

## **Abstract**

*The effects of eutrophication on a coastal fish community, mainly focused on perch, were studied in an inlet receiving large amounts of nutrients from the catchment area and sewage plants. The exchange of water with the outside coast is limited due to a shallow sill. Totally 108 freshwater multimesh gill nets were placed on a daily basis at different locations in the area from middle July to the beginning of August in 1996. The locations were then grouped with the aid of multi-variate analysis depending on species composition and the number of fish caught in each net. 8 different fish communities were found to exist in the inlet.*

*Each fish was determined to species, weighed, and measured in length, whereupon a condition factor was calculated. Analysis of stomachs and age determination was made for perch in order to study food preference and age composition in the different groups.*

*Perch went through two major shifts in food preference. Plankton was a food item up to 10 cm of length perch, whereupon a benthos-feeding stadium took place. The perch then changed to a diet mainly consisting of fish at a length of 17,5 to 22,5 cm.*

*One of the effects of eutrophication is increased water turbidity, whereupon roach is thought to be favoured in competition with the visually hunting perch. In a brackish water system, where other species of prey exists for both perch and roach, a greater separation of niches takes place, compared to limnic systems. This separation of niches results in perch catches of mysids, polychaetes and gobies along with a great deal of chironomids.*

*None of the three first mentioned lives in fresh water. The roach, in turn, feeds to a great deal upon the mollusc Hydrobiidae, which is not occurring in fresh water. It is furthermore a species group which is favoured by eutrophicated waters. These facts imposes that the interspecific competition roach vs. perch is not as hard in brackish water systems as in limnic systems, and the perch therefore never is competed out.*

*The only areas of the inlet in which a dominance of cyprinids existed were the inner areas, i.e. Dynestadsviken and Dynestadssjön. These areas are probably very much like a limnic system, with a great load of nutrients. This is consistent with that mainly few, large piscivorous perch was caught in these areas. In the other areas of the inlet, no such effect of eutrophication was found. Thus, eutrophication is not an important factor determining the composition of fish communities in brackish waters, which is in difference to limnic areas.*

## **Sammanfattning**

*Eutrofieringens effekter på ett fiskesamhälle, och då främst inriktat på abborre, har undersökts i en tröskelvik. Denna vik är starkt belastad av närsalter och vattenutbytet med kusten utanför är litet. Totalt 108 sötvattensöversiktsnät lades under en period på 3 veckor, från mitten av juli till början av augusti 1996.*

*Provpunkterna delades sedan med hjälp av multivariatanalys in i olika grupper med avseende på artsammansättning och antalsmässiga storlek, varpå 8 olika fiskesamhällen kunde urskiljas.*

*Alla fångade fiskar artbestämdes, vägdes och längdmättes, varefter kondition beräknades.*

*Maganalys och åldersbestämning utfördes på abborre för att studera dess födopreferens och åldersstruktur i de olika fiskesamhällena.*

*Abborren genomgick två större födoskiftet, till en del gradvist övergående i varandra. Abborre upp till en längd av 10 cm åt mycket plankton, varefter ett benthos-ätande stadium tog vid. Abborren gick sedan över till en diet övervägande bestående av fisk vid en längd av 17,5- 22,5 cm.*

*En effekt av för hög eutrofiering i sötvatten är att turbiditeten ökar, varefter mörten tros konkurrera ut den visuellt jagande abborren. I brackvattensystem, där andra byten finns för både mört och abborre, kan en större nischseparation ske. Denna nischseparation består till en viss del av att abborren har möjlighet att använda en större diversitet av byten, främst pungräkor, havsborstmaskar och sand- och lerstubb, vilka ej finns i sötvatten. Den äter även mycket fjädermygglarver. Mörten i viken äter till stor del den eutrofieringsgynnade Hydrobia-snäckan, som ej heller finns i sötvatten. Detta medför att konkurrensen mellan mört och abborre inte blir lika hård, och abborren konkurreras därför ej ut.*

*De enda delar i viken där dominans av cyprinider påvisades var de inre, dvs Dynestadssjön och Dynestadsviken. Här råder troligen närmast limniska förhållanden, och närsaltsbelastningen är hög, vilket gör att endast ett fåtal större, fiskätande abborrar finns här, med ett fåtal undantag.*

*I övriga viken, som också karakteriseras som eutrofierad, blir eutrofieringens effekter på fiskesamhällena inte lika stora. Eutrofieringen har alltså inga större effekter på konkurrens arterna mört och abborre emellan i ett brackvattensystem.*

## Inledning

Under sommaren 1996 gjordes ett provfiske i Gamlebyviken belägen vid Sveriges ostkust innanför Västervik (bilaga 1). Syftet var att studera eutrofieringens (övergödningens) effekter på ett fisksamhälle, samt att jämföra skillnader mellan olika fiskpopulationer inom viken, och i mindre påverkade referensområden. Arbetet kan ligga till grund för fortsatta analyser i framtiden för att se eventuella förändringar i samhällsstruktur eller individuella egenskaper. Arbetet ingår i ett större projekt i Västerviks kommun, vilket har till syfte att kartlägga punktutsläpp och diffust läckage av närsalter ut i den mycket eutrofierade Gamlebyviken. Åtgärder mot detta undersöks, genom att bla kartlägga platser lämpliga för anläggning av konstgjorda våtmarker.

Yrkesmässigt fiske bedrivs fortfarande i viken, men har minskat betydligt sedan 1949. Då fångades hela 8,8 ton strömming och 1,1 ton gädda. 1985 fångades ca. 760 kg gädda och ingen strömming. Strömmingfisket avtog i början av 1960 talet i och med att denna fisk började lukta dy och ej kunde saluföras.

Inplantering av fisk har skett vid Blekhems egendom sedan början av 1900 talet (Pettersson 1987). Främst simfärdiga yngel av gädda och sik, men även gös, har varit föremål för inplantering. Antalet inplanterade gädd- eller sikyngel har vissa år uppgått till 150000 st.

Den stora grundhypotesen var att cyprinider (karpfisk) och då främst mört, skulle dominera över övriga fiskarter i Gamlebyvikens grumliga vatten. Detta på grund av att denna fisk ej är så beroende av synen för att skaffa föda, men även för att den ej är beroende av animalisk föda för att överleva. Den kan istället leva på blågrönalger, detritus och makrofiter, vilka den mäter ned med sina pharyngealtänder (svalgbenständer) (Svedäng 1993). Typiska effekter av eutrofiering är just att vattnet blir grumligt och att bentiskt (botten-) levande organismer minskar i antal och biomassa. Piscivora (fiskätande) fiskar är starkt beroende av synen för att skaffa föda, tex gädda, salmonider (laxfiskar) och percider (abborrfiskar). Andelen av dessa minskar vid eutrofiering (Diehl 1998). Vissa gastropoder (snäckor) gynnas av eutrofiering tex Hydrobidae (Mclusky 1989). Även dessa kan mörtan tillgodogöra sig tack vare pharyngealtänderna.

Mörten är en varmvattenfisk som gynnas av höga temperaturer.

Större mörtar lever vanligen på större djup eftersom de ej är så beroende av växtlighet som skydd mot predation.

Mörten kan lättare än andra fiskar tillgodogöra sig små zooplankton tex släktet Bosmina (Andersson 1985). Detta innebär att när en individrik mörtpopulation är närvarande, får andra zooplanktivora fiskar det svårare att hitta föda, eftersom storleken på dessa plankton hela tiden är för liten för att kunna fångas av andra fiskar än mörtan.

De inre områdena i Gamlebyviken tillförs stora mängder närsalter via vattendrag och luft. Vattenutbytet med kusten utanför är dåligt pga trösklar och smala sund. Problemområden med regelbundet dåliga syreförhållanden finns i de inre delarna (Alcen *et al* 1984).

Abborren genomgår två stora födopreferensbyten i sitt liv. Som liten (< 10 cm) äter den zooplankton, då främst cladocerer och copepoder, medan mörtan helst tar cladocerer (Hammer 1976). Då copepoder är svårare att fånga än de mer långsamma cladocererna, får denna ökade konkurrens till följd att abborren mycket tidigare går över till nästa stadium, i vilket den äter främst benthos. Denna tidiga övergång innebär i sin tur att den intraspecifika konkurrensen mellan små och stora abborrar ökar. Detta kan leda till att "tusenbrödra"-populationer av abborre bildas. Inga individer får då den föda som behövs för att uppnå

piscivor storlek, och abborren förblir då benthosätande hela livet. Detta kan förstärkas av konkurrens från gers, då denna fisk äter liknande föda som abborre, men ej är så beroende av synen (Savino 1996) och således inte påverkas lika hårt av den siktförsämring som ofta blir fallet vid eutrofiering i ett vattensystem.

Abborrens längd vid de olika dietskiftena är annars vid skiftet plankton-benthos ca 10 cm och benthos-fisk 16-20 cm (Karås 1979). I mer oligotrofa system hålls antalet mört nere av prederande stor abborre och annan rovfisk. Trycket på abborren från mört blir därför aldrig så stort att det får de effekter som beskrivs ovan.

Prediktioner för Gamlebyviken blir således att:

- Ett förlängt benthosätande stadium hos abborren.
- Minskad tillväxt hos abborren.
- Stor förekomst av abborrindivider under 16 cm och knappast några över denna storlek, då den intraspecifica konkurrensen är för stor för att uppnå denna storlek.
- Dominans av mört och andra cyprinider över gädda och abborrfiskar.
- Större eutrofieringspåverkan på fiskpopulationerna som ligger längst in i viken, eftersom belastningen av näringsämnen här är störst och vattenutbytet minst.

## Områdesbeskrivning

Gamlebyviken ligger på ca 58° N lat. på Sveriges ostkust innanför staden Västervik. Viken kan karakteriseras som en tröskelvik, med ett 20 m smalt inlopp och en tröskel på 6 m djup med en area på 2750 ha (Alcén *et al* 1984). Även mellan Almvik (25 m djup) och Granfjärden (22 m djup) finns en tröskel; denna ligger på 12 m djup.

Grundområden är ovanliga och littoralzonen övergår snabbt till profundal med djup kring 10-55 m. Gamlebyviken är ca 20 km lång med en maximal bredd av 4,6 km. Största djup är 60 m i hålan sydväst om punkterna B13d och B15a (se bilaga 1). Medeldjupet ligger på 18 m.

Dynestadsjöns största djup är 18 m och den förbinds med övriga viken genom en smal och grund kil, Dynestadviken. Minsta bredd på denna kil (öppen vattenyta) är ca 3 m och djupet här är ungefär 1,5 m. Vattenutbytet i Dynestadsjön med övriga viken är mycket litet.

Salthalten i viken varierar i regel mellan 5,5-6,5 ‰, dvs 0,5-1 ‰ lägre än den utanför liggande kusten. I Dynestadsjön ligger salthalten på 3 m djup på ca 4 ‰ (pers. komm. Rune Oppgården).

På hösten har vattnet en isohalin sammansättning ända ned till vikens djupaste delar. På våren kan en svag haloklin bildas då smältvatten kan sänka salthalten i de övre skikten till 4 ‰. Temperaturfördelningen är relativt homogen (Alcén *et al* 1984).

Under denna undersökning låg det en termoklin på 9-10 m djup, och siktdjupet varierade från 1,5 m längst inne i Dynestadsjön till 3,0 m precis innanför tröskeln vid Västervik. I Almvik var siktdjupet 2,5 m.

Vattenutbytet i viken domineras av vattenståndsvariationer, och är därför litet och oregelbundet. Ett punktutsläpp av en förorening tar 6-12 månader att reduceras till 1 % av sin ursprungliga koncentration. Om det är fråga om ett kontinuerligt utsläpp, tar det ca 3 år innan koncentrationen i viken blir konstant (Alcén *et al* 1984).

I viken finns tre små sötvattensinflöden. Dynestadsån mynnar i Dynestadsjön. Gamlebyån har sitt utlopp vid Gamleby och Blekhemsån mynnar i Almvik. Avrinningsområdet kring Gamlebyviken är på 269 km<sup>2</sup> (Adolfsson 1994).

Syreförhållandena i viken blir på grund av det ringa vattenutbytet ganska dåliga och låga syrehalter i bottenvattnet har rapporterats av bla Hessle (1924) och vid ett antal tillfällen av kustvattenkontrollen i Kalmar län (Tobiasson 1993).

I Dynestadsjön finns under hela året inget syre under 4 m djup (pers. komm. Rune Oppgård). Ökande syrehalter har en stark koppling till saltvatteninbrott i viken. Huvuddelen av viken karakteriseras, med avseende på bottenfaunan, som "mycket förorenad", med en liten del vid mynningen som "förorenad". Föroreningen består i huvudsak av för stor tillförsel av näringsämnen, vilket leder till syrebrist (Tobiasson 1993).

Avrinningsområdet kring Gamlebyviken tillför årligen 285 ton kväve och 7 ton fosfor. Reningsverk finns i vikens innersta del i Gamleby, ett i Almvik, och ett utanför mynningen, i Västervik. Dessa står för sammanlagt 47 % av Gamlebyvikens kvävebelastning och 35 % av fosforbelastningen (Adolfsson 1994).

Lucernaverken står för huvuddelen av reningsverkens närsaltsbelastning med 106 ton kväve och 1,5 ton fosfor, jämfört med de andra två verken vilka totalt avgav 15,6 ton kväve och 0,19 ton fosfor (Tobiasson 1994). Nyare undersökningar har dock visat att Lucernaverkens påverkan på viken troligen inte är så stor som man förut trott (Tobiasson 1997).

Berggrunden utgörs av graniter, granodioriter, kvartsit och porfyr. Berg i dagen är vanligt förekommande växelvis med morän. Området är svallat av tidigare östersjöstadier och finsediment påträffas i svackor. Åsmaterial förekommer fläckvis.

## **Eutrofieringens effekter**

Eutrofiering i vatten kan ha ett antal effekter på kvantiteten och kvaliteten på de fiskar som lever i det. Typiskt leder den ökande näringstillförseln till en ökad primärproduktion vilket senare också leder till ökad kvantitet fisk. Ökningen är direkt beroende av ökad födotillgång och indirekt genom att täckningsgraden av makrofyter initialt ökar. Botten som är täckt av makrofyter är nämligen en viktig reproduktionsplats för fisk. Biomassan av fisk ökar inledningsvis i takt med näringsökningen (Lee & Jones 1991), dock påverkas också artsammansättningen av fisk då näringstillförseln ökar.

Generellt får näringsrika vatten en ökad abundans av cyprinider, till exempel mört och braxen. Dominansen av dessa fiskarter är dessutom också självförstärkande. Turbiditen ökar på grund av omrörande av botten sediment vid födosök (Andersson 1988), och även av ökad predation på zooplankton, vilket gör att mängden fytoplankton ökar (Persson 1983, Andersson 1988, Scheffer 1991, Moss 1996).

Vidare eutrofiering gör att täckningsgraden av makrofyter minskar eftersom även dessa är beroende av ljus (Brönmark & Weisner 1992). Minskad förekomst av makrofyter har även detta en negativ inverkan på zooplanktonbestånden, då de tjänar som refugier där fiskpredationen är mindre (Stansfield *et al* 1995).

Den ökade turbiditeten missgynnar piscivora (fiskätande) predatorer (Diehl 1988), som ofta är beroende av god sikt för sitt födosök. Exempel på sådana predatorer är gädda, abborre och salmonider (laxfiskar). De sistnämnda är de som först försvinner vid för hög närsaltstillgång. Anttila (1973) visade i en studie av förorenade områden vid Helsingfors, att förekomsten av öring, sik, lake, id och gädda minskat, medan mört, björkna och gers ökat pga eutrofiering. Gösen verkar också vara gynnad av eutrofieringen (Hansson 1985, Hansson & Rudstam 1990).

Frekvensen av sjukdomar och parasiter kan också öka, då dels bakterieförekomsten ökar, och dels då fisktätheten ökar (Aneer & Ljungberg 1976, Mulcahy 1980, Hansson 1985).

