsten i Roxen, medelvärdet för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX).

### Bedömning av hela provfiskeresultatet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder

I Roxen klassades det sammanvägda fiskindexet som 3 och fångsten avvek därmed från det förväntade (fig.3.1.9). Antalet individer (klass 5) och biomassan (klass 4) var mycket högre än förväntat. Andelen karpfiskar var hög och andelen fiskätande fiskar var låg. Detta är dock vad man kan förvänta i en sjö med så stor fiskbiomassa som i Roxen. Avvikelseerna enligt bedömningsgrunderna är typiska för näringsrika sjöar vilket tyder på att fiskbeståndet är påverkat av eutrofiering. Detta stämmer väl överens med övriga analyser.

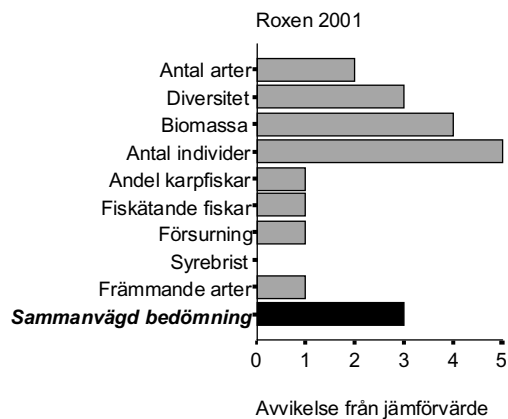


Fig. 3.1.9. Klassificering av provfiskeresultatet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. 1=ingen eller obetydlig avvikelse, 2=liten avvikelse, 3=tydlig avvikelse, 4=stor avvikelse och 5=mycket stor avvikelse från förväntade värden.

### Resultat 1990 och 2001

Omräkning av provfiskefångsten från 1990 till nordiska nät visar att fångsterna av abborre skiljer sig mellan åren. Antalet abborrar var betydligt högre vid 2001 års provfiske jämfört med fisket år 1990 (fig. 3.1.10). Skillnaden var att det fångades betydligt fler små fiskar under 12 cm vid provfisket år 2001. Samtidigt var fångsten av individer mellan 14-20 cm lägre (fig. 3.1.11). Antalet mörtar var också något högre år 2001 och liksom för abborre var fångsten av mindre individer högre än år 1990 (fig. 3.1.12). Även fångsten av gers skiljer sig något mellan åren. I antal var fångsten ungefär lika stor men år 2001 utgjordes fångsten till största delen av fiskar runt 9 cm medan andelen fiskar mindre än 9 cm och fiskar över 10 cm var större år 1990 (fig. 3.1.13).

Vid 2001 års provfiske fångades ingen nors i de pelagiska näten till skillnad från 1990 då det fångades 207 norsar (Hamrin 1990).

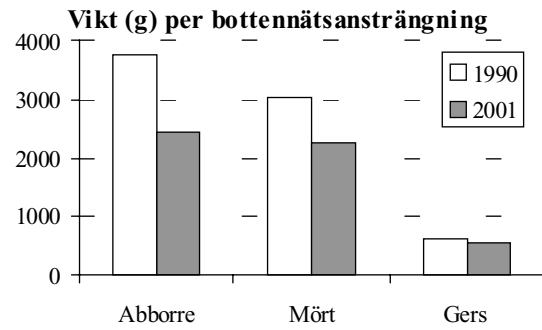
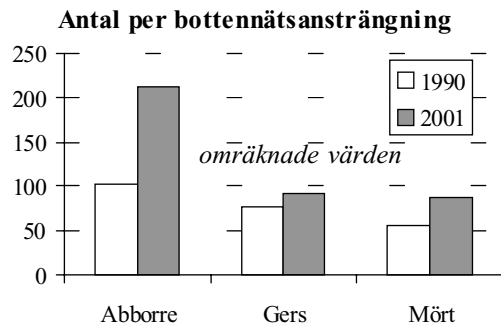


Fig. 3.1.10 Antal och vikt per bottenfångst vid provfiskena 1990 och 2001. Antal individer är omräknade till fångst i nordiska nät.

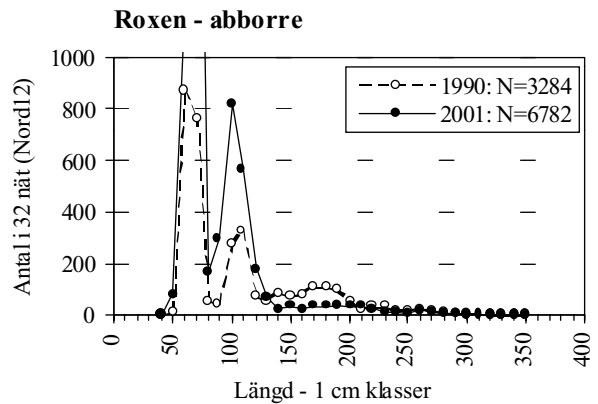
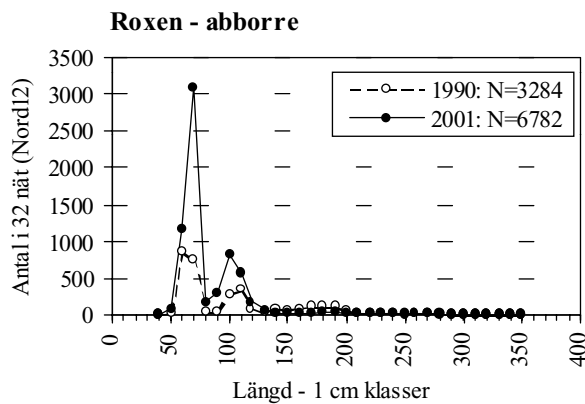


Fig. 3.1.11 Antal abborrar vid provfiskena 1990 och 2001 omräknade till fångst i nordiska nät. Eftersom fångsten år 2001 starkt dominerades av fiskar mindre än 10 cm har skalan i figuren till höger ändrats för att lättare illustrera storleksklasserna över 10 cm.

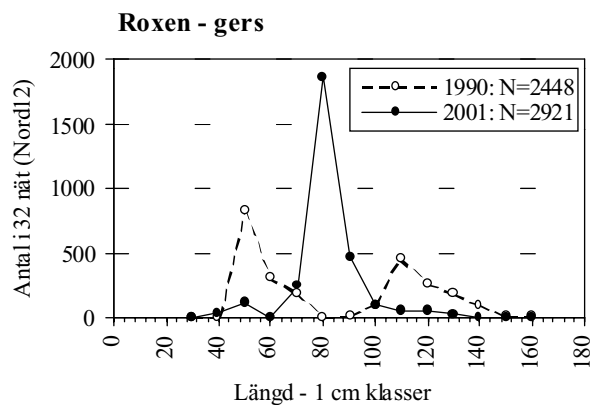
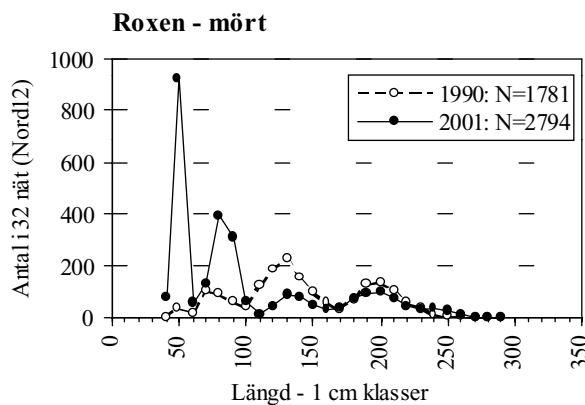


Fig. 3.1.12 Antal mörtar vid provfiskena 1990 och 2001 omräknade till fångst i nordiska nät.

Fig. 3.1.13 Antal gersar vid provfiskena 1990 och 2001 omräknade till fångst i nordiska nät.

## 3.2 Glan

### Antal arter

Vid provfisket år 2001 fångades 13 arter; abborre, asp, benlöja, björkna, braxen, gers, gädda, gös, mört, nors, sarv, siklöja och sutare (Appendix s. x). Referensvärdet för sjöar större än 1000 hektar i regionen är ca 13 arter och jämförelsevärdet i bedömningsgrunderna är knappt 20 arter (fig. 3.2.1).

### Artdiversitet

I vikt var botten näts fångsten tämligen jämnt fördelad mellan abborre och mört (Appendix s. 32), och björkna, braxen och gös utgjorde en tämligen stor del. Diversiteten var därför förhållandevis hög i Glan (fig. 3.2.2).