Eutrofieringen kan också göra att fisk luktar dy. Detta beror på en blågrönalg; *Oscillatoria agardhii*, som producerar de dyluktande föreningarna geosmin och 2-metylisoborneol. Algen gynnas av eutrofiering (Persson 1982). Fisken blir då otjänlig som människoföda.

En ytterligare effekt av eutrofieringen kan vara att kallvattenarter försvinner, till dessa hör rötsimpa, hornsimpa och torsk (Neuman 1974). Sedimentation av organiskt material ned till de djupare och kallare vattenlagren, under termoklinen, leder till att dessa kan bli syrefattiga då nedbrytningen kräver syre. Fiskdöd och artfattiga eller helt döda bottenar uppstår. Speciellt känsliga är de arter vars lek sker på djupt vatten, eller där leken sker på hösten och rommen utvecklas under vintern (Hansson 1985).

Låga syrehalter kan också tvinga upp fisk från djupare områden. Dels pga syrebrist, men också pga brist på föda (Leach 1977), vilket resulterar i ökad konkurrens om födan i de grundare områdena. De fiskarter som leker på våren, då syrebrist är mindre trolig att uppstå, påverkas mindre. Det samma gäller för de fiskarter som lägger sina ägg på växter eller i grundområden.

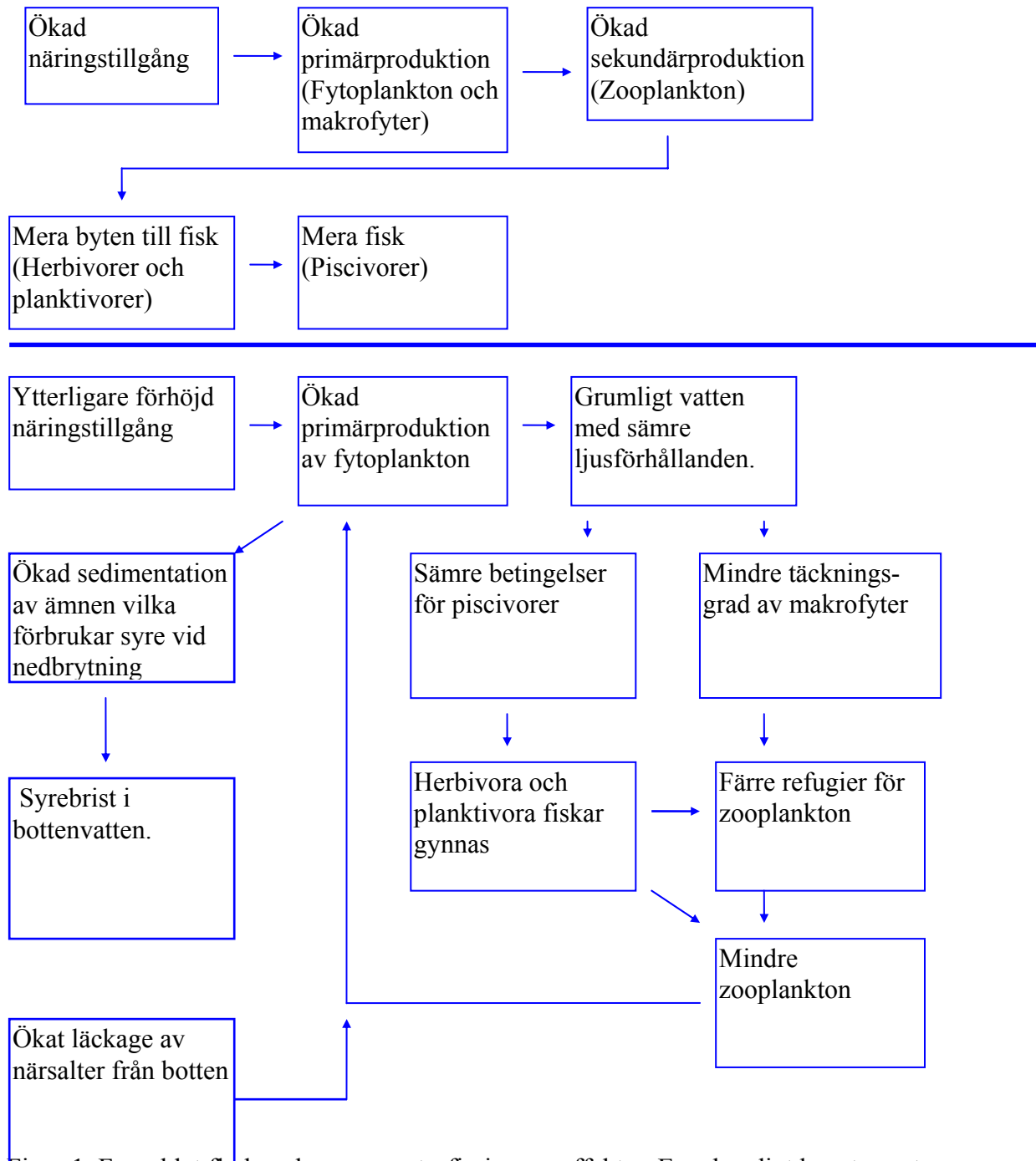
Syrebristen kan även i grunda vatten leda till fiskdöd. Detta sker då under vintrar när vattencirkulation hindras av ett istäcke. Det är dock främst sjöar som utsätts för detta. Syrebrist i marin miljö, i södra Östersjön, orsakas framförallt vid nedbrytning av stora kvantiteter kiselalger, vilka bildas vid alblomningar under mars-april (SNV 1991). I havet anses det främst vara kvävetillförseln, som är den begränsade faktorn för alg tillväxten (SNV 1987, Källquist 1988 och Sakshaug 1988). Det råder dock delade meningar om detta. Söderström (1988a och b) anser att det är fosfortillgången som är begränsande, medan kvävenivån anpassar sig naturligt.

Sammanfattningsvis kan sägas att båda ämnena troligen spelar en stor roll i Östersjön, och att tillförseln av båda måste minskas (Larsson 1988).

Vissa eutrofierade sjöar tenderar också att producera "tusenbrödra"-populationer av rovfisk. Detta beror troligen på att rovfisken får svårt att uppnå piscivor storlek, eftersom konkurrensen om de små bytena blir alltför hög. Tillväxten blir då nedsatt, vilket leder till ännu större konkurrens.

Bestånd av "tusenbröder" verkar främst uppstå i sötvatten med ett medelsiktdjup på under en meter under sommaren (Lee & Jones 1991).

En sammanfattning av eutrofieringens effekter i form av ett flödesschema kan ses i fig 1.



Figur 1. Förenklat flödesschema av eutrofieringens effekter. Egenhändigt konstruerat av författaren. Den övre delen visar vad som sker vid måttlig tillförsel av näringsämnen, den undre vid allt för hög.

## Material och Metoder

Provfiskemetodiken lades upp för att så långt som möjligt följa fiskeriverkets riktlinjer (Thoresson 1993). Metodiken anpassades även efter tidigare provfisken vid Mönsterås, Torsås och Kvädöfjärden (Andersson *et al* 1994), vilka använts som referens.

De använda näten var 30 m långa och 1,5 m djupa översiktsnät. Dessa var sammansatta av tio st 3 m långa sektioner med olika maskstorlek. Längden på maskstolparna var 10, 13, 17, 22, 25, 33, 38, 43, 50 och 75 mm. Näten var tillverkade av helspunnen nylon.

Provfiskena i referensområdena var ej direkt jämförbara pga att olika typer av nät har använts. Näten som användes vid Kvädöfjärden var 1,8 m djupa och 27 m långa och tillverkade av spunnen nylontråd. En fiskestation omfattade sex sammankopplade nät med maskstolplängder på 17, 22, 25, 30, 33 och 38 mm.

Näten som användes i Mönsterås och Torsås hade maskstolplängder på 17, 22, 25, 30, 33, 38, 43, 50, 60 och 75 mm. Även dessa nät var tillverkade av helspunnen nylon.

Min undersökning gjordes inom perioden 960718 till 960807. Enligt Thoresson (1993) bör tiden för nätfiske vara mellan 25 juli till 15 augusti, och ej fortgå längre än 2 veckor.

Näten utplacerades mellan kl. 16-18 och vittjades följande morgon mellan kl. 7-9, vilket innebär en fisketid på ca 15 h.

Näten lades ut knappt sträckta och parallellt med land för att deras fångsteffektivitet skulle maximeras. Enstaka brustna maskor tilläts.

### Indelning av området och provpunkter

Viken delades grovt in i sex olika geografiska områden A-F, beroende av avstånd till vikens mynning samt förmodad grad av miljöpåverkan. Dessa områden delades sedan in i fyra djupintervall: 1,5-3 m, 3-6 m, 6-10 m och 15-30 m. Dessa intervall valdes därför att de tydligt kan ses på sjökortet. Utsättningen av antal provpunkter inom områdena berodde både av områdets och djupintervallens respektive ytmässiga storlek, men även av områdets grad av påverkan.

De mest påverkade områdena förmodades vara Dynestadssjön och Almvik tillhörande område A och C. Här utplacerades alltså förhållandevis många provpunkter.

Provpunkterna placerades sedan så att de var relativt lätta att hitta dvs knappt några nät placerades på de för Gamlebyviken mycket vanliga och mycket branta undervattensbergväggarna, utan placerades istället på flackare bottnar med mer konstant djup. Minst antal nät lades i det djupaste intervallet (15-30 m), eftersom detta bedömdes vara mindre intressant för fiskproduktion.

Totalt utplacerades 108 provpunkter. 36 st på djup mellan 1,5-3 m. 28 st mellan 3-6 m. 30 st mellan 6-10m och 14 st i intervallet mellan 15-30 m.

Provpunkternas placering redovisas i bilaga 1.

### Omgivningsdata

Omgivningsdata registrerades vid isättning och upptagning av näten. Vattentemperatur bestämdes både vid botten och yta. Djup till termokliner bestämdes med en noggrannhet på 1 m. Vindförhållanden registrerades både till styrka och riktning. Siktdjupet mättes vid iläggning av nät och gjordes med secchiskiva.

## **Fångstdata**

Varje fisk artbestämdes och längdmättes från nosen till spetsen av stjärtfenan ihopförd och utsträckt. Längdmätningen gjordes på mätbräda med en noggrannhet på 1 mm och vägdes med en noggrannhet på 0,1 g. Fiskarna indelades sedan i längdgrupper på 2,5 cm. Sjukdomar och missbildningar registrerades men förekom mycket sällan varför dessa ej redovisas.

## **Gruppindelning**

Baserat på insamlat material från alla provpunkter gjordes en samhällsanalys i datorprogrammet PRIMER (Clarke & Warwick 1994). I detta ingår ett antal statistiska och grafiska metoder för att analysera data. Samhällsanalysen syftade till att dela in de olika provpunkterna i grupper genom klassifikation av likheter i artsammansättning, antal, längd eller biomassa. Klassifikationen redovisas som ett dendrogram (se bilaga 4), där provpunkter med likartad fångst bildar egna förgreningar, grupper. I programmet ingår bla programmet SIMPER som kan räkna ut hur stor del av likheten inom de i klassifikationen erhållna grupperna som förklaras av de ingående komponenterna.

Analyser i PRIMER gjordes på alla arter-antal av alla arter, alla arter-biomassan av alla arter, antal mört-längdgrupper av mört, antal abborre-längdgrupper av abborre, antal mört/abborre-längdgrupper av mört/abborre, antal mört-antal av alla arter och abborre-antal av alla arter.

Som en grupp karakteriserades de nät vilka hade en inbördes likhet av minst 60 %.

Den huvudsakliga gruppindelningen, vilken användes för att urskilja olika fiskpopulationer i viken, baserades på artsammansättning och antal fiskar per art. Jämförelser gjordes sedan mellan de erhållna grupperna.

## **Kondition**

Med hjälp av vikt och längd på abborre, beräknades dess kondition enligt Fultons konditionsfaktor  $K=100 * \text{vikt (g)} / \text{längd}^3(\text{cm})$  (Bagenal och Tesh 1978). Skillnad i kondition mellan de erhållna grupperna i gruppindelningen testades med ANOVA för varje ålder mellan 2-10 år och för samtliga åldersgrupper sammanslagna.

Konditionen på en medelfisk beräknades för alla påträffade arter utom sutare, eftersom det enda exemplaret som fångades ej vägdes och längdbestämdes. Konditionen på medelfiskarna baserades på medellängd och medelvikt från samtliga fångade fiskar inom arten.

## **Ålders- och tillväxtbestämning**

Abborren åldersbestämdes med hjälp av analys av årsringar på gällock enligt Le Cren (1947). Då gällocken insamlades togs ej någon hänsyn till kön, varvid båda könen har använts vid tillväxtstudierna. Samtliga fiskar där ej gällocken var skadade eller på något annat sätt oläsbara har använts.

En längd-åldersnyckel upprättades för att kunna bestämma åldern av fiskar som ej åldersbestämts. Detta gjordes genom att erhållna åldrar och längder sattes in i ett diagram. Funktionen som bäst beskrev linjen var en tredjegradsregressionskurva som gick genom origo, och utifrån denna kunde fiskars ålder bestämmas baserat på deras längd. Detta innebär emellertid teoretiskt att 0+ fiskar (levt en säsong) inte får någon längd. Dessa åldersnycklar gjordes för varje grupp för att eventuella skillnader mellan dessa ej skulle suddas ut.

Tillväxtbestämningen gjordes genom att längden sattes mot åldern i ett linjediagram och eventuella skillnader mellan områden kunde åskådliggöras.

## **Maganalys**

Abborrmagarna konserverades i 70 % etanol. Innehållet i magarna analyserades i lupp med 10-50 ggr förstoring.

Fyllnadsgrad av respektive föremål bestämdes i en femgradig skala. Dessa fyllnadsgrader summerades sedan för respektive längdgrupp och födoslag baserat på hela vikens material, varefter den procentuella födosammansättningen per längdgrupp beräknades.

Samtliga magar analyserades för abborren, dock togs ej tomma magar (357 st) med i analysen. Antalet analyserade magar blev då 414 st.

## **Statistisk behandling**

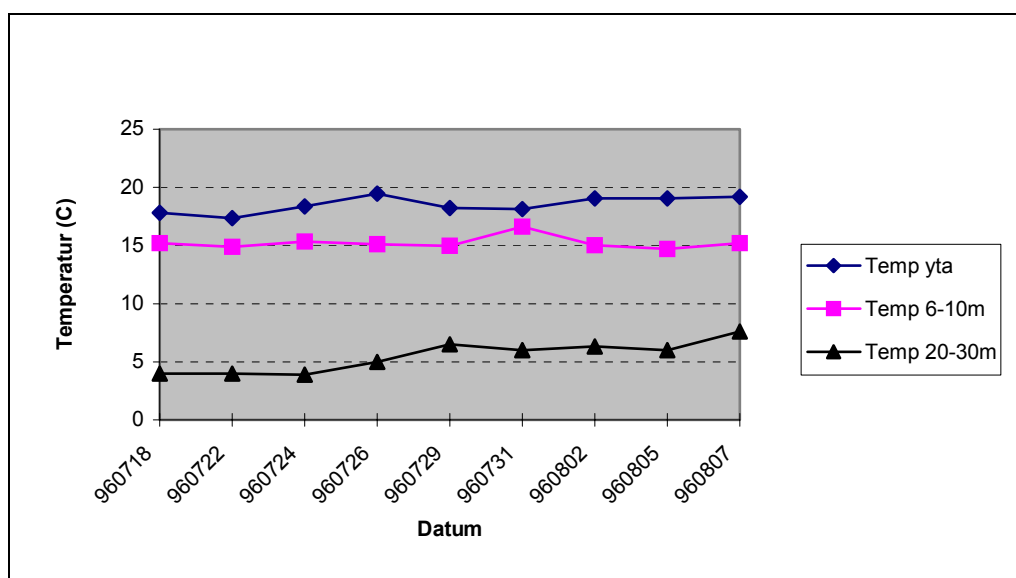
Envägs ANOVA användes för att statistiskt belägga skillnader i djup, kondition, längd och ålder, mellan de olika grupperna. För att se vilka grupper som skilde sig åt användes Fischers PSLD och Sheffes post-hoc test. I dessa test erhöles p-värden för eventuell skillnad mellan samtliga ingående grupper jämförda mot varandra. Signifikant skillnad förelåg mellan två områden då p-värdet var under 0,05.

F-test utfördes sedan för att se ifall variansen över materialet var homogen. Även i detta test erhöles ett p-värde. Detta skall dock vara högt, dvs det skulle ej finnas någon signifikant skillnad i varians inom materialet. Gränsen för detta p-värde sattes till 0,1.

Korrelationsberäkningar i Statview och Excel 7.0 utfördes på material om antal individer av de olika arterna för att se eventuella samband mellan dessa. I Excel gjordes korrelationsberäkningar baserade på medelantal av individer av abborre/mört per åldersgrupp mot medelantal av övriga arter inklusive den egna. Signifikant korrelation betraktades den där r-värdet var över 0,7 eller under -0,7, vilket gav ett  $r^2$ -värde på 0,49. Detta innebar att ca 50 % av korrelationen kunde förklaras som riktig.

## Resultat

Vindförhållandena var under fisket normala. Två dagar under perioden blåste det för mycket för att fisket skulle kunna bedrivas. Medelvindstyrkan de morgnar och kvällar som nät togs upp respektive lades i var 2,5 m/s. Den dominerande vindriktningen var från sydväst. Vattentemperaturen under fiskeperioden vid ytan, på 6-10 m djup och 15-30 m djup kan ses i figur 2. Temperaturen vid ytan höll sig kring 18-19°C. På 6-10 m djup låg den på ca 15°C och på 20-30 m djup ökade den från 4 till 8°C från fiskets början till slut.



Figur 2: Temperatur i olika djupintervall under fiskeperioden.

Termoklinen i viken befann sig i allmänhet på 9-10 m djup. Undantaget är Dynestadsjön där termoklinen låg på 4 m djup. Även en haloklin påvisades på detta djup.

Totalt fångades 3338 fiskar med en sammanlagd biomassa på 161 kg i de 108 nät som lades i den 2 mil långa viken. 16 arter påträffades i näten, samt en art som togs på spö.

Den procentuella fördelningen av individantalet kan ses i tabell 1. De antalsmässigt dominerande arterna i Gamlebyviken var mört (36 %), abborre (23 %), strömming (16 %) och löja (7 %). Gers var den femte mest abundanta arten och utgjorde 6 % av de fångade fiskarna, varefter björknan kom med 5 %. Gäddan utgjorde endast 0,3 % av antalet fångade fiskar.

Varken ål, gös, oxsimpa, piggvar, ruda, rötsimpa, flundra, tobis, torsk eller vimma påträffades i Gamlebyviken, till skillnad från referensområdena.

Tabell 1: Antal av enskilda arter och deras procentuella fördelning i Gamlebyviken och referensområdena. Data för Mönsterås, Torsås och Kvädöfjärden är hämtade ur Andersson *et al* 1994.

Område	Gamlebyviken		Mönsterås		Torsås		Kvädöfjärden	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Abborre	771	23	1511	58	1220	41	4819	39
Björkna	179	5	250	10	46	2	2913	23
Braxen	16	<1					9	<1
Gers	191	6	23	<1	2	<1	458	4
Gädda	10	<1	3	<1			72	<1
Gulål					1	<1		
Gös							32	<1
Id	3	<1	54	2	26	<1	35	<1
Lake	3	<1			5	<1		
Löja	235	7			20	<1		
Mört	1212	36	549	21	1318	44	3800	31
Nors	12	<1					15	<1
Oxsimpa			7	<1	18	<1	1	<1
Piggvar			2	<1	7	<1		
Ruda							3	<1
Rötsimpa							3	<1
Sarv	134	4	6	<1	1	<1	122	<1
Sik	1	<1	3	<1	1	<1		
Skarpsill	46	1	10	<1				
Flundra			138	5	173	6	81	<1
Strömning	523	16	34	1	123	4	25	<1
Tobis					1	<1		
Sutare	(1)*	<1	1	<1			1	<1
Torsk			1	<1	3	<1		
Tånglake	1	<1	6	<1				
Vimma			1	<1	18	<1	35	<1
M.havsnål	1	<1						
Summa	3338		2599		2983		12424	
Antal arter	17		17		17		17	

\*Togs på spö i Dynestadskilen inom gult område vid punkt A10a.

Den procentuella fördelningen av biomassan fisk på olika arter kan ses i tabell 2. Biomassan dominerades av abborre (34 %), mört (27 %), björkna och braxen (8 %). Gäddan utgjorde 6 % av den totala biomassan och sarven 5 %.

Tabell 2: Biomassa av enskilda arter och deras procentuella fördelning i Gamlebyviken och referensområdena. Data för Mönsterås, Torsås och Kvädöfjärden är hämtade ur Andersson *et al* 1994.

Område	Gamlebyviken		Mönsterås		Torsås		Kvädöfjärden	
	Biomassa	%	Biomassa	%	Biomassa	%	Biomassa	%
abborre	54,9	34	224	53	181	52	394	35
björkna	12,7	8	26,4	6	3,7	1	283	25
braxen	12,2	8					5,5	<1
gers	3,3	2	0,7	<1	0,2	<1	12,6	1
gädda	9,5	6	2,6	<1			56,1	5
guläl					0,1	<1		
gös							6,5	<1
id	4,1	3	83,2	20	34,4	10	39,8	4
lake	3,4	2			0,04	<1		
löja	2,1	1			0,3	<1		
mört	43,5	27	44,7	11	93,2	27	299	27
nors	0,5	<1					0,2	<1
oxsimpa			0,2	<1	0,2	<1	0,03	<1
piggvar			1,1	<1	1,8	<1		
ruda							2,9	<1
rötsimpa							0,1	<1
sarv	7,8	5	1,4	<1	0,2	<1	11,7	1
sik	0,04	<1	3	<1	0,4	<1		
skarpsill	0,4	<1	0,4	<1				
flundra			31,2	7	22	6	9,2	<1
strömning	6,4	4	1,4	<1	7,7	2	0,8	<1
tobis					0,01	<1		
sutare			1,1	<1			1,6	<1
torsk			0,4	<1	1,7	<1		
tånglake	0,02	<1	0,3	<1				
vimma			0,1	<1	2,4	<1	4,8	<1
m.kantnål	0,001	<1						
Summa	160,9		422,6		350,1		1127,6	

Medelantal och medelbiomassa av alla arter, mört och abborre i olika djupintervall i Gamlebyviken och referensområdena redovisas i tabell 3. Vissa djupintervall saknas i fiskena i referensområdena, liksom det totala antalet och biomassan av alla arter, mört och abborre för djupintervallen.

I Gamlebyviken fångades både störst antal och biomassa av fisk i det grundaste intervallet, och minst i det djupaste. Abborren var mest abundant och hade störst total biomassa på djup mellan 1,5-3 m. Mört var även den mest abundant i det grundaste intervallet men hade störst total biomassa mellan 6-10 m djup. Två abborrar men ingen mört fångades i det djupaste intervallet.

Tabell 3. Medelantal och medelbiomassa (kg) av alla arter, mört och abborre för Gamlebyviken och referensområdena i olika djupintervall. Data för Mönsterås, Torsås och Kvädöfjärden är hämtade ur Andersson *et al* 1994.

	Totalt	Medel / nät	Std. av.	Totalt	Medel / nät	Std. av	Totalt	Medel / nät	Std.av.	Totalt	Medel / nät	Std.av.
<b>Gamlebyviken</b>	<b>1.5-3 m</b>			<b>3-6 m</b>			<b>6-10 m</b>			<b>15-30 m</b>		
Alla arter,antal	1429	39,7	39,4	816	29,1	17,6	993	33,1	20	100	7,1	6,4
Alla arter,biom.	58,4	1,6	1,8	47,8	1,7	1,6	49,1	1,6	0,8	5,3	0,4	1,0
Abborre, antal	316	10,5	5,3	227	8,1	5,2	226	7,5	8,2	2,0	0,1	0,4
Abborre, biom.	21,8	0,9	0,6	16,2	0,6	0,5	16,7	0,6	0,5	0,2	0	0
Mört, antal	662	18,3	17,4	269	9,6	8,9	281	9,4	7,8	0	0	0
Mört, biom.	14,7	0,5	0,4	11,8	0,4	0,3	17	0,6	0,4	0	0	0
Antal nät	36			28			30			14		
<b>Mönsterås</b>	<b>2-4 m</b>						<b>6-10 m</b>					
Alla arter, antal	51,1		22,8				17,8		18,5			
Alla arter,biom.	6,6		4,8				3,2		2,9			
Abborre,antal	23,9		10,3				7,6		8,7			
Abborre, biom.	2,8		1,8				0,6		0,63			
Mört, antal	16,1		11,9				0,3		0,2			
Mört, biom.	1,0		1,0				0,3		0,38			
Antal nät	15						13					
<b>Torsås</b>	<b>2-4 m</b>						<b>6-10 m</b>					
Alla arter,antal	75,5		26,2				18,2		11,6			
Alla arter,biom.	10,4		6,1				2,0		1,1			
Abborre, antal	45,5		26				5,2		4,6			
Abborre, biom.	6,9		4,5				0,7		0,7			
Mört, antal	24,9		13,1				6,1		9,8			
Mört, biom.	1,4		0,9				0,5		0,8			
Antal nät	17						29					
<b>Kvädöfjärden</b>	<b>2-4 m</b>						<b>6-10 m</b>					
Alla arter,antal	162		118				155		94,9			
Alla arter,biom.	14,9		14,2				14,4		8,9			
Abborre, antal	57,7		37,2				51,3		30,0			
Abborre, biom.	4,4		5,4				3,9		2,3			
Mört, antal	44,4		28,1				45,1		40,9			
Mört, biom.	2,8		2,4				4,4		4,5			
Antal nät	30						26					

Tabellen i bilaga 2 redovisar totalt antal och biomassa (g) av alla fångade fiskar, medelantal och medelbiomassa per nät, samt standardavvikelser, uppdelade i de fyra olika djupintervallen i Gamlebyviken.

Tabellen i bilaga 3 redovisar antal och biomassa (g) av respektive fiskart som fångades i varje provpunkt.

## Gruppindelning

Analysen i PRIMER av det erhållna materialet från provpunkterna med avseende på artsammansättning och antal, resulterade i sex stycken grupper med en inbördes likhet på minst 60 %, vilket kan ses i det dendrogram som programmet producerar (bilaga 4). Dessa benämndes som grupp grön, gul, röd, blå, violett och orange. Utöver dessa sex grupper kunde ytterligare två grupper urskiljas. I vissa djupare nät i blå i Almviken och Dynestadssjön, erhöles ingen fisk. Dessa nät benämndes som grupp svart. Nät lagda i det djupaste intervallet, men även vissa i övriga intervall, fångade ofta bara lite fisk och då främst strömning samt enstaka exemplar av nors, gers, lake, sik eller abborre. Dessa nät benämndes som grupp vit. Denna sista grupp hade dock liten inbördes likhet, beroende av att den totalt innehöll relativt många arter men i få exemplar. Denna grupp har inte varit föremål för ingående analyser. Grupp grön utgörs av 4 nät. Gul av 10 st. Röd av 21 st. Blå av 9 st. Violett av 29 st och orange av 14 st.

Gruppernas geografiska utbredning redovisas på karta i bilaga 5.

## Djupskillnader

Statistisk analys med ANOVA visade att djupet som näten inom färggrupperna hade lagts på i de flesta fall kunde skiljas åt mellan grupperna. Enligt Fischer's PLSD var det signifikant skillnad mellan alla grupper utom grön-violett, gul-blå, gul-orange och blå-orange. Signifikansnivån sattes till 5 %. Grön och violett hade samma medeldjup på 3,7 m vilket var det lägsta bland grupperna. Gul, blå och orange hade alla ett medeldjup på 6,7 m. Röd grupp hade det största medeldjupet som låg på 9,3 m.

## Ingående beskrivning av färggrupperna

Analysen i SIMPER visade vilka arter det var som förklarade huvuddelen av gruppernas inbördes likhet (tab 4).

Tabell 4. Visar i procent hur mycket olika arter förklarar av likheten inom de i PRIMER erhållna grupperna. Likheten är beroende av antal individer och artsammansättning

Grupp	Mört	Abborre	Gers	Sarv	Löja	Strömning	Björkna	Braxen
Grön	22	23		12	28	6		7
Gul	25	25	22	15	3	8		
Orange	45	37	9			7		
Röd	27	16	17			31	8	
Blå	24	40	18				17	
Violett	48	38			10		3	

Antal och biomassa av arter, samt medelvärden och standardavvikelser, i de olika grupperna redovisas i bilaga 6.

**Grön** grupp var större delen av Dynestadssjön samt ett litet område strax norr om Kasimirsborg. I denna grupp förklarades ca 70 % av likheten av löja, abborre och mört. Denna likhet är ej direkt översättbar i abundans och biomassa varvid även dessa kommenteras nedan. Gruppen hade en förhållandevis stor andel löja, braxen och sarv. Här fanns även gott om strömning, och området kan vara ett viktigt uppväxtområde. I denna grupp var medelbiomassan för abborre per nät högst i hela viken. Kvoten biomassa per nät av abborre/mört var 2,3, och medelantalskvoten abborre/mört per nät är 0,7. Medeldjupet i gruppen var 3,7 m. Medeldjupet bestämdes på så sätt att nät lagda i intervallet 1,5-3 m gavs djupet 3 m och nät lagda i intervallet 3-6 m gavs djupet 6 m osv. Ett medel på de i gruppen ingående näten beräknades sedan.

**Gul** grupp var hela Dynestadskilen och en bit ned i norra Gamlebyviken. Dominerande arter var, förutom abborre och mört, sarv och gers. I gruppen förklarades nästan 90 % av likheten av arterna mört, abborre, gers och sarv. Gersens medelbiomassa per nät var här den högsta av alla grupper. Förekomsten av strömmingen minskade i denna grupp. Medeldjupet i gruppen var 6,7 m. Kvoten biomassa abborre/mört var 2,3 vilken var den högsta i viken, och antalskvoten 1,6.

**Orange** grupp var ganska spridd, med områden norr om ön Ullevi, nordväst om Vistingsö, väster om Vålningebo, en stor del av Almviken, ett litet område på nordostsidan av viken vid Västervik och dominerande på lite större djup öster om Näset ned mot Stensnäs. Lite gers och strömming förekom. Medeldjup i gruppen var 6,7 m. Kvoten biomassa abborre/mört var 1,2 och antalskvoten 0,8.

**Röd** grupp var koncentrerad till "skärgårdsområdet" mitt i viken, samt ett litet område kring Granö. Likheten inom den röda gruppen förklarades till drygt 30 % av närvaron av strömming. I denna grupp var antal och biomassa av strömming högst per nät i hela viken. Strömmingen lekte vid denna tid. Medeldjup var 9,3 m. I röd grupp fanns den näst högsta medelbiomassan av björkna. Kvot mellan biomassa abborre/mört var 0,8 och antalskvoten var 0,7.

**Blå** grupp förekom fläckvis från västra Granfjärden, i norra delen av "skärgårdsområdet", kring Hällarna, Knaggen, och väster om Visingsö. Söderut i viken förekom gruppen regelbundet längs stranden på 6-10 m djup, där den ofta låg utanför det violetta området. Den blåa gruppen dominerades främst av abborre, som där svarade för hela 40 % av likheten inom gruppen. Den var ganska lik orange och hade samma medeldjup och liknande kvot abborre/mört, men hade en större förekomst av björkna och gers. Medeldjup 6,7 m. Kvoten biomassa abborre/mört var 1,6, vilken var den tredje högsta i viken, och antalskvoten var 2,2, vilken var den högsta i viken.