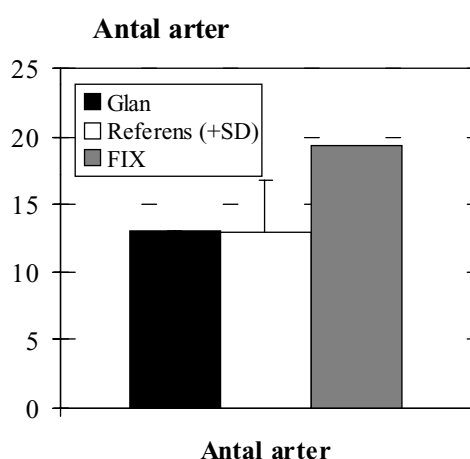


Fig. 3.2.1 Antal fångade arter i Glan, medelvärdet för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärdet enligt bedömningsgrunderna (FIX)

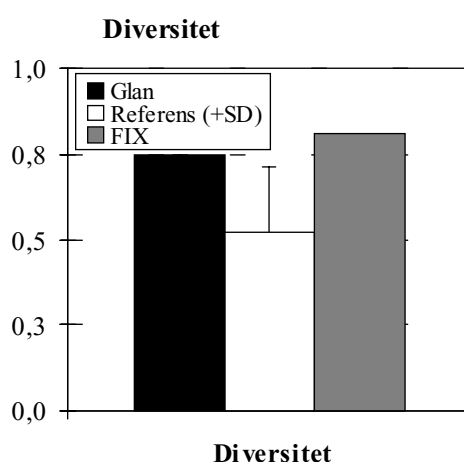


Fig. 3.2.2 Artdiversiteten i Glan, medelvärdet för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärdet enligt bedömningsgrunderna (FIX)

### Antal fångade individer och biomassa

I antal dominerades fångsten av abborre, och då främst av individer under 10 cm (fig. 3.2.6). Fisksamhällets sammansättning skiljer sig tydligt mellan den pelagiska fångsten och botten näts fångsten. I antal utgjordes den pelagiska fångsten till största delen av nors (Appendix s. 32). I vikt fördelades fångsten relativt lika mellan benlöja, björkna, braxen, abborre, gös, nors och mört.

Sjön är fiskrik. Fångsten per botten näts ansträngning vid provfisket 2001 var i antal 188 fiskar per nät och i vikt 3355 g (Appendix s. 32). Fångsten i Glan var därmed något högre i antal och något lägre i vikt än genomsnittet i de näringsrika referenssjöarna (fig. 3.2.3). Fångsten var också något högre jämfört med referensvärdet och jämförelsevärdet enligt bedömningsgrunderna (fig. 3.2.4, 3.2.5).

**Antal och vikt (g) (+SD) per botte mäts ansträngning**

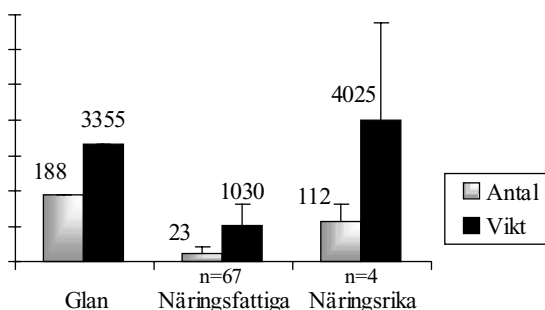


Fig. 3.2.3 Fångst per ansträngning i Glan i förhållande till genomsnittet i näringsfattiga (n=67) och näringsrika (n=4) sjöar.

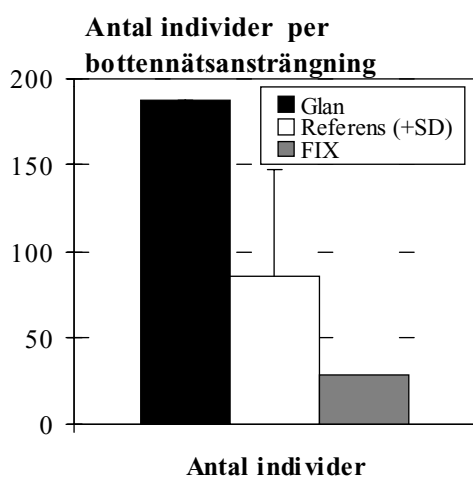


Fig. 3.2.4 Antal fångade individer vid provfisket år 2001 i Glan, medelvärdet för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX)

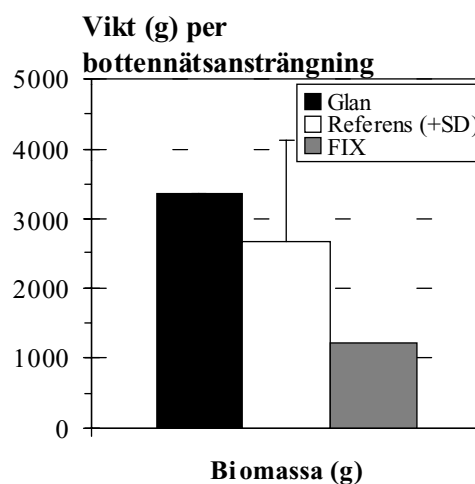


Fig. 3.2.5 Vikt per ansträngning vid provfisket år 2001 i Glan, medelvärdet för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX)

### Fisksamhällets sammansättning

Det fångades rikligt med små individer av både abborre och mört och rekryteringen av unga fiskar verkar vara mycket god i sjön (fig. 3.2.6). Det förefaller som om abborren har god möjlighet att nå potentiellt fiskätande storlek över 15 cm. Andelen potentiellt fiskätande abborrfiskar (gös och abborre) i fångsten var 30%, ungefär lika mycket som referensvärdet och jämförelsevärdet i bedömningsgrunderna. Variationen mellan referenssjöarna var dock stor (fig. 3.2.7). Andelen karpfiskar (mört, braxen, benlöja, björkna, sarv och sutare) var 49%, ungefär lika som referensvärdet och jämförelsevärdet i bedömningsgrunderna (fig. 3.2.8).

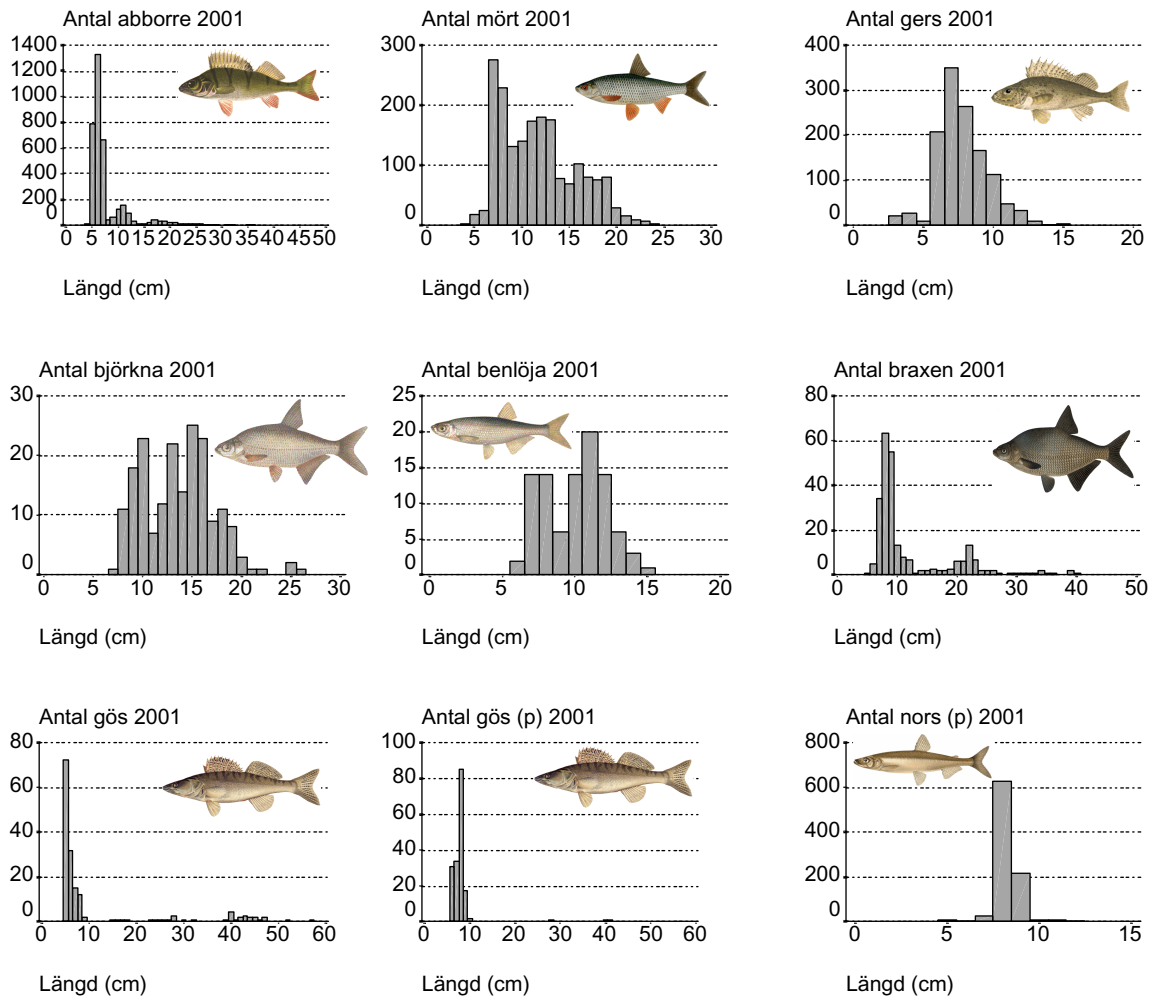


Fig. 3.2.6. Storleksfördelningen i bottennätsfångsten hos abborre, mört, gers, björkna, benlöja, braxen och gös vid provfiske år 2001. För gös och nors illustreras storleksfördelningen även i de pelagiska näten (p).

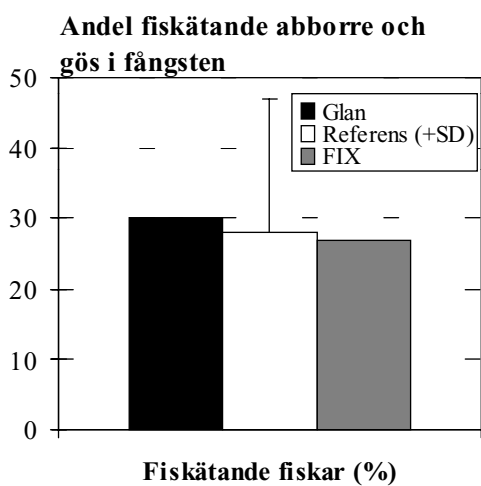


Fig. 3.2.7 Andel fiskätande fiskar i fångsten i Glan, medelvärde för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX).

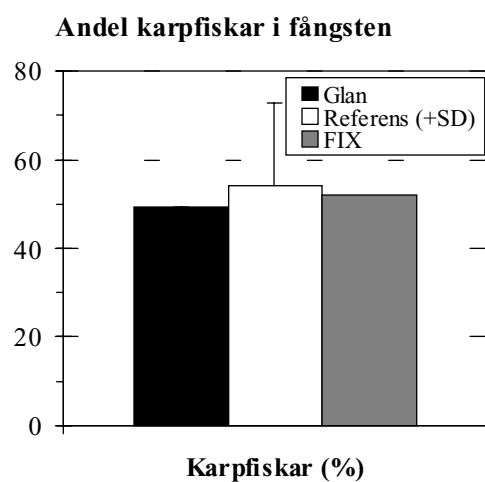


Fig. 3.2.8 Andel karpfiskar i fångsten Glan, medelvärde för nio referenssjöar i regionen samt jämförelsevärde enligt bedömningsgrunderna (FIX).

### Bedömning av provfiskeresultatet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder

I Glan klassades det sammanvägda fiskindexet som 2 och fångsten avvek därmed något från det förväntade (fig. 3.2.9). Antalet individer (klass 5) och biomassan (klass 4) var mycket högre än förväntat. Antalet fångade arter var något färre (klass 2) och diversiteten var något lägre (klass 2). Avvikelseerna enligt bedömningsgrunderna är typiska för fiskrika sjöar där fisksamhället förefaller vara reglerat av rovfiskar.

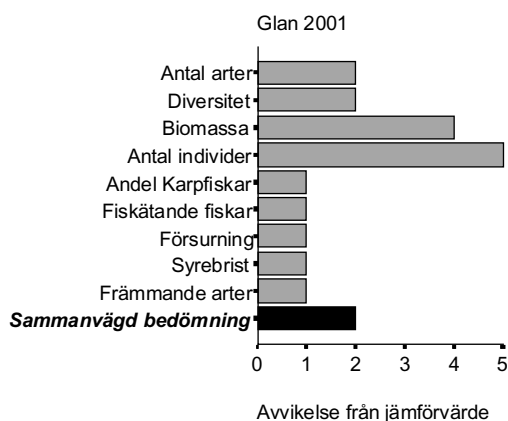


Fig. 3.2.9. Klassificering av provfiskeresultatet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. 1=ingen eller obetydlig avvikelse, 2=liten avvikelse, 3=tydlig avvikelse, 4=stor avvikelse och 5=mycket stor avvikelse från förväntade värden.

### Resultat 1990 och 2001

Omräkning av provfiskefångsten från 1990 till nordiska nät visar att fångsterna av abborre skiljer sig mellan åren. Antalet abborrar var betydligt fler år 2001 jämfört med år 1990 ( fig 3.2.10, 3.2.11.). Liksom i Roxen var fiskar under 10 cm betydligt fler i fångsten i Glan år 2001 jämfört med år 1990. Fångsten av mört och gers uppvisade liten variation mellan åren (fig. fig 3.2.12, 3.2.13).

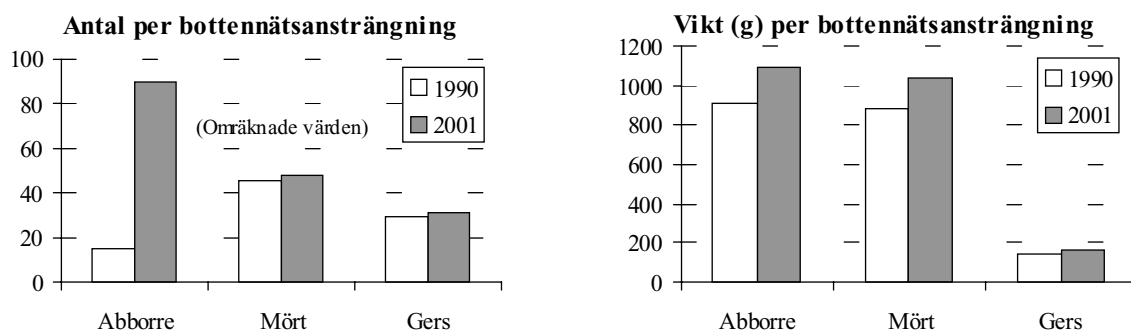


Fig. 3.2.10 Antal och vikt per bottennätsansträngning vid provfiskena 1990 och 2001. Antal individer är omräknade till fångst i nordiska nät.

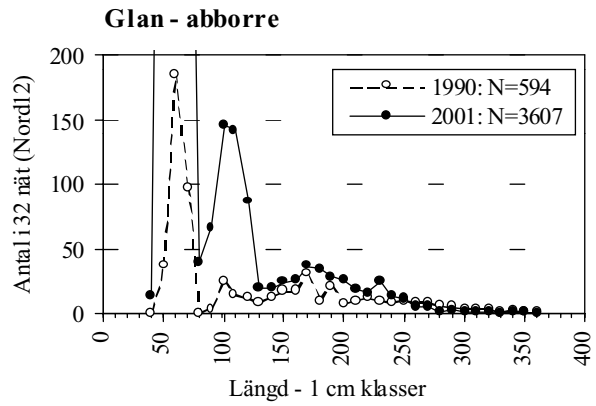
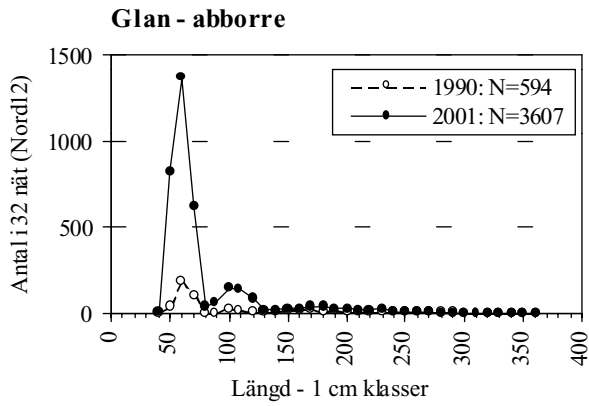


Fig. 3.2.11 Antal abborrar vid provfiskena 1990 och 2001 omräknade till fångst i nordiska nät. Eftersom fångsten år 2001 starkt dominerades av fiskar mindre än 10 cm har skalan i figuren till höger ändrats för att lättare illustrera storleksklasserna över 10 cm.

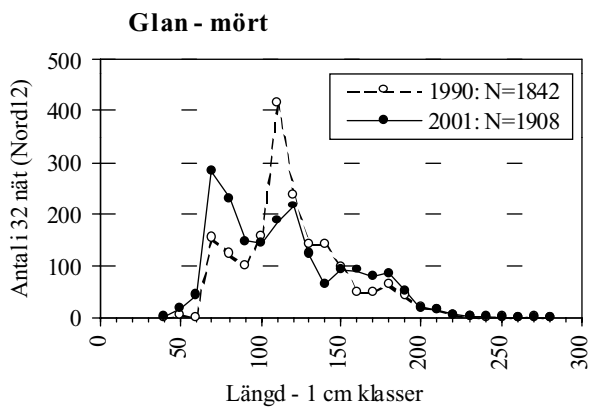


Fig. 3.2.12 Antal mörtar vid provfiskena 1990 och 2001 omräknade till fångst i nordiska nät.

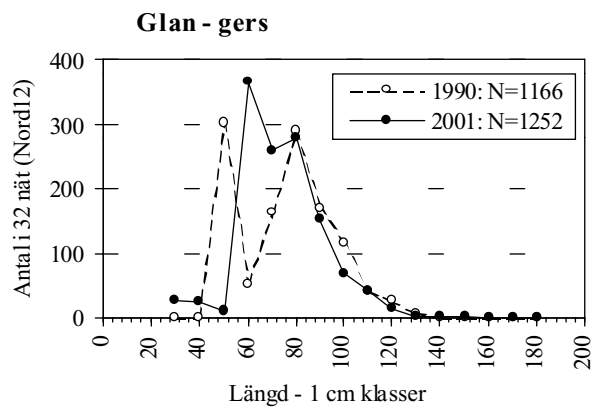


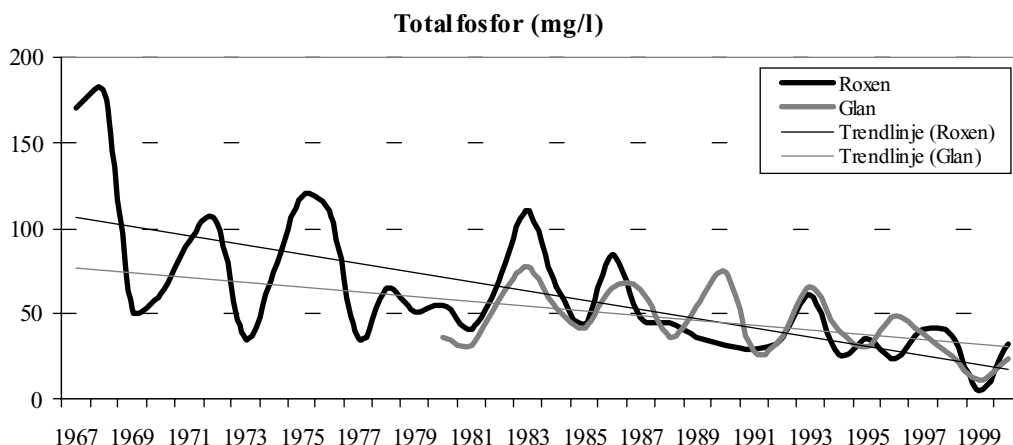
Fig. 3.2.13 Antal gers ar vid provfiskena 1990 och 2001 omräknade till fångst i nordiska nät.