**Violett** grupp dominerar grundområdena längs stränderna i hela viken, men går djupare ut vid tex ön Finland, Hällarna, söder om Sandviken och i Almviken. Vid ön Ullevi tas grundområdena succesivt över av gul grupp. I den violetta gruppen förklaras ca 90 % av likheten av abborre och mört. Mört dominerar starkt inom gruppen, men förekomst av löja och braxen är ändå relativt stor. Medeldjup 3,7 m. Kvoten biomassa abborre/mört är 1,3 och antalskvoten 0,4, vilken är den absolut lägsta i viken.

**Vit** grupp utgörs av alla djupare områden (>15 m djup). I denna dominerar strömming, gers och nors. En lake fångades i djupet norr om "skärgårdsområdet" och längre söderut fångades allt mera gers. En björkna fångades norr om Näset. Längst söderut i viken fångades gruppens enda abborre.

**Svart** grupp utgörs av områden där ingen fisk har fångats i våra nät. I Dynestadsjön fångades ingen fisk djupare än 4 m och detta var det enda stället i viken där ingen fisk fångades på detta djup. I Almviken fångades inte någon fisk på 25 m djup.

Tabell 5. Kvoter medelbiomassa och medelantal per nät av abborre/mört.

	Grön	Gul	Orange	Röd	Blå	Violett	Vit
Biomassakvot	2,3	2,3	1,2	0,8	1,6	1,3	-
Antalskvot	0,7	1,6	0,8	0,7	2,2	0,4	-

## Kondition

Baserat på medellängd och medelvikt på samtliga fångade fiskar och arter, utom sutare, beräknades "medelkonditionen" för respektive art (tab 6).

Tabell 6. "Medelkonditionen" på samtliga fångade arter, utom sutare.

Art	Antal	"Medelkondition" (100g/cm <sup>3</sup> )
Id	3	1,63
Braxen	16	1,53
Abborre	771	1,50
Gers	191	1,40
Sarv	134	1,38
Björkna	179	1,13
Lake	3	1,08
Mört	1212	1,02
Gädda	10	0,89
Skarpsill	46	0,70
Löja	235	0,62
Strömming	523	0,61
Sik	1	0,61
Nors	12	0,46
Tånglake	1	0,46
M.Kantnål	1	0,01

## Resultat med inriktning på abborre

### Kondition

Medelkonditionen hos abborre i de olika områdena kan ses i tabell 7. Inga signifikanta skillnader kunde påvisas mellan dem vid analys med ANOVA (Scheffe's *post hoc*, sign. nivå 5 %) och skillnaderna i medelkondition analyseras därför ej vidare.

Medelkonditionen hos alla fiskar visas i figur 3.

Tabell 7. Medelkondition i områdena

	Antal	Medel	Std. avv.
<b>Blå</b>	75	1,028	0,138
<b>Grön</b>	48	1,113	0,269
<b>Gul</b>	95	1,121	0,192
<b>Vit</b>	74	1,074	0,132
<b>Violett</b>	221	1,055	0,093
<b>Orange</b>	96	1,057	0,111

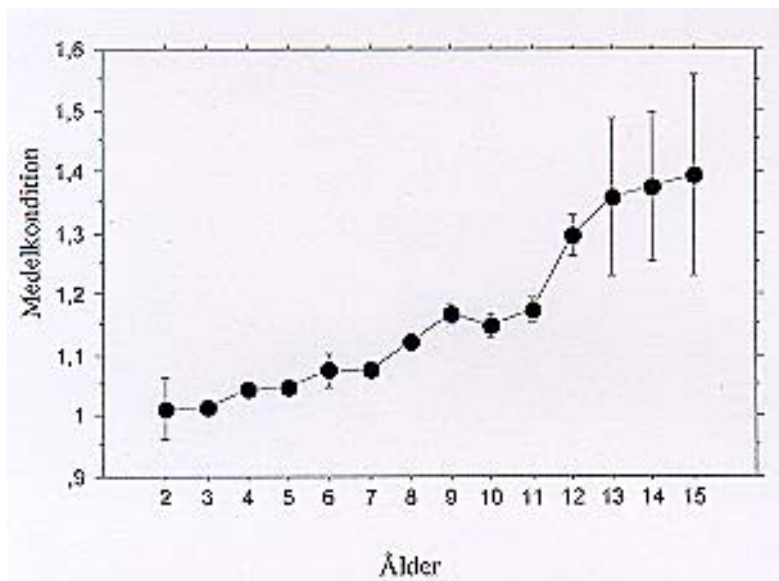


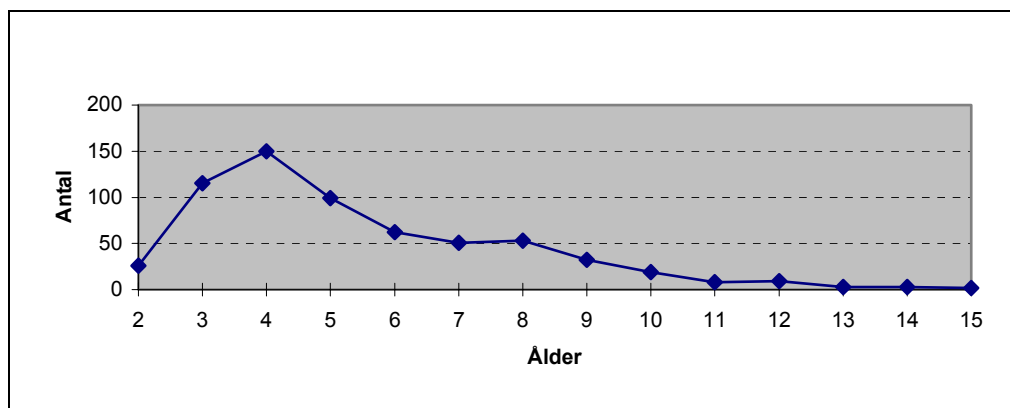
Fig 3. Medelkondition för alla fiskar vid en viss ålder med standardavvikelse.

Antalet fiskar i åldrarna 2 år och över 12 är ganska litet, vilket ger den stora standardavvikelsen.

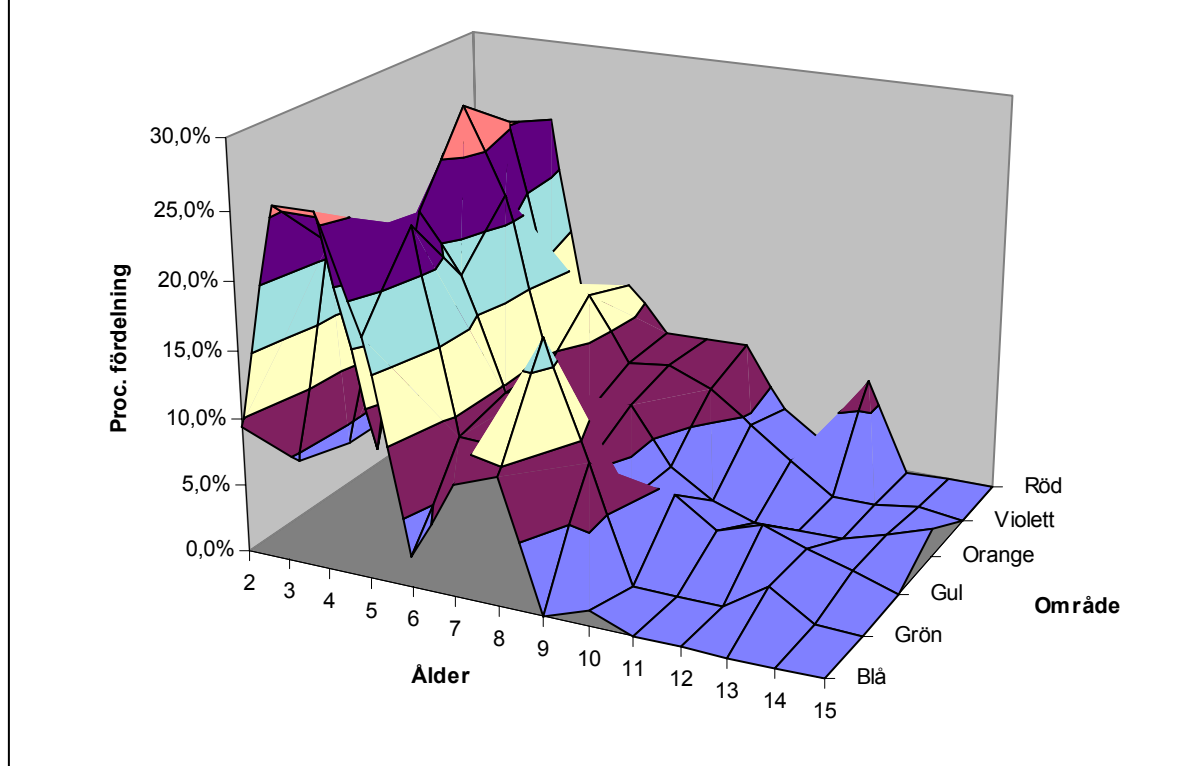
Konditionen uppvisar en klart stigande trend med ökande ålder. Den största ökningen finns mellan 11 och 13 år, men den stora standardavvikelsen gör resultatet osäkert över 12 års ålder.

### Åldersfördelning

Den totala åldersfördelningen av abborre kan ses i figur 4, och fördelningen i områdena i figur 5. Antalet åldersbestämda abborrar är 632.



Figur 4. Antal fiskar vid en viss ålder i hela viken.



Figur 5. Procentuell fördelning av antal fiskar vid en viss ålder i de olika områdena.

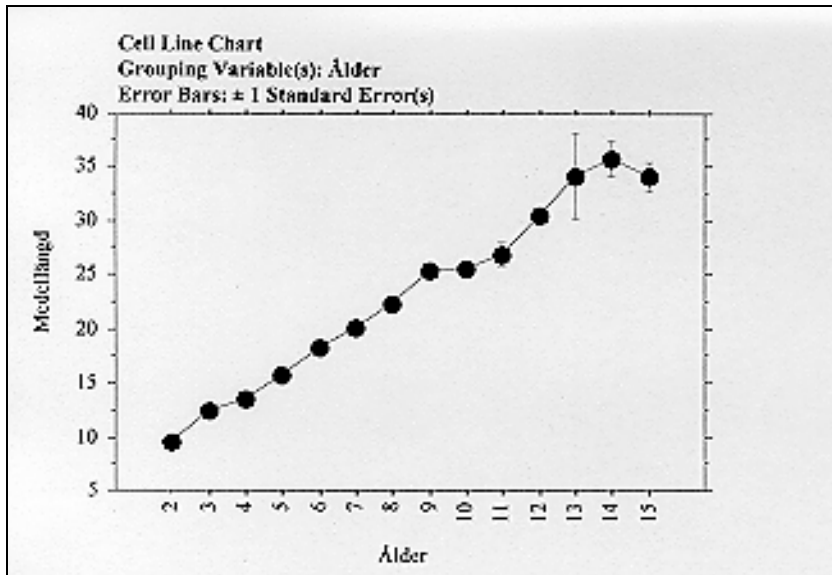
Majoriteten av fiskarna finns kring en ålder av 3 - 5 år. Ålderskurvan planar sedan ut från 6 till 8 års ålder, för att sedan sjunka raskt mot den högsta åldern på abborre som uppmätts i undersökningen; 15 år.

Signifikanta skillnader i åldersstruktur påvisades mellan blått och rött område, samt mellan violett och rött område med ANOVA (*post hoc* Sheffe, sign. nivå 5 %). I det röda området finns en lägre andel 2- och 3-åringar och en högre av 6-åringar gentemot det blå området, där motsatt förhållande råder; hög andel 2- och 3-åringar och låg andel 6-åringar.

Violett område har högre andel abborrar från 2 till 6 års ålder än det röda.

### Medellängd och tillväxt

Medellängd av fångade abborrar visas i figur 6. Den enda statistiskt säkerställda skillnaden i tillväxt -ANOVA, *post hoc* Scheffe, sign. nivå 5%- är vid åldern 5 år, mellan grön och violett grupp. Detta visas ej i figuren, då denna skillnad ändå var så liten att den knappast spelar någon roll för resultatet, vilket den ringa standardavvikelsen vid åldern 5 år visar.

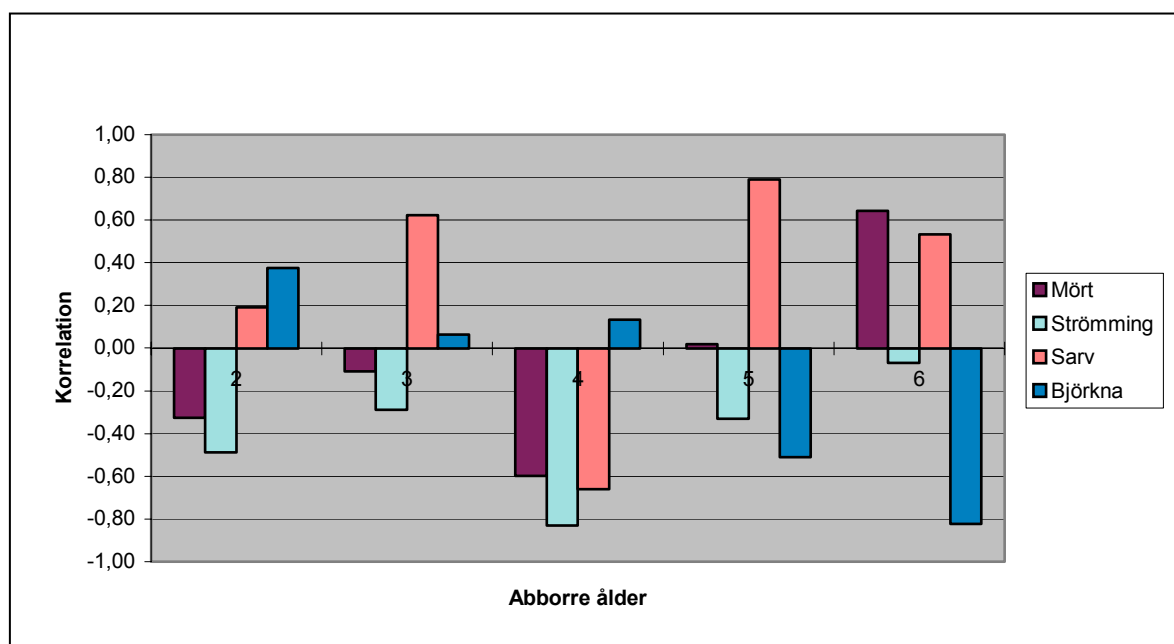


Figur 6. Medellängd av abborre åldersvis i hela Gamlebyviken.

Längdtillväxten i Gamlebyviken är nära nog linjär, enligt formeln  $Y=5,727+2,064*X$ ;  $R^2=0,863$ .

### Interspecifika och intraspecifika korrelationer

I figur 7 visas ett korrelationsdiagram med de 4 arter, som hade de högsta korrelationsgraderna gentemot abborren.



Figur 7. Korrelationer över antal abborrar vid en viss ålder vs de arter med r- värde över +/- >0,7.

Korrelationerna visade sig vara över 0,7 negativt mot strömming vid en ålder på abborren av 4 år, positivt mot sarv vid en ålder av 5 år, och negativt mot björkna vid 6 års ålder.

4-åriga abborrar har en negativ korrelation mot både mört, strömming och sarv, men en svag positiv mot björknan.

Björknan övergår från att vara positivt korrelerad (mycket björkna= mycket abborre) till negativt vid en ålder på abborren av 5 år.

Lika signifikant är sarv positiv mot 5-åriga abborrar, men negativ vid fyra år.

### Födosammansättning

Abborrens födosammansättning i hela viken visas i figur 8. För enkelhets skull har födan först grupperats i polychaeter, mollusker, insekter, större kräftdjur, plankton, och ”annat”. Andelen av olika bytesdjur redovisas i figurer 9 till 13.