## 4. Diskussion

Vid provfisket år 2001 fångades 13 arter både i Roxen och Glan. Enligt en artlista från 1992 skall det finnas 25 arter i Roxen (Björk 1990). Flera av dessa arter var inplanterade och har sannolikt aldrig haft självreproducerande bestånd i sjön. I Glan ska det enligt uppgift finnas 21 arter (Per-Erik Larson muntl.). Det är därför uppenbart att flera arter som finns i sjöarna inte fångades vid provfisket. Vissa arter är genom sitt beteende och/eller form svåra att fånga i nät, t ex gädda som ofta är stillastående eller simpor, ål, nejonögon och lake som i regel lever nära botten. Dessa arter blir ofta underrepresenterade vid provfiske. Dessutom kan fiskarter som förekommer relativt sparsamt utebli i fångsten vid enstaka provfisketillfällen.

Antalet fångade arter vid provfiskena i Roxen och Glan stämmer väl överens med referensvärdet för sjöar större än 1000 hektar i regionen (ca 13). Däremot liknar jämförelsevärdet i bedömningsgrunderna (ca 21) mer det ”verkliga” artantalet i sjöarna. Jämförelsevärdet i bedömningsgrunderna baseras enbart på enkätundersökningar (Appelberg m fl 1999) medan referensvärdet för sjöar i regionen baseras både på provfiskeresultat och enkätundersökningar. För sjöar som både provfiskats och som fanns med i enkätundersökningen angavs ofta i enkätundersökningen att det förekom fler arter än vad som fångades vid nätprovfiske. Detta beror sannolikt på att alla arter som förekommer i sjön inte fångades vid provfisket. Det är också möjligt att enkätundersökningen överskattat artantalet i sjön och fiskarter som tros finnas i sjön i själva verket saknas. Stora sjöar som Roxen och Glan, som dessutom ligger långt ner i avrinningsområdet tämligen nära havet, kan förväntas hysa många fiskarter. Flera av arterna (asp och nissöga i Roxen, asp och färna i Glan) finns uppsatta på den svenska Rödlistan för hotade arter i Sverige (Gärdenfors 2000). Aspen är klassad som ”sårbar” medan nissöga och färna är klassad som ”missgynnad”.

Artdiversiteten beskriver hur mängden fisk av olika arter förhåller sig till varandra. Ett högt mått på diversiteten indikerar att arterna är jämnt fördelade medan ett lågt värde tvärtom indikerar att fisksamhället domineras av en eller ett fåtal arter. I en sjö påverkad av någon miljöstörning kan man förvänta att diversiteten sjunker som en följd av att miljöstörningar kortsiktigt kan gynna vissa fiskarter. Till exempel klarar abborre och gädda förurning bättre än mört och braxen medan mört, braxen och andra karpfiskar gynnas i näringsrika sjöar på bekostnad av rovfiskar. Den relativt låga diversiteten i Roxen beror på att fisksamhället starkt domineras av små abborrar och mört medan andelen rovfiskar är låg. I Glan är däremot andelen rovfiskar större och fördelningen mellan arterna mer jämn i fångsten.



Figur 4.1. Totalfosfornivåer i Roxen och Glan 1967-2000. Data från Håkan Olsson.

Både Roxen och Glan är mycket fiskrika och fångsterna är i nivå med de relativt få näringsrika sjöar som finns i provfiskedatabasen (fig. 3.1.3 och fig. 3.2.3). I särskilt Roxen var antalet fångade individer mycket högt. Fiskproduktionen är sannolikt hög i båda sjöarna trots att totalfosforhalten sjunkit under en följd av år både i Roxen och Glan (fig. 4.1). Totalfosforhalten är dock fortfarande måttligt höga till höga enligt bedömningen av tillstånd i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

Bottennätsfångsterna av abborre och mört skiljer sig mellan de båda provfisketillfällena 1990 och 2001. Det fångades betydligt fler småabborrar både i Roxen och Glan år 2001 jämfört med år 1990. Det bör dock beaktas att det har förflutit 10 år mellan provfisketillfällena vilket gör att tolkningen av skillnaden blir osäker. Trots att fångsterna korrigerats kan skillnaden i fångsterna åtminstone till viss del bero på nättypen. Rekryteringen av abborre och mört kan även varit betydligt starkare sommaren 2001 jämfört med år 1990. Den naturliga variationen av rekrytering och dominansförhållanden mellan olika fiskarter kan vara stor mellan år. Normalt varierar även fångsterna i samma sjö mellan provfisken från olika år. För att bilda sig en uppfattning om hur provfiskefångsterna skiftar i en sjö med liknande näringsstatus som Roxen och Glan undersöktes hur provfiskefångsterna varierat mellan olika år i Krageholmssjön, en sjö som provfiskats regelbundet under senare delen av 1990-talet. Resultatet visar att skillnaden i fångsterna är betydande och enstaka årsklasser kan starkt dominera fångsten vissa år (fig. 4.2). För att få en bättre bild av mellanårsvariationen i rekrytering och följa fisksamhällets utveckling i Roxen och Glan krävs därför att provfisken utförs med tätare intervall, förslagsvis vart tredje år. Dessutom kan åldersanalyser utgöra en viktig pusselbit för att bedöma rekrytering och tillväxt. Därför rekommenderas att åldersprover tas vid nästa provfisketillfälle.

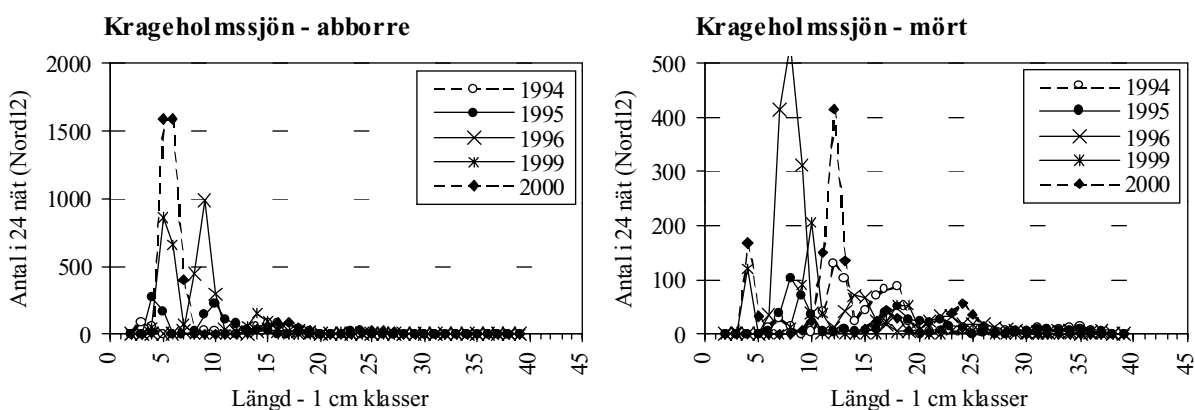


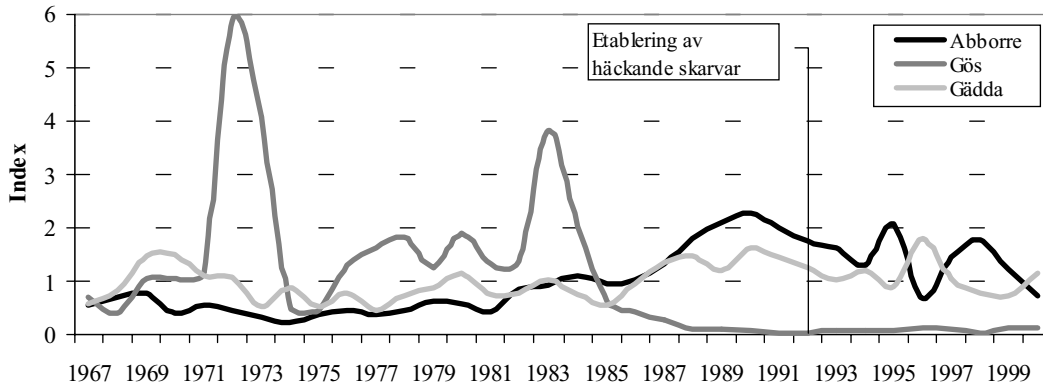
Fig. 4.2 Antal per ansträngning av abborre och mört vid standardiserade provfisken i Krageholmssjön.

Nätfiske är en passiv metod och därför påverkas resultatet av fiskarnas aktivitet. Fiskars aktivitet och beteende styrs i hög grad av vattentemperaturen (Neumann 1974, 1979, Degerman m fl. 1992) och fångstens mängd och sammansättning kan därför starkt påverkas av vattentemperaturen. För att minimera mellanårsvariationer som beror av fiskarnas aktivitet är det därför viktigt att provfisket utförs vid ungefär samma tidpunkt varje år. Enligt den standardiserade metodiken skall provfisket ske under senare delen av juli och i augusti (Kinnerbäck 2001). I Roxen utfördes provfisket 1990 och 2001 i slutet av augusti och sannolikt var vattentemperaturen ungefär densamma båda åren. I Glan utfördes provfisket år 2001 i mitten av augusti medan fisket 1990 genomfördes i slutet av september (17/9-2/10). Temperaturdata från Borgs vattenverk som ligger i Motala ström ca 3 km nedströms Glan, visar att temperaturen sjönk från 15 till 11°C vid tidpunkten för provfisket 1990. År 2001 var ytvattentemperaturen 19°C när fisket genomfördes. Den lägre vattentemperaturen kan därför vara en starkt bidragande orsak till att fångsten av abborre i Glan var lägre år 1990 jämfört med år 2001.