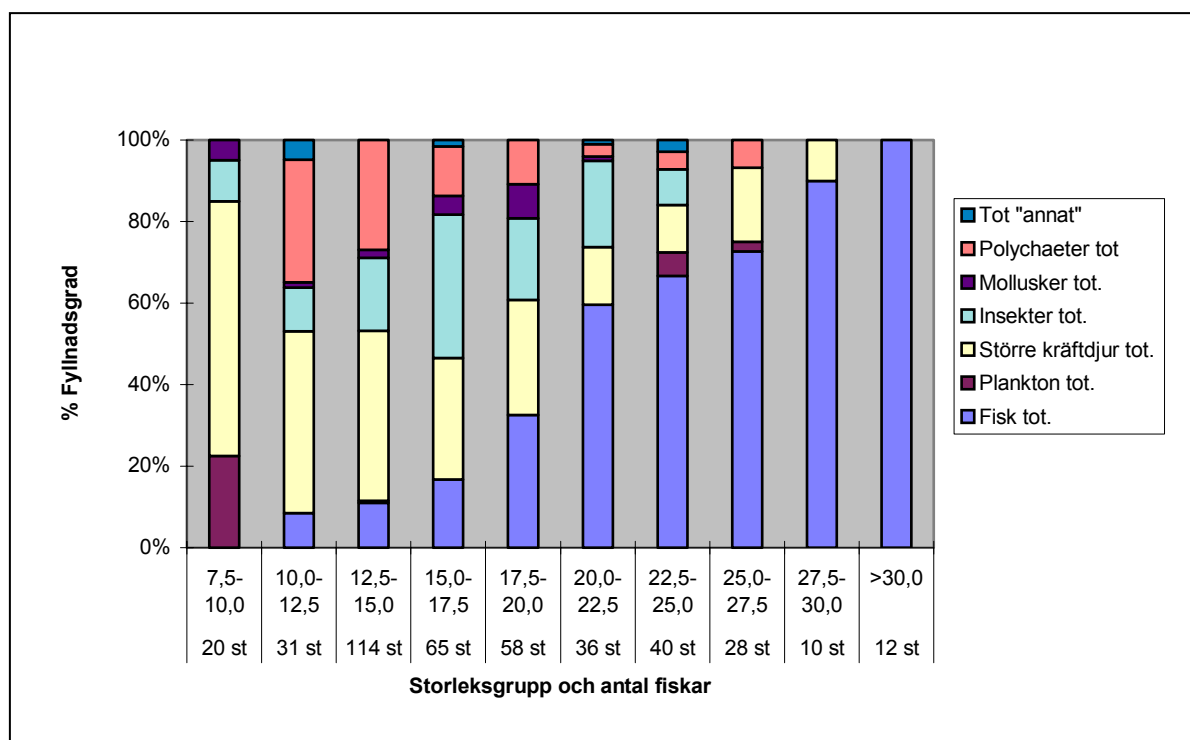


Fig 8. Födans sammansättning i de olika storleksintervallen, uppdelad i födogrupper. Antalet analyserade fiskmagar står under storleksgruppens längdintervall.

Vid en längd upp till 10 cm finns fortfarande en stor del plankton med i födan, för att sedan nästan helt försvinna, när abborren övergår till bentisk föda. Andelen benthos är som störst i längdintervallet 7,5-20,0 cm, och teorin om ett kortare benthos-ätande stadium pga. konkurrens stöds därför inte. I det analyserade materialet börjar abborren äta fisk vid en längd på 10 cm, och andelen fisk ökar sedan successivt, tills dieten helt består av fisk vid en längd på abborren av 30 cm. Övergången från främst bentisk föda till fisk ligger i intervallet 17,5-22,5 cm.

Sammansättningen av arter i de olika födogrupperna nedan.

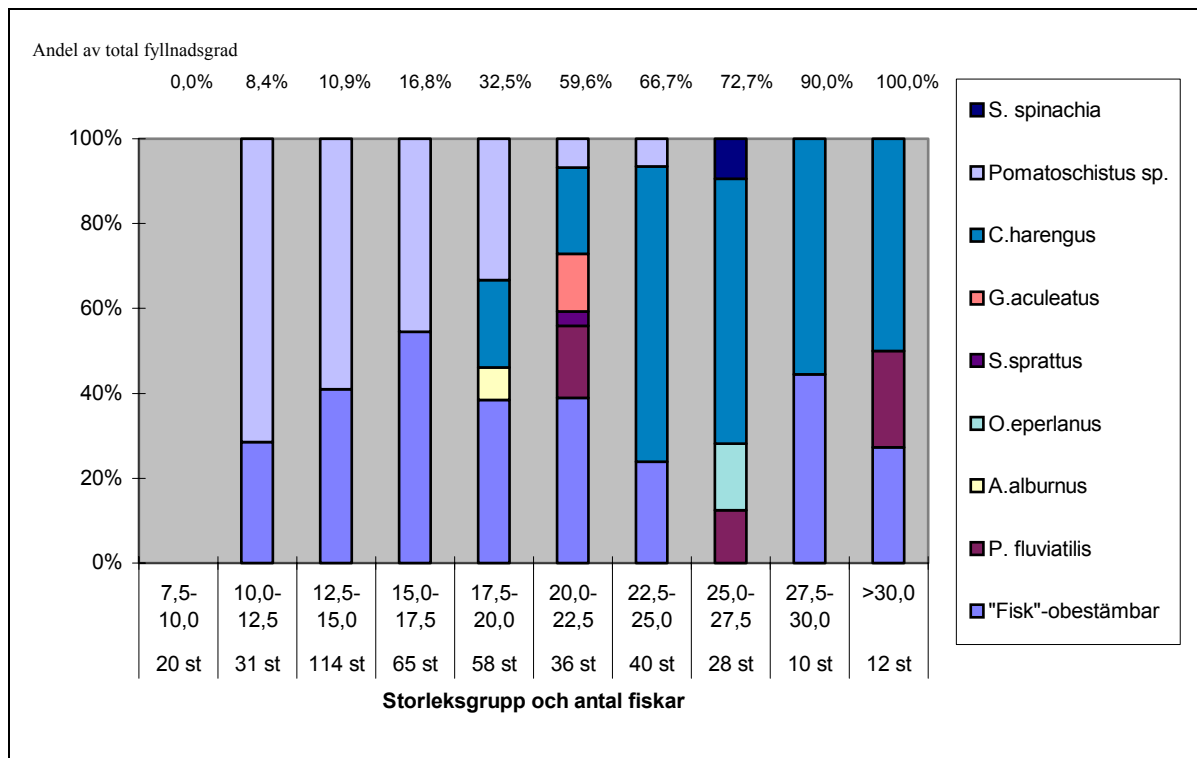
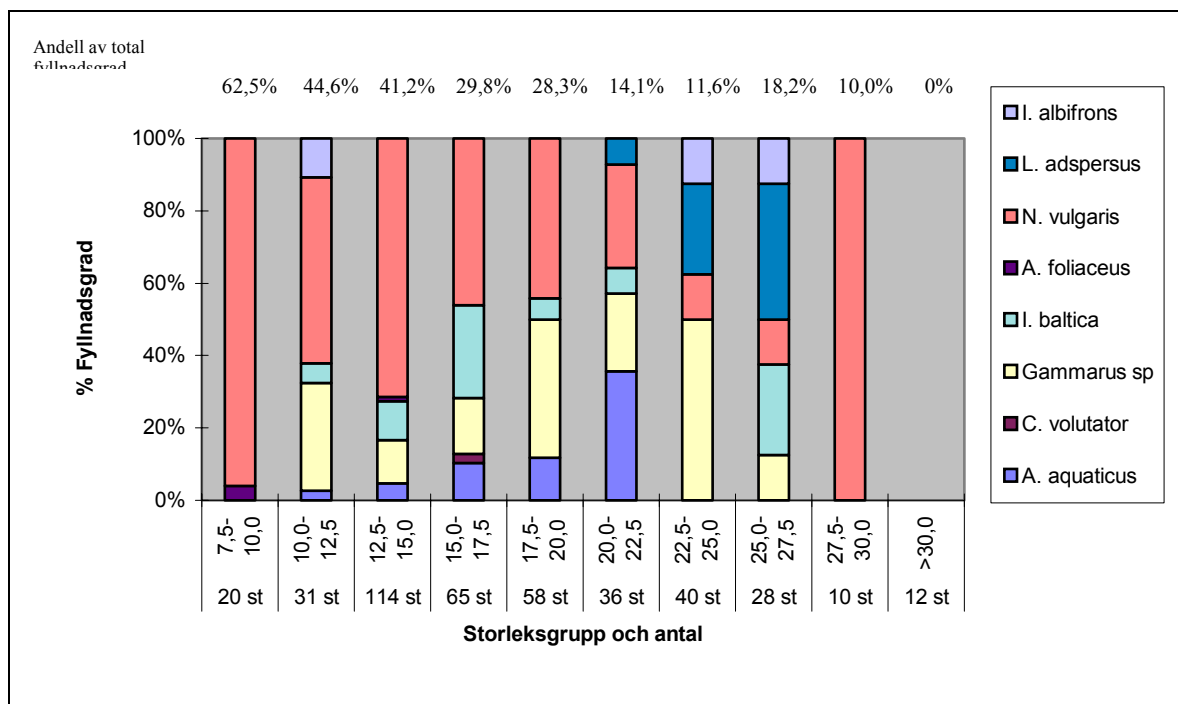
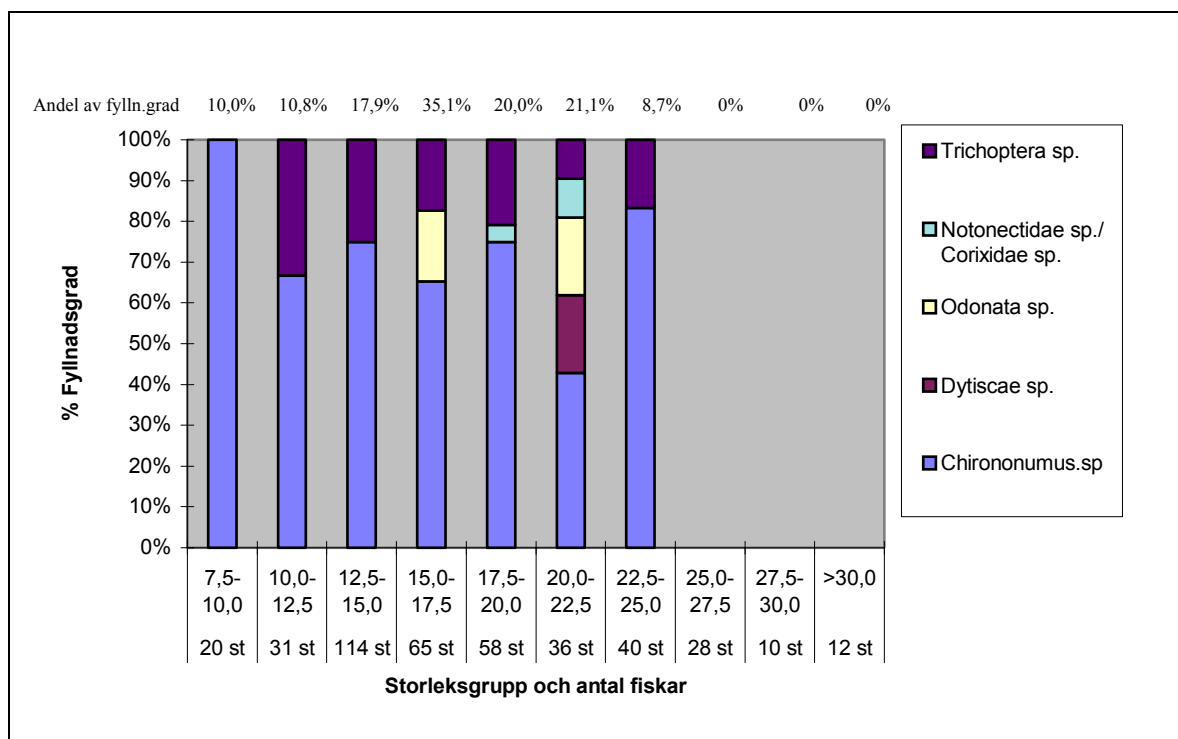


Fig. 9. Fiskarter i födan. Andelen fisk i den totala fyllnadsgraden anges ovan figuren.

De mest förekommande fiskarterna är strömming (*Clupea harengus*) och stubb (*Pomatoschistus sp.*), vilka båda är marina arter. Stubb dominerar fiskbytena tills abborren blir 20 cm, varefter strömmingen alltmer tar över dess roll. Födovallet verkar också bli alltmer diverst när abborren blir större. Kannibalism förekom i tre fall, alla när predatoren var större än 20 cm. Det var alltså ej vanligt förekommande. Fisk förekommer i födan från en längd på abborren från 10 cm i ökande grad, och ökar kraftigast i intervallet 17,5 - 25,0 cm.

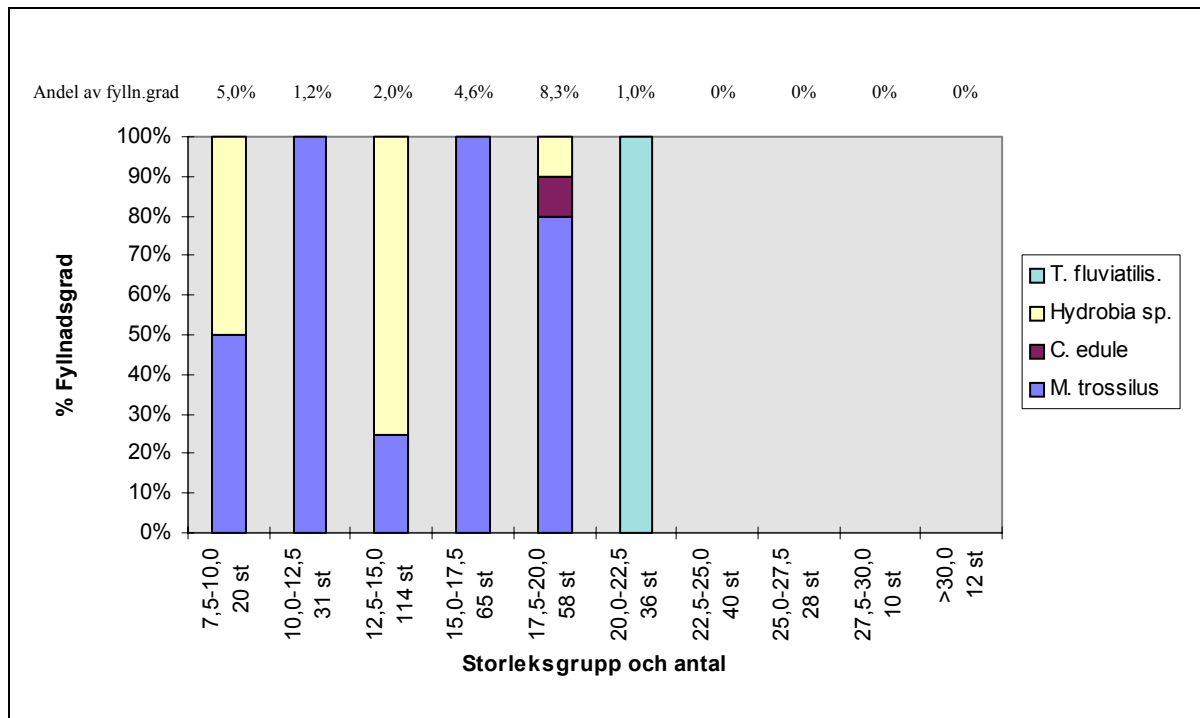


Figur 10. Kräftdjursarter i födan. Andelen kräftdjur i den totala fyllnadsgraden anges ovan figuren. Pungräka (*Neomysis vulgaris*) verkar vara en stapelföda för abborre vid nästan alla storlekar.



Figur 11. Insektsarter i födan. Andelen insekter av den totala fyllnadsgraden anges ovan figuren.

Insektsfödan domineras starkt av fjädermygglarver, som kan gå långt ut i brackvatten. Rent limniska arter som ryggsimmare och dykare förekommer. Insekter förekommer dock ej alls i födan över en längd hos abborren av 25 cm.