Storleksfördelningen hos fångsten av abborre kan ge information om fisksamhället i en sjö är rovfiskreglerat eller styrs av planktonätande fiskar. I regel genomgår abborren tre olika utvecklingsstadier under sin levnad. Som yngel äter den i första hand djurplankton för att vid något större storlek börja äta bottendjur. När fisken vuxit till ungefär 12-15 cm börjar den alltmer övergå till fiskdiet och vid större storlekar än 20 cm består dieten till största delen av fisk. Abborren är en tämligen konkurrenskänslig fiskart och beroende på näringstillgång och konkurrens från det övriga fiskbeståndet, kan steget till att växa sig tillräckligt stor för att i huvudsak äta fisk vara trögt. Ofta uppstår detta fenomen i näringsrika sjöar eftersom karpfiskar som mört och braxen är effektivare på att både äta plankton och bottendjur än abborre. I den typen av sjöar är inomartkonkurrensen stor och predationstrycket från rovfiskar relativt lågt. Merparten av abborrarna är därför mindre än 15 cm och fisksamhället domineras av mycket talrika bestånd av småabborre och karpfiskar. I ett system som istället är rovfiskreglerat är biomassan av fiskätande fiskar så hög att rovfiskar kan kontrollera mängden småfisk genom predation. I den rovfiskreglerade sjön växer sig abborren relativt snabbt till fiskätande storlek och fisksamhället karaktäriseras därför av en hög andel stora abborrar över 15 cm och andelen små abborrar och karpfiskar är lägre än i en sjö som regleras av planktonätande fiskar.

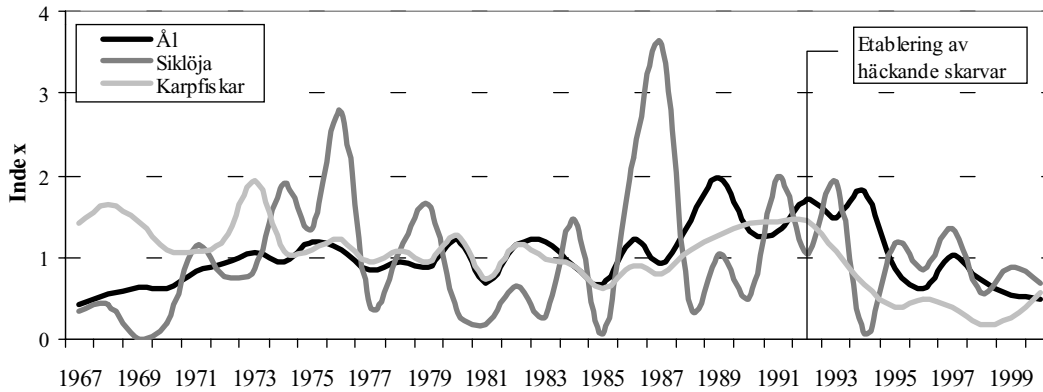
I Glan var andelen abborrar som når potentiellt fiskätande storlek relativt hög i fångsten vilket tyder på att fisksamhället styrs av rovfiskar. Det gjordes samma bedömning efter provfisket 1990 (Hamrin 1990). I Roxen var fångsten av stora potentiellt fiskätande abborrar låg medan karpfiskar och små abborrar utgjorde en hög andel. Fisksamhället förefaller därmed vara mera kontrollerat av planktonätande fiskar. Andelen fiskätande abborrar var dessutom lägre vid provfisket år 2001 jämfört med provfisket 1990. Efter provfisket 1990 gjordes en bedömning att sjön var rovfiskreglerad men kanske var på väg mot ett system reglerat av planktonätande fisk (Hamrin 1990). Det förefaller som om fisksamhället förskjutits mot ett karpfiskreglerat system under 1990-talet.

### Yrkesfiskestatistik i Roxen



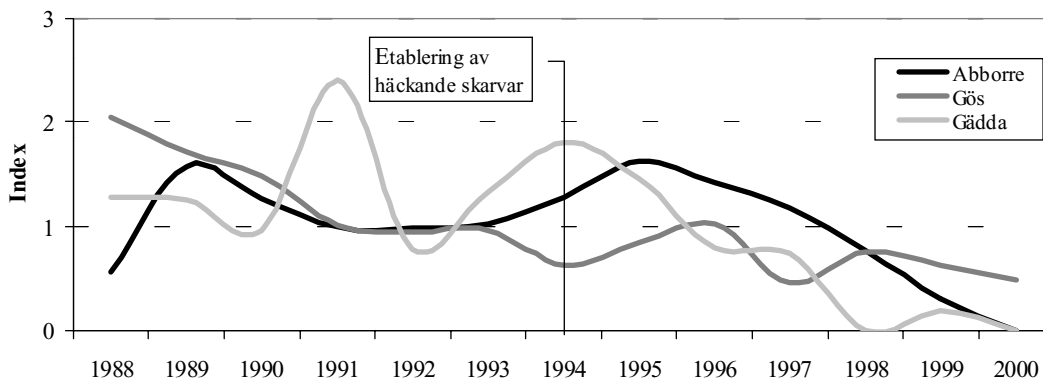
a)

### Yrkesfiskestatistik i Roxen



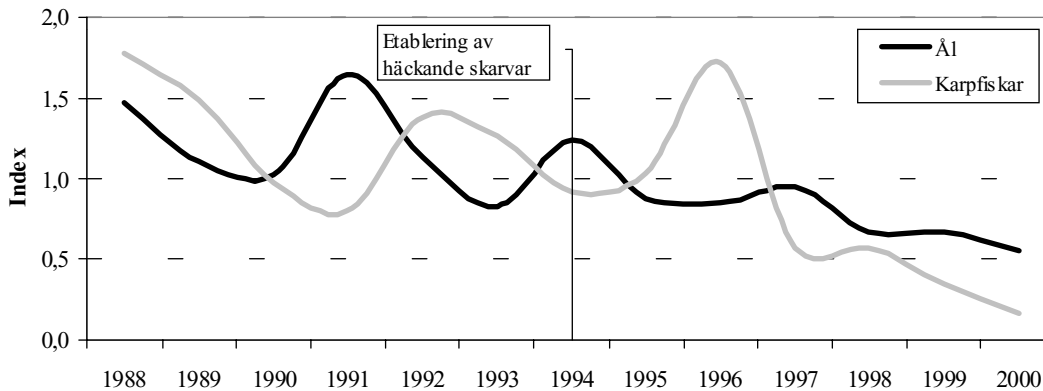
b)

### Yrkesfiskestatistik i Glan



c)

### Yrkesfiskestatistik i Glan



d)

Fig. 4.3 a-d. Standardiserade värden på yrkesfiskets fångster i Roxen och Glan. Värdena på fångsterna har standardiserats, vilket innebär att fångsterna av olika arter inte kan jämföras. Till exempel är den faktiska fångsten av siklöja i Roxen mycket liten i förhållande till fångsten av karpfisk.

Enligt statistik från yrkesfisket minskade fångsterna av gös kraftigt i Roxen i mitten 1980-talet och fångsterna har därefter varit mycket låga (fig 4.3a). Gös är en fiskart som trivs i grunda, näringsrika sjöar med grumligt vatten. I takt med att fosforhalten minskat i sjön har siktdjupet förbättrats. Detta har sannolikt missgynnat gösen. När gösfångsterna minskade i yrkesfisket så ökade fångsten av abborren för att nå en "topp" runt 1990 (fig. 4.3a). Det är möjligt att abborren åtminstone till en början gynnades av att gösen minskade och fler abborrar fick möjlighet att nå fiskätande storlek. Det var också fler potentiellt fiskätande abborrar i fångsten vid 1990 års provfiske jämfört med provfisket år 2001. Under 1990-talet har yrkesfiskets fångster av abborre minskat något och är nu i nivå med fångsterna vid mitten av 1980-talet. Det finns även en tendens till att fångsterna av ål och karpfisk (mört, braxen och andra cyprinider) har minskat under 1990-talet (fig. 4.3 a och b). I Glan har yrkesfiskets fångster av abborre, gös, gädda, ål och karpfiskar minskat kraftigt sedan mitten av 1990-talet (fig. 4.3C och fig. 4.3d). Skillnaden mellan provfiskefångsterna av abborre 1990 och 2001 uppvisar dock inte samma mönster som yrkesfiskets fångster utan fångsten av abborre som nått fångstbar storlek var ungefär lika stor båda åren. Åter måste dock poängteras att det är svårt att dra några säkra slutsatser utifrån skillnader i provfiskefångsterna eftersom det gått 10 år mellan provfiskena, att temperaturförhållandena i Glan skiljde sig mellan åren samt skillnader i provfiskemetodik mellan 1990 och 2001.

Trots att Roxen är en förhållandevis grund sjö finns även utpräglade pelagiska fiskarter som nors och siklöja. Med förbehåll att det gått många år mellan provfiskena och att det användes olika typer av översiktsnät så är ändå minskningen av nors i den pelagiska fångsten värd att beakta. 1990 fångades totalt 207 norsar medan arten uteblev helt i fångsten år 2001. Det förefaller därför troligt att beståndet har minskat sedan 1990. Eftersom Roxen är en sjö vars morfologi egentligen inte passar norsen så kan små förändringar i livsmiljön få stora konsekvenser. De förändringar som skett i Roxen under 1990-talet är främst att fosforhalten minskat och att skarven har etablerat sig. Möjligen kan etableringen av skarv påverkat norsbeståndet negativt.

# 5. Skarvens inverkan på fiskbestånden och fisket i Roxen och Glan

## 5.1 Bakgrund

Mellanskarven började häcka i Roxen 1992 och i Glan 1994. Ökningen har därefter varit mycket kraftig, och i Roxen nåddes den hittills högsta tätheten 1999 (890 par), medan ökningen är fortgående i Glan (491 par år 2001). Beståndsökningen, jämte den oro med vilken yrkesfiskarna ser på skarvens expansion motiverar en närmare analys av skarvens inverkan på fiskbestånden och fisket i de båda sjöarna.

I flera europeiska länder har skarven under senaste 15-20 åren genomgått en dramatisk populationstillväxt. Bara i Sverige ökade beståndet från ca 1 800 par 1985 till ca 27 000 par år 2000. Sommarbeståndet uppgår idag till mer än 125 000 individer och skarven häckar över större delen av Södra Sverige, inklusive Östersjökusten och flertalet större sjöar. I flera områden i Södra Sverige förefaller bestånden nu vara stabila medan viss expansion fortfarande sker i flera sjöar och i nordliga kustområden (Engström 2001b).

Konflikten mellan människa och skarv kan grovt indelas i (1) bitskador och bortplockande av fisk i redskap, (2) skador uppkomna på fiskeredskap genom fåglarnas näbbar och klor, (3) förändringar av vegetationen vid skarvarnas häcknings- och viloplats samt (4) möjliga effekter på fiskbestånd. Punkterna 1-3 kan tämligen enkelt kvantifieras medan punkt 4 kräver en grundlig analys. Det bör framhållas redan här att de material som står till förfogande från Roxen och Glan, för en utvärdering av skarvens effekter på fiskbestånden, är begränsat. Det är därför inte möjligt att med data enbart utifrån två provfiskeinsatser, insamlat med tio års mellanrum, dra långtgående slutsatser av om skarvens effekter på fiskbestånden. Studier av skarvpredationens effekt på fiskbestånden kompliceras dessutom av naturliga och av människans orsakade variationer i fiskbeståndens storlek. Det kan därför vara svårt att separera olika faktorer från varandra och kvantifiera deras inbördes betydelse.

Föreliggande undersökning baseras i huvudsak på analys av flerårig fångststatistik från yrkesfisket. Utöver detta har skarvens totala fiskuttag beräknats, och jämförs med yrkesfiskets uttag i samma områden. Data över skarvens diet och bitskador på fisk i redskap presenteras också.

## 5.2 Resultat och diskussion

### **Bitskador på fisk i redskap orsakade av skarv**

I en studie i Roxen 1996 (Engström 1998) undersöktes omfattningen av bitskador på fisk fångade i bottengarn och skötar. Resultat visade att skador förekom i varierande grad på samtliga fångade arter (Tabell 5.2.1). Särskilt exponerad för predation förefaller siklöjan vara där i genomsnitt hälften av fångsten var skadad. Det är okänt hur stor del av fångsten som måste kasseras på grund av uppkomna skador men då fisken vanligen säljs hel innebär skadorna till stor del en nettoförlust för yrkesfiskarna. Mängden skarvskadad fisk i redskap i Roxen är bland det högst förekommande i landet av undersökta områden.

Tabell 5.2.1. Genomsnittlig mängd skadad fisk i förhållande till totalfångsten hos en yrkesfiskare i Roxen.

	Braxen	Siklöja	Gös	Abborre	Gädda	Ål	Totalt
Fångst per dag och art (kg)	13,2	2,6	0,7	32,2	13,8	16	78,6
Skadad fisk (kg)	0,4	1,3	0,1	1,2	1,2	1,6	5,8
Andel skadad fisk (%)	3	50	13	4	8	10	7,4

Skarvarnas fiske i och kring redskapen leder till att många skarvar fastnar och drunknar. Detta är olyckligt men innebär också ett merarbete för yrkesfiskarna att ta hand om intrasslade fåglar. I genomsnitt drunknade en skarv vart tredje dag per bottengarn under fiskesäsongen 1996. I jämförelse med andra undersökta områden, såväl sjöar som vid kusten, är antalet drunknade skarvar per redskap högt i Roxen.

### Skarvarnas diet

En mindre undersökning av skarvarnas diet genomfördes i Roxen våren 1996. Maginnehållet från 11 drunknade fåglar analyserades och rester efter 44 mörtar (54%), 20 gärsar (24%), 15 abborrar (18%), 2 benlöjor (2%) och 1 gös (1%) påträffades. Artsammansättningen och proportionerna av olika arter liknar de från undersökningar i andra grunda och näringsrika sjöar (Engström opubl.). Fiskarnas storlekar i Roxenmaterialet har inte fastställts men från en undersökning i sjön Ymsen var medelstorleken på de av skarvarna konsumerade fiskarna 24 gram ( $SD \pm 56g$ ,  $N=2789$ ), vilket motsvarar en storlek på ca 14 cm. Att ålen saknades i Roxenmaterialet innebär inte att skarvarna inte konsumerar ål men att ålen är ovanlig i födan i relation till andra fiskarter. I Ymsenundersökningen påträffades rester av 2 ålar av totalt 2789 identifierade fiskindivider (Engström 2001c).

### Skarvarnas och yrkesfiskets total uttag

Ett ungefärligt värde på skarvarnas totala fiskuttag kan beräknas genom att multiplicera antalet skarvar (inkluderande vuxna fåglar, icke köns mogna individer och ungar) med antalet dagar skarvarna uppehåller sig ett område, och med det dagliga födointaget per individ. En sådan beräkning ger för Roxen ett uttag på ca 15 kg/ha\*år (7-26kg, min-max) och för Glan 11 kg (6-19kg, min-max) (räknat på år 2000 beståndsstorlekar). Yrkesfiskets uttag var 3,6 respektive 3,4 kg/ha\*år (inkluderande foderfisk, medel 1996-2000) (Engström 2001c).

### Skarvens långsiktiga påverkan på fiskbestånden

Yrkesfiskarens fångststatistik från Roxen och Glan inkluderar tillräckligt många år för att kunna göra en jämförelse av fångstutvecklingen före och efter skarvarnas etablering. Emellertid, kompliceras bedömningen av att totalfosfornivåerna under de senaste tre decennierna sjunkit kraftigt i de båda sjöarna (Fig. 4.1). För sjöar gäller allmänt att fiskbiomassan är starkt korrelerad med totalfosfornivåerna (Fig. 5.2.1), och det är högst troligt att de kraftigt minskade fosfornivåerna påverkat såväl totalproduktionen som fångsterna av flera fiskarter negativt. Stora variationer i fiskrekrytering, och fosfornivåer, mellan år, gör det dock svårt att för enskilda år att se en tydlig koppling mellan fosfornivåer och fiskbiomassa.

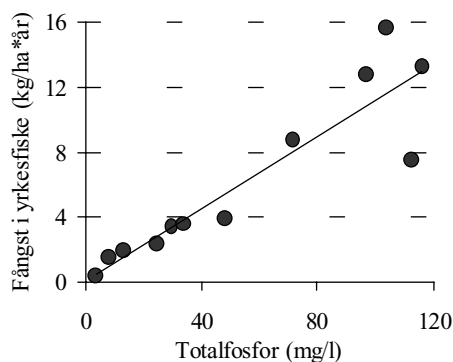


Fig. 5.2.1 Yrkesfiskets fångster i relation till totalfosforhalten i 12 sjöar i södra Sverige (medelvärden åren 1996-2000).

Det finns ett mönster i fångstutvecklingen av flera arter som tyder på att skarvarna haft en underordnad betydelse bakom observerade variationer i fångster (Fig. 4.3 a-d). I Roxen "kraschade" gösbeståndet, med början flera år innan skarvarna etablerade sig i sjön. Krascher av gös har inträffat även i Krageholmssjön och Ellestadsjön utan tidsmässiga samband med ökande skarvbestånd. Flera studier visar också att gösen är av liten betydelse som byte för skarven (Engström opubl.). Fångsterna av gädda och abborre i Roxen har varit relativt höga under senaste tioårsperioden. Fångsterna visar visserligen en svagt nedgående trend men denna minskning förefaller inte ha förstärkts med den kraftigt stigande skarvpopulationen i Roxen. Långsiktigt minskande fångster av gös och karpfisk i Glan indikerar att dessa arter missgynnats, sannolikt på grund av minskad totalproduktion. Det samma torde föreligga för abborre och gädda i Glan även om fångstminskningarna av dessa arter förefaller ha förstärkts något med det stigande skarvbeståndet i sjön. Resultat från flera andra sjöar i Sverige med höga skarvtätheter, visar att fångsterna av gädda, gös och abborre varierat, uppåt eller nedåt, utan koppling till skarvbeståndets storlekar, vilket tyder på att skarvens påverkan på dessa arter som regel är liten (Engström 2001b, Engström 2001c.). Det faktum att fångsterna ofta uppvisar ett vågliknande mönster, och att en "naturlig" nedgång kan sammanfalla med ökande skarvbestånd, gör det nödvändigt att bedöma orsakerna bakom fångstminskningar med data från flera sjöar.