Figur 12. Molluskarer i födan. Andelen mollusker av den totala fyllnadsgraden anges ovan figuren. Mollusker utgör en mycket liten del av födan för abborren, eftersom den har svårt att krossa skal. Den vanligast mollusken är blåmussla (*M. trossulus*) som har ett ganska tunt skal, och som dessutom inte lever nedgrävd.

För födogrupperna polychaeter och plankton består födan av *Nereis diversicolor* respektive *Bosmina sp.* och *Daphnia sp.* Deras andel av total föda visas i tabell 8.

Tabell 8. Procent av polychaeter och plankton i den totala födan för olika storleksgrupper av abborre.

Storleksgrupp	7,5-10,0	10,0-12,5	12,5-15,0	15,0-17,5	17,5-20,0	20,0-22,5	22,5-25,0	25,0-27,5	27,5-30,0	>30,0
Polychaeter	0,0	30,1	26,9	12,2	10,8	3,0	4,4	6,8	0,0	0,0
Plankton	22,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0

Vidare analys av planktonarter var ej möjlig pga. tidsbrist. *N. diversicolor* utgör en ganska stor del av födan under abborrens bentiska stadium (25-30 %) vid 10-15 cm.

## Diskussion

En översiktlig beskrivning av de i Gamlebyviken påträffade fiskarterna ges i bilaga 7, vilken tjänar som grund för en del av diskussionen nedan.

Nätens effektivitet kan diskuteras. Nät är ett passivt fiskande redskap, och det går inte att mäta passerad volym vatten. Fångsterna beror av fiskens beteende (Rudstam 1988) vilket är olika beroende av art, födotillgång, utvecklingsfas, temperatur, turbiditet och ljus osv. Trots nackdelarna har nät ändå den lägsta variationskoefficienten (75,6 %), när man jämför med trålning, ryssjor och not (Craig *et al* 1986). Det behövs 3 st nät per hektar och natt för att fånga 50 % av en fiskpopulations abborrar (Jensen 1976). Detta innebär att endast en bråkdel av fiskpopulationen har fångats i de 108 nät som lades eftersom Gamlebyvikens area uppgår till 2750 ha (Alcén *et al* 1984). Viken har dessutom helt andra djupförhållanden än den sjö där Jensen gjorde sin undersökning. Det skulle dock med Jensens resonemang behövas 8250 nät i Gamlebyviken för att fånga 50 % av populationen. I min undersökning har teoretiskt därför endast maximalt 7 promille av vikens totala fiskpopulation med avseende på abborre fångats. Dessutom medtas ej de andra fiskarterna i detta resonemang. Denna siffra är orimligt hög eftersom den pelagiska fisken i vikens djupare delar ej kunnat fångas med de använda bottennäten. Många av fiskarterna är även starkt knutna till mindre djup längs stränderna som tex löja, braxen, sarv och björkna.

Nästan helt fulla sektioner i näten påträffades ibland, vilket kan ha underrepresenterat vissa antalsrika storleksgrupper. Detta problem med övermätning av främst småmaskiga sektioner har tidigare belysts av Persson (1983).

Ålen saknades i undersökningen eftersom fångstredskap för dessa ej användes. Emellertid påträffades vid ett par tillfällen slemringar kring maskorna, vilket indikerar närvaro av ål. Det finns annars rikligt med ål i Gamlebyviken enligt fritidsfiskaren Nils Rydström.

Vid jämförelse med referensområdena måste hänsyn tas till nätmaskornas storlek. Dessa var överlag mindre i vår undersökning. Detta gav en något sned fördelning av antalet fångade fiskar, eftersom andelen mindre fiskar oftast är högre. Därför blir jämförelserna aningen haltande. Biomassan fångad fisk ökar nästan linjärt med minskande maskstorlek (Neuman 1974). Sambandet gällde för maskstorlekarna 22 till 50 mm och för arterna abborre, björkna och mört, medan simporn inte hade något sådant samband. Fiskens kroppsform spelar alltså en stor roll. Detta innebär således att vi borde erhållit större biomassa fisk totalt per nät, dock med lägre medelvikt per fisk. Medelvikten på fångad fisk var 48,2 g. Medelbiomassa/nät ned till 10 m djup var 1,7 kg.

Vid jämförelse med referensområdena i tabell 1 och 2 måste även hänsyn tas till bottensubstrat och exponeringsgrad, eftersom fiskarterna är olika bundna till olika bottensubstrat. Undersökningen i Mönsterås och Torsås hade mycket blandade stationer med nät både på hårbotten och mjukbotten, samt exponerat och skyddat läge. Undersökningen i Kvädöfjärden utfördes i ett skyddat skärgårdsområde. Gamlebyviken karakteriseras som skyddad med bottensubstrat som domineras av findetritusgyttja (Tobiasson 1994) och "leryttja" (Hessle 1924). Med tanke på exponeringsgrad och bottensubstrat, borde fångsterna i Gamlebyviken och Kvädöfjärden ha mest lika sammansättning. Det föreligger dock en skillnad i eutrofieringsgrad då Kvädöfjärden beskrivs som mindre eutrofierad (Tobiasson 1992-1994).

Fördelningen av biomassa på abborre och mört stämde väl överens mellan de olika områdena, medan fördelningen av individantalet mellan arterna skiljde sig åt. Det fanns nästan dubbelt så många abborrar i Kvädöfjärden som det fanns i Gamlebyviken.

Vid ett provfiske vid Vinö i Misterhults skärgård (Andersson 1995) var de tre dominerande fiskarterna abborre, björkna och mört. Kvoten av medelantalet abborre/mört per nät var här 4,5. Området användes som referens till en annan undersökning, och bör således vara relativt opåverkat av antropogena faktorer.

Dominansen av abborre i Kvädöfjärden och Misterhults skärgård skulle kunna vara en produkt av de mindre eutrofa förhållandena här, vilket gav utslag på fiskpopulationens sammansättning. Antalet mört i Gamlebyviken var procentuellt sett inte så mycket större än i Kvädöfjärden. Det skiljde bara 5 procentenheter dem emellan.

Den procentuella fördelningen av total biomassa cyprinider (mörtsfiskar) i Gamlebyviken och Kvädöfjärden var 52 % respektive 57 %. Den procentuella fördelningen för totalt antal cyprinider var 52 % i Gamlebyviken och 54 % i Kvädöfjärden.

Förhållandet mellan total biomassa percider (abborrfiskar) och esocider (gäddor) var ca 40 % i båda områdena och förhållandet mellan totalt antal för desamma var 29 % i Gamlebyviken respektive 43 % i Kvädöfjärden.

Dessa siffror tyder på en stor likhet i cyprinid-, percid- och esocidsammansättning, vilket skulle innebära att eutrofieringen i Gamlebyviken ej påverkat fisksamhället nämnvärt.

Anledningen till att det procentuella antalet percider och esocider var mindre i Gamlebyviken hade troligen att göra med det stora antalet strömmingar vilket påverkade det procentuella förhållandet.

Olika slutsatser kan tydligen dras om eutrofieringsgraden beroende på vilka arter och grupper av arter som studeras.

Skillnader förelåg mellan områdena vad gäller antal och biomassa av strömming som var mycket, respektive något högre i Gamlebyviken och björkna, som i båda avseenden var mycket högre i Kvädöfjärden.

Medelvikten på fångad strömming i Gamlebyviken var  $12,1 \pm 5,2$  g och medellängden  $12,5 \pm 1,7$  cm. Konditionen på en "medelströmming" blev då 0,62, vilket var likt konditionen hos strömming i Åland i ett opåverkat område (Rajasilta 1992). Medellängden i fem olika områden i Ålands skärgård låg mellan 16 och 17 cm, och medelkonditionen låg mellan 0,65 och 0,69.

Om man antar att en normal fördelning erhöles på åldrarna av strömmingen i Gamlebyviken, kan man sluta sig till att Gamlebyströmmingen var mycket mindre till växten, men vid god kondition. Detta styrkte att viken hyste ett eget bestånd av stationär strömming.

Strömming brukar ej förekomma så långt in i skärgården på sommaren, vilket även det skulle stödja teorin om att Gamlebyviken hyser ett eget bestånd.

De stora strömmingar som påträffades ( $>17,5$  cm) skulle kunna ha vandrat in från kusten utanför, men isåfall borde även mindre strömming vandrat in. En troligare anledning till att större strömming ej fångades i så stor grad är att de lever pelagiskt på större djup, och därför ej kunnat fångas.

Att strömmingen i viken var småvuxen kan även bero på att den ej har fiskats yrkesmässigt sedan slutet på 50-talet (då f.ö. dylukt började uppträda i fisken), vilket har lett till en "tusen-brödra"- effekt på strömmingen, likt den som uppstår hos abborre i sjöar. Detta kan ha förstärkts av eutrofieringens grumlande effekt, då naturliga predatorer får svårt att fånga dem. Strömming full av rom eller mjölke började påträffas i slutet av juli i D-området, eventuellt var den speciella strömmingpopulationen i Gamlebyviken sommarlekande och ej vår- eller höstlekande, vilket strömming brukar vara.

Avsaknaden av flundra, tobis, och piggvar vid undersökningen i Gamlebyviken och Kvädöfjärden orsakades troligen av bottensubstratet, eftersom dessa arter är bundna till mer sandiga och grusiga bottnar (Neuman 1974). Torsken saknades i Gamlebyviken och Kvädöfjärden, och förekommer vanligtvis ej heller så långt in i skärgården. Torsk påträffades dock vid provfiskena i Mönsterås och Torsås.

I Gamlebyvikens mellersta del på Jungfruholmen häckade en koloni skarvar. Antalet par uppgick till ett par hundra. Dessa skulle hypotetiskt kunna påverka fiskpopulationen genom predation.

I en undersökning som gjordes 1975 på Svartö konstaterades efter analys av spybollar att skarvens föda huvudsakligen utgjordes av abborre (42 %), rötsimpa (24 %), mört (22 %) och tånglake (7 %) av sammanlagt 1550 identifierade fiskar. När undersökningen upprepades 1992 hade rötsimpan försvunnit från dieten och till viss del ersatts av mört, tånglake och gers. Abborren utgjorde även i denna undersökning 42 %, mörten 40 %, tånglake 10 % och gers 2 % av födan. Detta baserades på 240 st fiskar. Prefererad bytesstorlek ligger mellan 20-25 cm, men även byten mellan storlekarna 15-20 cm fångas (Lindell & Jansson 1993).

Skarven kan flyga upp till 40-50 km för födosök, och skarvarna i Gamlebyviken flyger ofta över till Gudingen (pers. komm. L-E Persson). Den iaktogs emellertid även under denna undersökning sökande föda inne i Gamlebyviken. Enligt lokala källor äter skarven mest abborre.

Skarvens påverkan på fiskpopulationen i Gamlebyviken är svår att uttala sig om pga dess födosökvanor, dock kunde en intressant fördelning av storleksgrupperna av mört ses i områdena kring Jungfruholmen. Här var de mindre storleksgrupperna relativt mer abundanta även på större djup än i andra delar av viken. Detta skulle kunna tyda på att skarven har påverkat storlekssammansättningen i fiskpopulationen genom predation, då den helst tar fiskar mellan 15-25 cm. Det skulle även kunna vara ett predationsundvikande beteende hos mört av denna storlek, vilken då söker sig till andra områden. Detta är dock bara en trend, och har ej säkerställts statistiskt eftersom materialet är för litet.

Fångsten av gädda blev liten. Detta kunde bero på den kalla sommaren, vilken gjorde att denna varmvattensfisk (Sandell & Karås 1995) fick låg aktivitet (till varmvattensfiskarna räknar Neuman (1974) björkna, mört och abborre-*ej* gädda). Gäddan har även ett relativt inaktivt rörelsemönster och en kroppsform som gör nät till ett ganska ineffektivt fångstredskap. Små fångster av gädda har även konstaterats vid provfisken i referensområdena Mönsterås och Torsås. Andersson *et al* (1994) förklarade denna låga andel med klimatfaktorer och predation från skarv. Vidare förkastade han högt fisketryck som orsak då gädda har stor förmåga att kompensera bortfall av större fiskar med ökad tillväxt och bättre rekrytering. Detta borde dock även gälla för predation på gädda från skarv.

I sjöar har man visat att utsättning av rovfisk leder till ett klarare vatten med mindre växtplankton. Dessa piscivorer prederar på zooplanktivor fisk, vilket leder till minskat predationstryck på djurplankton, som då kan beta ned fytoplankton. Turbiditetsökningen som vanligen sker vid eutrofiering, kan alltså motverkas vid utsättning av piscivor fisk (Andersson *et al* 1978, Benndorf *et al* 1984, Andersson 1985, Søndergaard *et al* 1990, Scheffer 1991 Persson 1997).

Yngelutsättning av gädda har skett regelbundet i Almviken sedan början av 1900-talet (Pettersson 1987). Gäddfångsten blev liten vilket skulle indikera att utsättningen gett dåligt resultat. Hänsyn måste dock tas till tidigare nämnda faktorer vilka gett upphov till en liten fångst. Inplanteringen har skett i begränsade geografiska områden, och då gäddan ej vandrar stora sträckor- upp till 2 mil, dock vanligen endast kring 2-3 km (Karås & Lehtonen 1990), blev effekterna på trofi-förhållandena i viken av gäddutsättningen troligen små. Kanske en

bättre effekt skulle kunna uppnås med en mer utspridd utsättning, där utsättningspunkterna ligger på ett avstånd av ca 4-5 km från varandra. Troligen påverkas dock ej trofiförhållandena märkbart av piscivori i brackvatten (Svedäng 1993).

Även sik har inplanterats, men endast en sik fångades av oss. Siken kräver kallt vatten med hög syrgashalt. Viken var fattig på syre i det kalla vatten som låg på djupet, och framgången av inplanteringen var därför troligen ej god.

Gös har tidigare planterats in i viken och förutsättningarna för den var troligen ganska goda, då gösen trivs i relativt grumligt vatten, emellertid fordrar även gösen god tillgång på syre. Ingen individ av denna art påträffades. Förutsättningar för inplantering bör dock bedömas som förhållandesvis goda.

Indelningen av färggrupperna baserades på antal fiskar och artsammansättningen. Detta resulterade i 6 grupper med olika sammansättning. Variationen var beroende av flera faktorer. Här följer en beskrivning av områdena (se bilaga 5) och de viktigaste strukturella faktorerna kommenteras.

Troligen var det djupet som var den viktigaste strukturella faktorn och därefter salt- och syrgashalt.

**Grön** grupp var större delen av Dynestadsjön samt ett litet område strax norr om Kasimirsborg, och hade en stor andel löja, braxen och sarv (tab 4).

Dessa arter trivs i grunda, varma och vegetationsrika vatten, där det finns gott om insektslarver, vilket är en gemensam födokälla för dem alla. Här fanns även gott om strömming, även romfyllda och lekfärdiga, vilket indikerade att Dynestadsjön kunde vara ett viktigt lek- och uppväxtområde.

Enligt bilaga 6 dominerade cypriniderna kraftigt i denna grupp, som låg i Gamlebyvikens allra innersta och mest närsaltsbelastade delar, vilket var i linje med prediktionen i inledningen. Antalet lagda nät i denna grupp var emellertid få.

Löja och braxen försvann i **gul** grupp, när djupet och exponeringsgraden ökade. Gersen tillkom. Gersen lever vanligen på djupt vatten, men kan under sommaren vandra upp i grundare områden (Curry-Lindahl 1985). Neuman (1974) fann att gersen överlag under ett år var talrikast vid 11 m djup. Det nät som hade fångat flest gersar (14 st) låg på 2 m djup i Dynestadskilen, vilket skulle tyda på att en sommarvandring ägt rum. I viken i övrigt var gers mycket sällsynt förekommande i det grundaste djupintervallet och påträffades endast vid 6 tillfällen på detta djup och då sammanlagt i 8 exemplar. Strömmingen minskade i antal. Gamleby tätort låg här med utsläpp från ett industribelastat reningsverk, oljebelastat dagvatten och en mindre hamn. Utsläppen skulle kunna tänkas ha en strukturell påverkan på fisksamhället.

**Orange** grupp var ganska spridd. Lite gers och strömming förekom. Gruppen verkade vara en övergångszon mellan gul och röd grupp.

**Röd** grupp var koncentrerad till "skärgårdsområdet" mitt i viken, där det förmodligen fanns lite högre frekvens av hårbotten. Området var troligen den viktigaste lekplatsen för strömmingen, då majoriteten av fångad strömming var full av rom eller mjölke. Strömmingen verkar föredra att leka vid lite kraftigare alger men även på *Furcellaria fastigiata* (Aneer 1992) eller makrofyter tex *Potamogeton pectinatus* (Rajasilta *et al* 1993) och på hårda substrat (Curry-Lindahl 1985). I röd grupp fanns den näst högsta medelbiomassan per nät av björkna, vilket var underligt, då denna fisk främst lever i grunda, lugna och vegetationsrika områden. Neuman (1974) fann att björknan under ett år var vanligast på 2 m djup.

Förklaringen kan vara att den har sökt sig hit för att äta strömmingsrom. En annan förklaring kan vara att den har påbörjat sin nedvandring mot djupare vatten, vilken sker i början av augusti (Neuman 1974).

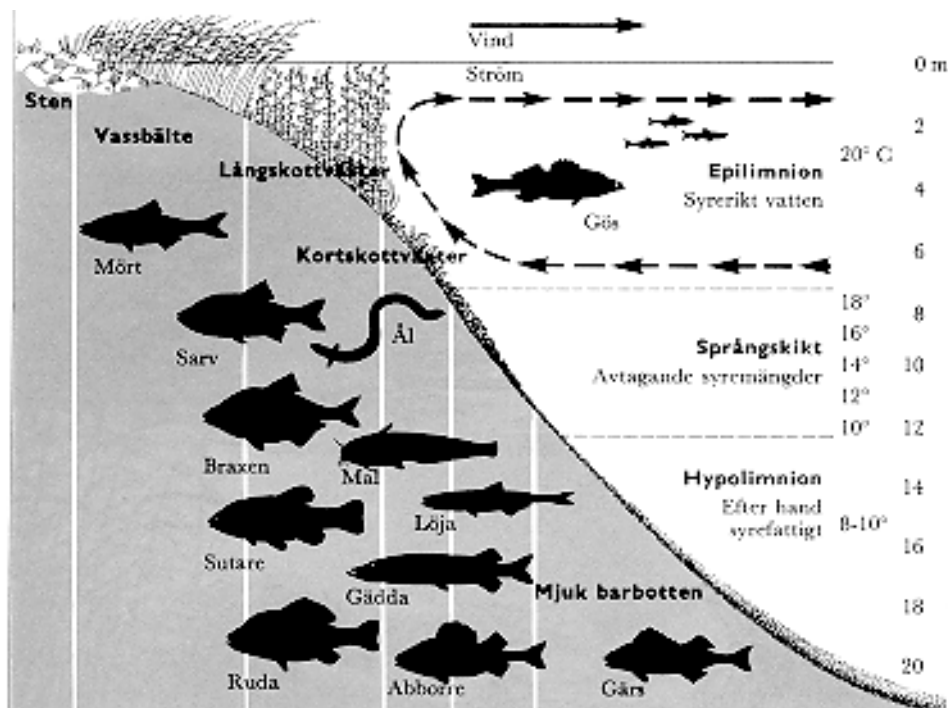
Den **blå** gruppen var ganska lik orange och hade samma medeldjup och liknande kvot biomassa abborre/mört, dock var antalet abborre här mycket stort. Gruppen hade en större förekomst av björkna och gers gentemot orange grupp. Björknaförekomsten kunde bero på migration.

**Violett** grupp dominerade grundområdena längs med stränderna i hela viken. Gruppen dominerades starkt av mört, och hade även relativt stor förekomst av löja. Ingen gädda förekom i denna grupp, vilket var anmärkningsvärt. Kanske dessa grunda vatten var för varma. I denna individtäta grupp skulle det eventuellt kunna föreligga konkurrens om födan.

**Vit** grupp utgörs av alla djupare områden (>15 m djup). I detta område dominerar strömming, gers och nors. Antalet nät var för litet för att större slutsatser skulle kunna dras om fiskpopulationen på dessa djup. Lake fångades på 15 m djup nordväst om "skärgårdsområdet" och längre söderut fångades allt mera gers. En björkna fångades norr om Näset. Längst söderut i viken fångades gruppens enda abborre. Att dessa arter påträffades på detta djup kunde tyda på allt bättre förhållanden ju längre söderut i viken man kom, eller att migration mot djupare vatten skett under provfiskets gång. Det skiljde nästan 3 veckor mellan nät som lades i vikens inre, nordvästra delar och de som lades i den yttre, sydöstra delen.

**Svart** grupp utgjordes av nät lagda i områden med dokumenterad historia som problemområden vad gäller syreförhållanden (pers.komm Rune Oppgården), vilket förklarade frånvaron av fångst (Persson 1990).

Större delen av viken följde ett normalt mönster av fisksamhällen liknande en sjö (fig 13), med ett grundområde, där mört och andra cyprinider dominerade och vegetationen var riklig (violett och grön grupp). Utanför denna följde sedan en zon med större inslag av rovfiskar som abborre, och på ännu större djup gers och lake. Gult område avvek från det normala, med abborre och gers dominerande över mört på grunda områden. Detta kan vara ett tecken på att fisken flyr de djupare områdena pga födo- eller syrebrist och istället söker sin föda, och lever i dessa grundare områden.



Figur 13. Översiktlig beskrivning av fiskarternas huvudsakliga dominansområden. Termokliner bildas vanligen på sommaren och innebär att vattnet skiktas beroende på temperaturskillnader. Epilimnion kallas den varmare vattenmassan som ligger ovan termoklinen, vilken påverkas av vattenrörelser, och hypolimnion är den kallare vattenmassan under termoklinen (Muus & Dahlström 1972).

### Fångster

Antalet fångad abborre per nät har ökat i både Simpevarp och Kvädöfjärden närmast konstant sedan 1965 från 4 st/nät 1965 till 17 st/nät 1995 (Andersson 1995). Detta verkar sammanfalla främst med den temperaturstegring som skett under samma tid. Abborrens beståndsutveckling gynnas generellt av höga vattentemperaturer, men till detta skall tilläggas att högre vattentemperatur också innebär att abborrens aktivitet och rörelsemönster ökar. Resultatet av detta blir att flera fiskar fångas. Siktdjupet, vilket anses som ett gott mått på eutrofieringsgraden, har minskat kraftigt i Kvädöfjärden. Ändå har abborrfångsten ökat, vilket ej överrenstämmer med teorin om att mörtan börjar dominera vid ökad eutrofiering. Även denna har dock ökat i ungefär samma omfattning mellan åren 1987- 1993.

### Kondition

Inga signifikanta skillnader påträffades mellan de olika områdena. Konditionen ökar dock klart med stigande ålder, med en brant stigning vid 11-12 års ålder (fig 9). Detta motsvarar enligt figur 12 en längd av 25,0-27,5 cm. Omkring detta intervall ligger också övergången till en diet bestående av övervägande fisk (fig 8) och den ökande konditionen verkar då bero på en övergång till en alltmer energirik föda. Kurvan bör successivt sedan plana ut efter denna ålder, och en tendens till detta kan också ses i figur 3. Det ringa antalet fiskar vid denna ålder gör dock att standardavvikelsen blir allt för stor för att säkerställa var konditionsökningen börjar avklinga. Även om ingen signifikant skillnad påträffades, ligger det abborrika blå området lägst till i medelkondition. Detta kan vara ett tecken på intraspecifik konkurrens. Mot detta står att det likaledes abborrika gula området har den högsta konditionen av alla. Här finns dock också gott om bytesfisk, framförallt mört, som eventuellt kan bidra till abborrens högre kondition i detta område. Det har påvisats att fiskpredation ej har någon större effekt på den bentiska faunan i kustområden (Mattila & Bonsdorff 1989) och mörtpopulationen i det

gula området borde alltså inte påverka abborren negativt genom födokonkurrens i någon högre grad, utan snarare positivt, genom att senare fungera som bytesfisk. Detta styrks även av att det violetta området, som är mörtdominerat, ej uppvisar någon signifikant skillnad gentemot andra områden när det gäller abborrens kondition.

Fiskpopulationer regleras av olika faktorer beroende om populationen befinner sig i en sjö eller ett storskaligt och variabelt system som ett kustvatten. I insjöar kan populationens egen täthet vara så hög att regleringen sker genom födobrist, kannibalism eller annan konkurrens. I kustvatten däremot är födokonkurrens mindre trolig att uppstå eftersom rekryteringen av olika fiskarter här sällan överstiger systemets produktionskapacitet (Svedäng 1993).

Mattila & Bonsdorff (1989) visade att stor grad av fiskpredation bara hade en mindre strukturell effekt på den bentiska makrofaunan. Detta skulle då stärka antagandet att födokonkurrens är mindre trolig att uppstå i kustområden än i sjöar.

De små skillnaderna i kondition som fanns i de olika individtäta områdena i denna undersökning, stärkte även påståendet att födan ej är en begränsande faktor i detta brackvattensystem.

### **Födosammansättning**

Det har i försök visats att abborre i närvaro av mört växer långsammare (Persson 1987) och att den tidigt går över till bentisk föda (Persson 1990), eftersom den inte kan hävda sig i konkurrensen om zooplankton.

Det visade sig (Hammer 1976, Winfield & Thomsen 1988) att mörten hade en högre attackfrekvens och tog mindre tid på sig att hantera bytet än vad abborren gjorde. Detta gällde både för cladocerer och cyclopoider. De sistnämnda visade sig dock vara svåra att fånga även för mörten, vilket skulle förklara preferensen för cladocerer. Andra som visat att födan hos små mörtar främst utgörs av cladocerer är Karås (1979), Johansson & Johansson (1974) och Andersson (1985). Det visade sig dock i försök (Persson 1987) att abborren var överlägsen mörten vad det gällde att fånga chironomider. I ett försök i tät vegetation i littoralen visade det sig att abborren överhuvudtaget inte påverkades av närvaron av mört, trots att resurserna här totalt sett var mer begränsade. Detta förklarades med den ökande tillgången av chironomider (Gilinsky 1984) och att mörten konsumerade blågrönalger, alger och detritus. Även Diehl (1988) visade att abborren var överlägsen mörten vad det gäller att fånga chironomider i tät vegetation av makrofyter. Han visade även att mört och braxen var överlägsna abborren i att fånga makrovertebrater, chironomider medtaget, i vatten med hög turbiditet på botten utan vegetation. Dessa förhållanden råder troligen över stora delar av Gamlebyviken. Abborren borde därför påverkas negativt av cypriniderna ovan, men detta verkar ej vara fallet.

Den tidiga övergången från plankton till bentisk föda för mindre abborrar i konkurrens med mört leder till större intraspecifik konkurrens hos abborren. När även de små individerna konsumerar samma föda som de äldre, minskar födotillgången drastiskt (Persson 1983, Diehl 1988). Detta kan ge upphov till ”tusenbrödra-” populationer, där abborrarna aldrig uppnår piscivor storlek pga att tillväxten är kraftigt reducerad. Liknande kan ske för mört men då handlar det oftast om födobrist pga intraspecifik konkurrens i ett habitat med låg heterogenitet. Födobristen gör att antalet storleksklasser minskar. Detta leder till att färre födokällor kan utnyttjas, och en nischkompaktering sker (Persson 1983).

I mer näringsfattiga klara vatten dominerar ofta abborren över mörten, därför att den här kan skilja sina nischer mera. De större fiskarna håller dessutom nere mörtantalet genom predation (Persson 1983, 1990).

En av mörtens stora konkurrensfördelar är att den har en låg basalmetabolism, vilken tillsammans med dess långa livslängd gör att vattensystem kan vidmakthålla en stor biomassa av mört (Lessmark 1983). Temperaturen kan vara den faktor som avgör ifall mört eller abborre är den dominerande arten. Vattentemperaturer mellan 12-18 °C gör att abborren får en fördel gentemot mörten pga att den då fångar sitt byte snabbare och har kortare hanteringstid av bytet. Förhållandet är det omvända vid högre temperaturer 18-21°C (Persson 1986).

Andelen plankton i födan i Gamlebyviken hos abborren är fortfarande ganska hög (22,5 %) vid en längd av upp till 10 cm. Därför stöds inte teorin om ett framtvingat födoskifte hos abborren pga konkurrens från mörten (Persson 1987, 1990). Tyvärr kunde ej de allra yngsta abborrarnas (0+ och 1+) matvanor studeras, men det får antas att dessa konsumerar plankton i ännu högre grad. Diversiteten på bytena ökar också något med stigande ålder, beroende på att abborren då kan ta större byten ( och därför fler bytestyper ) och även på att fisken då kan vandra mellan flera olika habitat. Pungräkor, fjädermygglarver och havsborstmaskar är tre viktiga födotyper tills dess att abborren övergår till övervägande fiskdiet. Framförallt förekomsten av havsborstmask kan vara en förklaring till den mindre konkurrensen i brackvattenmiljö, då dessa ej förekommer i limniska system. Abborren är också överlägsen ifråga om att fånga fjädermygglarver (Gilinsky 1984, Diehl 1988), och då dessa är mycket talrika i Gamlebyviken är också dessa en förklaring till reducerad konkurrens gentemot mört. Pungräkor, i sin tur, kan sägas utgöra en övergång mellan små planktoniska byten till större bentiska. Det blir således inte en "tröskeleffekt" vid övergången till bentisk föda. Detta antagande styrks av att konditionskurvan (figur 3) ej har någon brant lutning vid en eventuell övergång till bentisk föda. En annan sak som talar för att det finns gott om föda för abborren i viken är den ringa förekomsten av kannibalism - endast tre fall. Dessutom finns det i Gamlebyviken mycket gott om mollusker, då främst *Hydrobia*-snäckor, som abborren ratar. Sammantaget gör detta att mört och abborre kan separera sina födonischer i mycket högre grad i brackvatten än i sötvatten. Konkurrensen minskar, och abborren bör då ej heller konkurreras ut av mört, såsom sker i sötvatten.

### Ålder

Vikens abborrpopulation dominerades sommaren 1996 av 3+ till 5+ -abborre. Dominans av vissa årsklasser av abborre har visat sig vara positivt korrelerad till temperaturen under juli-augusti under dess första levnadsår (Neuman 1976). Den är dock ej så starkt positivt korrelerad till hög temperatur som mörten, och tar ej heller så stor skada av lägre temperaturer. Väderdata ger att perioden 1991- 93 var klart över medeltemperaturen (SMHI). Detta kan vara en medverkande faktor till den stora dominansen av dessa årsklasser. En liten topp kan också ses också vid åldern åtta år. Denna beror på att det i blått och rött område är en större del av denna årsklass än i de andra. 1988 var också ett varmt år, och denna relativt större årsklass kan tänkas bero på detta. Detta syns dock ej i något av de andra områdena. Det kan tänkas bero på att rött och blått område främst ligger från mitten till de nedre delarna av viken på lite större djup. Ifall sommaren 1988 var alltför varm, kan det tänkas ha blivit en alltför hög temperatur i grundområdena och det mindre exponerade läget nordvästerut i viken. Mot detta står att abborren trots allt inte är en sådan absolut stationär fisk. Det röda området skiljer också ut sig i fråga om mindre antal yngre abborrar, vilket kan förklaras med dess större djup, och att större abborre förmodligen dragits till detta område under strömmingsleken.