Orsakerna bakom senare års fångstminskningar av ål i Roxen och Glan, såväl som i flera andra sjöar i Sverige är svårbedömd. Minskningen beror antagligen på flera samverkande faktorer varav skarven i vissa fall kan vara en. Andra faktorer som kan påverka ålfångsterna negativt är en minskad naturlig invandring av ål, hög förekomst av simblåsemask (kan sannolikt påverka ålarnas hälsa och exponering för predatorer), och stora variationer i mängden utsatta ålar. De många tänkbara faktorerna bakom minskningen av ålfångsterna gör det i nuläget svårt att exakt bedöma skarvens relativa betydelsen på denna art (Engström 2001c).

Beräkningar visar att skarvarnas fiskuttag i Roxen och Glan under senare år sannolikt varit betydligt större än yrkesfiskets. Mot den bakgrunden borde rimligen skarven kunna påverka fiskbeståndets storlek. Det bör dock noteras att skarvens byten vanligen är mycket små (se ovan) jämfört med de fiskar yrkesfisket fångar. Det är allmänt känt att det vanligen råder stark konkurrens mellan arter och individer i ett fiskbestånd och på grund av denna konkurrens når flertalet individer aldrig vuxen storlek. En minskad numerär av ung fisk, tex. genom skarvpredation, kan därför inte direkt översättas i minskad biomassa av fångstbar vuxen fisk. Skarvens uttag i relation till den totala årliga produktionen av fiskbiomassa är sannolikt relativt liten och motsvarar i runda tal ca. 10-20%.

### Skarvens beståndsutveckling

Skarvens kraftiga expansion i Roxen under senare år har vänt till en stark nergång under 2000 och 2001 (Figur 5.2.2). Ökningen i Glan är dock fortgående men har aldrig varit lika kraftig som den i Roxen. En samverkan mellan jakt och naturlig reglering är troliga faktorer bakom beståndsminskningen i Roxen. I Roxen sköts 150-300 fåglar och ca 2000 ägg prickades per år 1999-2000. Det saknas data över jaktens omfattning i Glan men den förefaller hittills varit liten.

De kraftiga störningarna av skarvarna i Roxen kan ha lett till en omfördelning av fåglar där skarvar som tidigare häckade i Roxen nu valt att häcka i Glan och vid andra platser. Skarvar kan regelbundet flyga upp till 30 km vid fiske och det kan inte uteslutas att skarvar som häckar i Glan, och även på andra ställen, regelbundet fiskar i Roxen. Flockar på 5000 skarvar har observerats i Roxen på sommaren under senare år (Anders Jörneskog pers. medd.).

Studier från andra områden i Sverige, och länder, visar att om jakten inte samordnas över stora områden är effekten på populationens storlek som regel liten (Fredriksen mfl. 2000, Engström 2001a). Äggprickning och dödande av ungar påverkar populationen betydligt mindre än jakt på vuxna individer. Detta därför att dödligheten "normalt" är hög hos ägg och ungar. Det är svårbedömt hur skarvbestånden kommer att utvecklas i Roxen och Glan i framtiden då effekterna av jakt och naturlig reglering, och samverkan mellan dessa faktorer, är svårbedömda. Den långsiktiga bärkraften hos populationen beror främst av fisktillgången vilken är relaterad, som tidigare nämnts, till totalfosfornivåerna. Om den trend med kraftigt minskade fosfornivåer håller i sig, kommer det att leda till såväl minskade fångster för yrkesfisket som minskat antal skarvar.

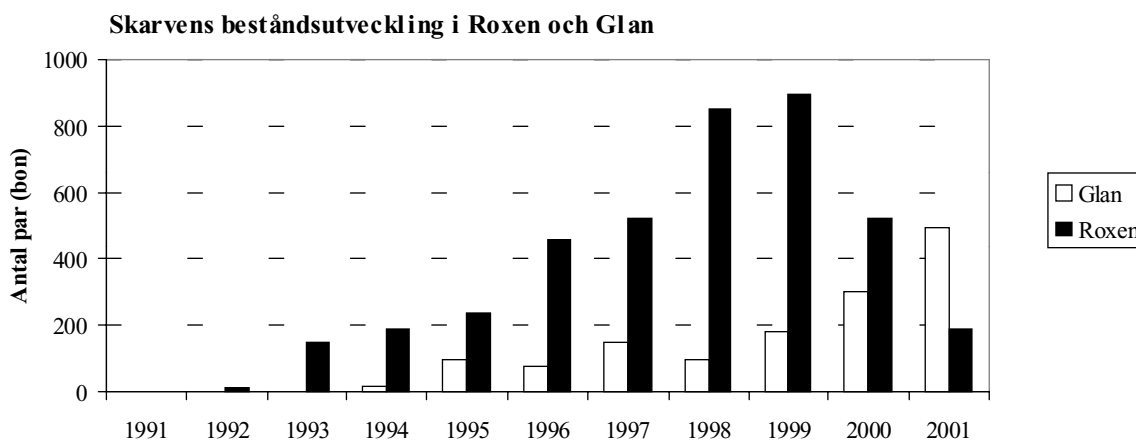


Fig. 5.2.2. Skarvens beståndsutveckling i Roxen och Glan.

## 5. Erkännanden

Magnus Dahlberg vill rikta ett tack till miljöenhetens provfiskare Mats Johansson och Anders Norman för arbetet i fält. Vi vill även rikta ett tack till yrkesfiskare Johan Axelsson för hjälp i samband med provfisket i Glan och till Hans och Anders Nilsson för allomfattande hjälp vid provfisket i Roxen.

Ett speciellt tack till Ulrika Beier för hjälp med kartmaterial och till övriga medarbetare vid Sötvattenslaboratoriets miljöenhet för synpunkter på manuskriptet.

## 6. Litteratur

Appelberg, M., B. Bergquist och E. Degerman. 1999. Fisk. Ur: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 2 (Ed. T. Wiederholm). Naturvårdsverket Rapport 4921. p 167-239.

Björk, R. (1990). Fisk i Roxen och Glan 1990. Sammanställning av Roxen/Glan-projektets arbetsgrupp genom Roger Björk, Miljökontoret, Linköpings kommun. Stencil

Degerman, E., M. Appelberg & P. Nyberg. 1992. Effects of liming on the occurrence and abundance of fish populations in acidified Swedish lakes. *Hydrobiologia* 230:201-212.

Engström, H. (1998). Conflicts between cormorants *Phalacrocorax carbo* L. and fishery in Sweden. *Nordic Journal of Freshwater Research* 74: 148-155.

Engström, H. (2001a). Long-term effects of cormorant predation on fish communities and fishery in a freshwater lake. *Ecography* 24:127-138.

Engström, H. (2001b). The occurrence of the Great Cormorant in Sweden with special emphasise on the recent population growth. *Ornis Svecica* 11:155-170. (svensk sammanfattning).

Engström, H. (2001c). Effects of Great Cormorant predation on fish populations and fishery. Doktorsavhandling, Populationsbiologiska avd., Evolutionsbiologiskt Centrum, Uppsala Universitet (svensk sammanfattning).

Frederiksen, M., Lebreton, J.-D. & Bregnballe, T. 2001. The interplay between culling and density-dependence in the great cormorant: a modelling approach. *Journal of Applied Ecology* 38: 617-627.

Gärdensfors U. (ed.). 2000. Rödlistade arter i Sverige 2000- The redlist of Swedish species. ISBN 91-506-23-1, 393 sidor.

Hamrin, S. (1990). Fisksamhällets struktur i Roxen och Glan och dess potentiella effekter på resp. sjöekosystem. Ingår i Björk 1990: Fisk i Roxen och Glan 1990. Sammanställning av Roxen/Glan-projektets arbetsgrupp genom Roger Björk, Miljökontoret, Linköpings kommun. Stencil

Kinnerbäck, A (2001). Standardiserad metodik för provfiske i sjöar. Fiskeriverket Informerar 2001:2.

Lindell, L. (1997). Food composition of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in Sweden. IV European Conference on Cormorants, Bologna, Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XXVI: 163-172  
Naturvårdsverket 1999b. Bedömningsgrunder för Miljökvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913. 23 p.

Neuman, E. 1974. Temperaturen och balansen mellan limniska och marina fiskar i några Östersjöskärgårdar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, 1974 (14), 60 p

Neuman, E. 1979. Activity of perch, *Perca fluviatilis* L., and roach, *Rutilus rutilus* L., in a Baltic bay, with special reference to temperature. Rep., Inst. freshw. Res., Drottningholm 58:107-125.

Ridderborg, S. & M. Appelberg. 1997. Riksfiskinventeringen 1996. - PM Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium. Mars 1997.

SLU, SMHI, Fiskeriverket 2002. Preliminär slutrapport från projektet: Referensnät för ytvattenstationer enligt ramdirektiv för vatten.

Sonesten, L. 1991. Gösens biologi - en litteratursammanställning. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 1991(1), 89 p.

Wilander, A., R. K. Jansson, W. Goodkop, & L. Lundin. 1998. Riksinventeringen 1995. Naturvårdsverket rapport 4813. 189 p.

# Appendix

Totalfångst för botten nät respektive pelagiska nät		Roxen	
		Botten nät	Pelagiska nät
		Antal nät	Antal nät
		32	2
Totalantal	Abborre	6782	765
	Benlöja	100	62
	Björkna	8	0
	Braxen	9	1
	Gers	2921	0
	Gös	10	0
	Lake	1	0
	Mört	2794	339
	Nors	2	0
	Sarv	13	0
	Siklöja	14	55
	Stensimpa	2	0
	Vimma	1	0
	Totalt	12657	1222
	Totalvikt (g)	Abborre	78401
Benlöja		1114	1199
Björkna		560	0
Braxen		2212	20
Gers		17073	0
Gös		300	0
Lake		134	0
Mört		71855	7843
Nors		3	0
Sarv		5184	0
Siklöja		674	2652
Stensimpa		3	0
Vimma		22	0
Totalt		177535	19799
Antal/nät		Abborre	211,9
	Benlöja	3,1	31,0
	Björkna	,3	,0
	Braxen	,3	,5
	Gers	91,3	,0
	Gös	,3	,0
	Lake	,0	,0
	Mört	87,3	169,5
	Nors	,1	,0
	Sarv	,4	,0
	Siklöja	,4	27,5
	Stensimpa	,1	,0
	Vimma	,0	,0
	Totalt	395,5	611,0
	Vikt/nät (g)	Abborre	2450,0
Benlöja		34,8	599,5
Björkna		17,5	,0
Braxen		69,1	10,0
Gers		533,5	,0
Gös		9,4	,0
Lake		4,2	,0
Mört		2245,5	3921,5
Nors		,1	,0
Sarv		162,0	,0
Siklöja		21,1	1326,0
Stensimpa		,1	,0
Vimma		,7	,0
Totalt		5548,0	9899,5

Totalfångst för botten nät respektive pelagiska nät		Roxen	
		Botten nät	Pelagiska nät
		Antal nät	Antal nät
		32	2
Medelvikt (g)	Abborre	11,6	10,6
	Benlöja	11,1	19,3
	Björkna	70,0	,
	Braxen	245,8	20,0
	Gers	5,8	,
	Gös	30,0	,
	Lake	134,0	,
	Mört	25,7	23,1
	Nors	1,5	,
	Sarv	398,8	,
	Siklöja	48,1	48,2
	Stensimpa	1,5	,
	Vimma	22,0	,

Fångst per nätansträngning		Roxen			
		Botten nät			Pelagiska nät
		Djupzon			Djupzon
		<3 m	3-5.9 m	6-11.9 m	0-6 m
Antal nät	11	11	10	2	
Antal fiskar	Abborre	263,5	191,5	177,6	382,5
	Benlöja	8,4	,5	,2	31,0
	Björkna	,7	,0	,0	,0
	Braxen	,7	,1	,0	,5
	Gers	39,0	113,4	124,5	,0
	Gös	,4	,3	,3	,0
	Lake	,0	,1	,0	,0
	Mört	185,0	42,9	28,7	169,5
	Nors	,0	,2	,0	,0
	Sarv	1,2	,0	,0	,0
	Siklöja	,0	,0	1,4	27,5
	Stensimpa	,2	,0	,0	,0
	Vimma	,0	,1	,0	,0
	Totalt	499,1	349,1	332,7	611,0
	Vikt (g)	Abborre	2131	2258,8	3011,2
Benlöja		81,5	17,2	2,8	599,5
Björkna		50,9	,0	,0	,0
Braxen		175,7	25,4	,0	10,0
Gers		243,5	689,4	681,2	,0
Gös		1,9	24,1	1,4	,0
Lake		,0	12,2	,0	,0
Mört		3738	1799,9	1093,4	3921,5
Nors		,0	,3	,0	,0
Sarv		471,3	,0	,0	,0
Siklöja		,0	,0	67,4	1326,0
Stensimpa		,3	,0	,0	,0
Vimma		,0	2,0	,0	,0
Totalt		6895	4829,2	4857,4	9899,5

	Roxen			
	Medellängd	Största längd	Minsta längd	Antal
Abborre	89	324	48	7547
Benlöja	114	182	52	162
Björkna	136	285	43	8
Braxen	187	486	44	10
Gers	85	153	36	2921
Gös	119	262	67	10
Lake	300	300	300	1
Mört	106	286	40	3133
Nors	69	69	68	2
Sarv	284	372	214	13
Siklöja	173	232	76	69
Stensimpa	57	60	53	2
Vimma	142	142	142	1

Totalfångst för bottennät respektive pelagiska nät		Glan	
		Bottennät	Pelagiska nät
		Antal nät	Antal nät
		40	6
Medelvikt (g)	Abborre	12,2	30,5
	Asp	308,0	,
	Benlöja	9,7	18,7
	Björkna	52,6	41,0
	Braxen	44,5	225,9
	Gers	5,2	6,5
	Gädda	1218,0	,
	Gös	88,5	10,1
	Mört	21,8	31,7
	Nors	2,3	2,6
	Sarv	120,2	,
	Siklöja	24,0	47,9
	Sutare	1737,0	,

	Glan			
	Medellängd	Största längd	Minsta längd	Antal
Abborre	82	354	45	3658
Asp	320	320	320	1
Benlöja	123	167	65	271
Björkna	141	260	77	294
Braxen	129	399	51	259
Gers	79	151	31	1260
Gädda	458	755	161	2
Gös	103	561	50	339
Mört	119	241	45	1940
Nors	81	115	49	920
Sarv	204	259	165	5
Siklöja	166	200	112	11
Sutare	485	485	485	1

Totalfångst för bottennät respektive pelagiska nät		Glan	
		Bottennät	Pelagiska nät
		Antal nät	Antal nät
		40	6
Totalantal	Abborre	3607	51
	Asp	1	0
	Benlöja	94	177
	Björkna	192	102
	Braxen	252	7
	Gers	1252	8
	Gädda	2	0
	Gös	167	172
	Mört	1908	32
	Nors	29	891
	Sarv	5	0
	Siklöja	4	7
	Sutare	1	0
Totalt		7514	1447
Totalvikt (g)	Abborre	43933	1554
	Asp	308	0
	Benlöja	916	3314
	Björkna	10105	4183
	Braxen	11215	1581
	Gers	6500	52
	Gädda	2436	0
	Gös	14784	1736
	Mört	41500	1013
	Nors	66	2283
	Sarv	601	0
	Siklöja	96	335
	Sutare	1737	0
Totalt		134197	16051
Antal/nät	Abborre	90,2	8,5
	Asp	,0	,0
	Benlöja	2,4	29,5
	Björkna	4,8	17,0
	Braxen	6,3	1,2
	Gers	31,3	1,3
	Gädda	,1	,0
	Gös	4,2	28,7
	Mört	47,7	5,3
	Nors	,7	148,5
	Sarv	,1	,0
	Siklöja	,1	1,2
	Sutare	,0	,0
Totalt		187,9	241,2
Vikt/nät (g)	Abborre	1098,3	259,0
	Asp	7,7	,0
	Benlöja	22,9	552,3
	Björkna	252,6	697,2
	Braxen	280,4	263,5
	Gers	162,5	8,7
	Gädda	60,9	,0
	Gös	369,6	289,3
	Mört	1037,5	168,8
	Nors	1,7	380,5
	Sarv	15,0	,0
	Siklöja	2,4	55,8
	Sutare	43,4	,0
Totalt		3354,9	2675,2

Fångst per nätansträngning		Glan							
		Botten nät					Pelagiska nät		
		Djupzon					Djupzon		
		<3 m	3-5.9 m	6-11.9 m	12-19.9 m	20-34.9 m	0-6 m	6-12 m	12-18 m
Antal nät		10	10	10	8	2	2	2	2
Antal fiskar	Abborre	125,7	215,0	20,0	,0	,0	24,5	1,0	,0
	Asp	,1	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
	Benlöja	8,5	,0	,7	,3	,0	80,0	8,5	,0
	Björkna	2,2	1,9	13,1	2,5	,0	12,0	38,0	1,0
	Braxen	4,4	3,4	16,4	1,3	,0	,5	,5	2,5
	Gers	12,8	26,9	65,8	23,6	4,0	,0	,0	4,0
	Gädda	,1	,0	,1	,0	,0	,0	,0	,0
	Gös	2,2	2,1	11,3	1,3	,5	33,0	51,5	1,5
	Mört	131,7	47,5	11,6	,0	,0	12,0	4,0	,0
	Nors	,2	,0	,9	2,3	,0	282,0	142,0	21,5
	Sarv	,5	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
	Siklöja	,0	,0	,3	,1	,0	2,5	1,0	,0
	Sutare	,1	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
Totalt		288,5	296,8	140,2	31,3	4,5	446,5	246,5	30,5
Vikt (g)	Abborre	1547	2367,9	478,3	,0	,0	726,0	51,0	,0
	Asp	30,8	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
	Benlöja	77,3	,0	10,2	5,1	,0	1484,5	172,5	,0
	Björkna	449,9	104,7	323,4	165,6	,0	571,0	1437,5	83,0
	Braxen	332,7	221,1	254,2	391,9	,0	4,5	9,0	777,0
	Gers	67,9	140,7	312,3	156,0	21,5	,0	,0	26,0
	Gädda	2,6	,0	241,0	,0	,0	,0	,0	,0
	Gös	59,0	170,3	857,0	486,4	15,0	111,5	266,5	490,0
	Mört	2735	1133,0	282,4	,0	,0	406,0	100,5	,0
	Nors	,6	,0	1,8	5,3	,0	719,5	364,0	58,0
	Sarv	60,1	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
	Siklöja	,0	,0	3,3	7,9	,0	114,5	53,0	,0
	Sutare	173,7	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
Totalt		5536	4137,7	2763,9	1218,1	36,5	4137,5	2454,0	1434,0