## Längd

Längdtillväxten för abborre i Gamlebyviken är nära nog linjär, enligt formeln  $Y=5,727+2,04*X$ ;  $R^2=0,863$ , där Y är längden och X är åldern. Vid en jämförelse med två andra områden, Askö och Himmerfjärden (Hansson & Westin 1985) är medellängden vid en viss ålder mindre i Gamlebyviken. I Himmerfjärden, som är eutrofierad, är formeln för längdtillväxten  $Y=10,377+2,238*X$ ;  $R^2=0,982$ , och vid Askö  $Y=12,574+2,079*X$ ;  $R^2=0,965$ . Man har dock i dessa områden bara tagit med honor, vilka har en snabbare tillväxt (Curry-Lindahl 1985). Detta gör att den mindre längdtillväxten i Gamlebyviken ej skall tillmätas någon större betydelse. Skillnaden från 2,04 (Gamleby) till 2,238 (Himmerfjärden) och 2,079 (Askö) i det värde som står före "X" och alltså utgör längdtillväxten under ett år, är alltför liten för att man skall kunna säga att abborren påverkats negativt i någon större utsträckning i Gamlebyviken av vikens eutrofiering. Dessutom ligger den likaledes eutrofierade Himmerfjärden högst till, vilket ytterligare stärker uppfattningen om att eutrofiering, eller dess efterföljande effekter ej påverkar längdtillväxten hos abborre i kustekosystemet.

## Korrelationer

Inga korrelationer påvisades i fråga om totalt antal abborrar vs antal av någon annan art eller abborre vid någon ålder. Inte heller påträffades någon korrelation mellan abborre och någon kombination av cyprinider som grupp. Vissa korrelationer fanns dock ifråga om förekomst av abborre vid en viss ålder vs antal strömming, björkna, mört och sarv. Det finns en möjlighet att strömming kan konkurrera med abborren under dennas period ute i det fria vattnet (Mehner 1993, Thiel 1996). Dessa författare säger dock att separation av födonisckerna gör att konkurrensen ej blir så stor mellan dessa båda arter. Strömming har en genomgående negativ korrelation, och har en signifikant negativ korrelation då abborren i viken är 4 år gammal. Detta motsvarar den årsklass som kläcktes 1992, och kanske strömmingen då hade ett bra år, vilket gjorde att konkurrensen mot abborren ökade. Tyvärr bedrivs inte längre strömmingsfiske i viken, vilket gör att inget kan sägas om strömmingens populationsstorlek under detta år. Dock kan detta antyda, åtminstone till en del, att strömmingen och abborren kan konkurrera med varandra vid vissa förhållanden.

4-åriga abborrar har en negativ korrelation med mört, strömming och sarv, men en positiv gentemot björkna. Björknan i sig övergår från att vara positivt korrelerad vid en ålder på abborren av 5 år, till negativt och blir starkt signifikant negativt korrelerad vid 6 år. Om man ser till detta verkar abborren och björknan interagera på något sätt. Detta kan dock också bero på att dessa båda arter har olika preferenser i fråga om väderlek och temperatur vid kläckning och tillväxt under sin första levnadstid. 1990 var ett år med en medeltemperatur lite över det normala (SMHI) vilket gynnar abborren i lika hög grad som björknan, och det är därför inte troligt att temperaturen har haft en så stor påverkan. Istället är det långt troligare att björknan inte uppehåller sig på samma platser i viken som dessa ganska stora abborrar (ca 18 cm) gör. Björknan trivs i grunda, varma vatten, och större abborrar söker sig gärna till lite större djup, där de i och för sig ofta samlas kring grynnor, men då i mer exponerade lägen. Den korrelation som erhålls borde alltså vara ett tecken på skillnad i habitatval vid olika åldrar snarare än ett tecken på direkta interaktioner. Detsamma gäller korrelationerna med sarv.

## Slutsatser

Olika slutsatser kunde dras om eutrofieringens påverkan på fisksamhället beroende på vilka parametrar som studerades. Vid jämförelse med Kvädöfjärden vad gäller antalet abborre, fanns det där nästan dubbelt så många gentemot vad det fanns i Gamlebyviken, vilket skulle tyda på en hög eutrofieringsgrad i det sistnämnda området. Om man däremot studerade det totala antalet abborrfiskar och gäddor i de båda områdena var skillnaderna mindre uttalade.

Det mer slutna systemet Dynestadsjön dominerades kraftigt av cyprinider vilket skulle kunna vara en följd av den stora närsaltsbelastningen här.

De viktigaste strukturella faktorerna för fisksamhället var troligen djup, salthalt, syrgashalt, eutrofieringsgrad, konkurrens (i det sjöliknande systemet Dynestadsjön) och belastning från Gamleby av föroreningar.

Sjukdomar och missbildningar var ej vanligt förekommande.

Gamlebyviken hyser troligen ett eget strömmingbestånd. Detta styrks av att många av individerna var lekfärdiga i slutet av juli, och var alltså varken vår- eller höstlekande.

Strömmingen var överlag liten, men vid god kondition.

Ingen fisk påträffades i Dynestadsjön under 4 m. I Almvik fångades ingen fisk under 20 m.

Detta kan bero på syrebrist i bottenvattnet

Fisksamhällen påverkas ej lika hårt av eutrofiering i brackvattenmiljö som i limniska miljöer, beroende på större möjligheter till nischseparation, främst i fråga om föda. Viktiga beståndsdelar i denna födonisch-separation kan vara havsborstmaskar, pungräkor och mindre bentiska fiskarter, som tex sand- och lerstubb.Mörten, i sin tur, äter mycket Hydrobia-snäckor, alger och detritus. Därför stämmer inte prediktionen om ett tidigare och förlängt benthosätande stadium hos abborren. Det blir heller ingen effekt på tillväxten, och abborren stannar därför inte heller i växten. Det skulle därför vara intressant att se hur eutrofieringen skulle slå in i en sjö där åtminstone pungräkor finns naturligt eller inplanterade. Fiskar som lever i brackvatten är dessutom därför i hög grad generalister, och kan ta många olika byten. Evolutionen har inte frambringat några fiskarter som är specialiserade på att leva i brackvatten, utan de arter som koloniserar sådant vatten kommer främst ifrån sötvatten, där sådana möjligheter till separation ej finns. Eutrofieringen innebär således ingen större fara för dominans av cyprinider i de grundområden, där koloniseringen har skett ifrån sötvatten. Större fara föreligger dock troligen för arter som lever på djupare vatten, som lake och koloniserare från marina system, tex torsk, då syrebrist uppstår.

## Tack till

Mattias Persson för att ha varit en mycket god medarbetare under detta examensarbete.

Lars-Eric Persson och Jonas Nilsson för hjälp med statistiska analyser, tillvägagångssätt och goda råd.

Roland Engkvist för hjälp med analyser utförda i PRIMER.

Västerviks kommun, speciellt Nils Rydström, för tillhandahållande av bostad, båt och annat materiel.

Mats Andersson för bistående av bil.

Lantbruksgymniasiet i Gamleby för lån av diverse materiel.

Tjärnö marinbiologiska station för lån av datorer.

Bertil Rex för hjälp med väderdata.

## Referenser

- Adolfsson-Jörby, S. (1994) Närsalter till kustvattnet Västerviks kommun. s 27, 42-45.
- Adolfsson-Jörby, S. (1997) Närsalter till Gamlebyviken från dess tillrinningsområde. Kustvattenlaboratoriet. Rapport 4.
- Alcén, M., Bengtsson, O., Bisther, A., Johansson, R., Kangas, J., Larsson, G. & Lundholm, B. (1984) Vad händer i Gamlebyviken vid ett utsläpp?. Göteborgs univ. Oceanogr.inst.
- Andersson, G. (1985) Fisksamhällen och fiskmanipulering i eutrofa sjösystem, slutrapport. Limn. Inst Lunds univ.
- Andersson G. (1988) The influence of animals on phosphorus cycling in lake ecosystems. *Hydrobiologia* 170:267-284.
- Andersson, G., Berggren, H., Cronberg, G. & Gelin C. (1978) Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. *Hydrobiologia* vol. 59: 9-15.
- Andersson, J., Engström, H. & Carlsson, D. (1994) Kustfisksamhällen i Mönsterås och Torsås kommuner sommaren 1994. Fiskeriverket.
- Andersson, J. (1995) Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län. Årsrapport. SMHI, Fiskeriverket.
- Aneer, G. (1975) Composition of food of the Baltic herring (*Clupea harengus* v. *Membras* L.), fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis* L.) and eel-pout (*Zoarces viviparus* L.) from deep soft bottom trawling in the Askö-Landsort area during two consecutive years. Havsforskningsinst. Skr. No 239: 146-154.
- Aneer, G & Ljungberg, O. (1976) Lymphocystis disease in Baltic herring. *J. Fish. Biol.* 8: 345-350.
- Aneer, G. (1992) Mindre känt om strömmingen- vår mest kända fiskart (?). *Fauna och flora* 87: 17-27
- Antilla, R. (1973) Effects of sewage on the fish fauna in the Helsinki area. *Oikos, Suppl.* 15, 226-229.
- Arrenius, F. & Hansson, S. (1993) Food consumption of larval, young and adult herring and sprat in the Baltic sea. *Mar.Ecol.prog. ser.* Vol 96: 125-137.
- Bagenal, B.T. och Tesh, F.W. (1978) Methods for assessment of fish production in freshwaters. IBP Handbook No.3. Blackwell scientific publications, Oxford: 101-136.
- Benndorf, J., Kneschke, H., Kossatz, K. & Penz, E. (1984) Manipulation of the pelagic food web by stocking with predacious fishes. *Int.Revue. ges. Hydrobiol.* 69 :407-428.

- Brönmark, C. & Weisner, S.E B. (1992) Indirect effects of fish community structure on submerged vegetation in shallow, eutrophic lakes: an alternative mechanism. *Hydrobiologia* 243/244: 293-301.
- Cala, P. (1970) On the ecology of the ide (*Leuciscus idus*) in the river Kävlingeån, south Sweden. *Inst. freshw. res. Drottningholm.rep no.50:45-99*.
- Clarke, K.R & Warwick R.M. (1994) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Env. Res. Council, UK, 144pp.
- Craig, J.F., Sharma, A., & Smiley, K. (1986) The variability in catches from multi-mesh gill nets fished in three Canadian lakes. *J.Fish.biol.* 28: 671-678.
- Curry-Lindal, K. (1985) *Våra fiskar*. Nordstedts.
- Diehl, S. (1988) Foraging efficiency of three freshwater fishes: effects of structural complexity and light. *Oikos* 53:207-214.
- Flinkman, J., Vuorinen, I & Aro, E. (1992) Planktivorous baltic herring (*Clupea harengus*) prey selectively on reproducing copepods and cladocerans. *Can.J of fish. Aq. Sci.* Vol 49 No1: 73-79.
- Gilinsky, E. (1984) The role of fish predation and spatial heterogeneity in determining benthic community structure. *Ecology*. 65(2) : 455-468.
- Hammer, C. (1976) Feeding behaviour of roach (*Rutilus rutilus*) larvae and the fry of perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Lankau. *Hydrobiologia*. ( Nr. och sida oläsligt på kopian av artikeln)
- Hansson, S & Westin, L (1985) A comparison of the growth of Perch (*P. fluviatilis*) in an eutrophicated bay and a reference area in the northern Baltic proper. *Inst. of freshw. res. Drottningholm. Rep. No 62*.
- Hansson, S. (1985) Effects of eutrophication on fish communities with special reference to the Baltic sea- a literature review. *Inst. of freshwater research, Drottningholm. Report No 62*.
- Hansson, S. & Rudstam, L. G. (1990) Eutrophication and Baltic fish communities. *Ambio* vol.19 no 3.
- Hessle, C.H.R. (1924) Bottenboniteringar i inre Östersjön. *Medd. från Kungl. Lantbruksstyr.* nr 250.
- Hjalmarsson, G (1987) *Data om fiskfångster 1941-1987*. Västerviks stadsbibliotek.
- Jensen, K.W. (1976) Estimates of a population of spawning perch (*Perca fluviatilis*) and of the efficiency of trap and gill-net fishing. *Inst.of freshwat.res Drottningholm rep. No.55:45-50*.
- Johansson, C. & Johansson, J-Å. (1974) Födoval hos mört och braxenyngel (Cyprinidae) i Sövdesjön, Skåne. *Info fr. Sötv. lab. Drottningholm nr 13*.

Jäger, T., Nellen, W., Schöfer, W., Shodjai, S. (1981) Influence of salinity and temperature on early life stages of *Coregonus albula*, *Coregonus lavaretus*, *Rutilus rutilus* and *Lota lota*. Rapp. P. -v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 178: 345-348.

Karås, P. (1979) Inverkan av ett varmvattenutsläpp på födoalet hos abborre (*Perca fluviatilis*) och mört (*Rutilus rutilus*) i en östersjövik. SNV PM 1157.

Karås, P. & Lehtonen, H. (1990) Gäddans (*Esox lucius*) utbredning och förflyttningar i Östersjön. SNV, Kustlaboratoriet Öregrund.

Källqvist, T. (1988) Kväve eller fosfor- Vad är begränsande närsalt i kustområden? Exempel från norska fjordar. Vatten 44: 11-18.

Larsson, U. (1988) Kväve och fosfor som biomassabegränsande ämnen i havet. Vatten 44: 19-28.

Leach, J.H. (1977) Responses of Percid fishes and their habitats to eutrophication. J. Fish. Res. Board Can., Vol 34.

LeCren, E.D. (1947) The determination of the age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. Freshwater biological association, Wray castle, Ambleside, Westmoreland.

Lee, G.P. & Jones R.A. (1991) Effects of eutrophication on fisheries. Reviews in Aquatic Sciences, 5(3-4): 287-305.

Lessmark, O. (1983) Competition between perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*). Doktorsavhandling, Lund.

Lindell, L. & Jansson, T. (1993) Skarvarna i Kalmarsund. Vår fågelvärld suppl.20 s.35-39. Sveriges ornitologiska förening.

Mandahl-Barth, G. (1980) Vad jag finner på havsstranden. AWE/GEBERS.

Mandahl-Barth, G. (1986) Vad jag finner i sjö och å. Norstedts förlag.

Mattila, J & Bonsdorff (1989) The impact of fish predation on shallow soft bottoms in brackish waters (SW Finland); an experimental study. Neth. J. Sea Res. 23: 69-81.

Mclusky, D.S. (1989) The estuarine ecosystem, 2<sup>nd</sup> edition. Blackie, Chapman & Hall, New York. : 146-157.

Mehner, T. (1993) Distribution and diet composition of 0+ herring, and perch in a shallow estuary of the southern Baltic. Arch. hydrobiol. 128.3: s 309-316.

Milbrink, G. (1973) Fiskens näringsval i Ekoln - en sammanfattning av tre delundersökningar. Info. fr. sötv. Lab nr 6 1973.

- Moss B. (1996) Mesocosm experiments on the interaction of sediment influence, fish predation and aquatic plants with the structure of phytoplankton and zooplankton communities. *Freshwater Biology* 36:315-325.
- Mulcahy, M.F (1980) The possible role of water pollutantants in the aetiology of malignant lymphoma in the Northern pike *Esox lucius*. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 179:100-102.
- Muus, B.J. & Dahlström, P. (1972) Sötvattenfisk och fiske. Norstedts förlag.
- Neuman, E. (1974) Temperaturen och balansen mellan limniska och marina fiskar i några östersjöskärgårdar. Info. från sötvattenslaboratoriet Nr.14.
- Persson, L. (1983) Food consumption and the significance of detritus and algae to intraspecific competition in roach (*Rutilus rutilus*) in shallow eutrophic lakes. *Oikos* 41:118-125.
- Persson, L (1986) Temperature-induced shift in foraging ability in two fish species, roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*): implications for coexistence between poikilotherms. *J. Anim. Ecol.* 55: 829-839.
- Persson, L. (1987) Effects of habitat and season on competitive interactions between roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*). *Oecologia* 73:170-177.
- Persson, L. (1990) Juvenile competitive bottlenecks: The perch (*Perca fluviatilis*)- roach (*Rutilus rutilus*) interaction. *Ecology* 71(1) pp 44-56.
- Persson, M. (1997) Effekter av biomanipulation i eutrofa sjöar. Kalmar högskola. Opubl.
- Persson, P-E. (1982) Muddy odor: a problem associated with extreme eutrophication. *Hydrobiologia* 86; 161-164.
- Pettersson, L. (1987) Data om utsättningar gjorda av Blekhem Egendom AB 1914-1987.
- Rajasilta, M. (1992) Relationship between food, fat, sexual maturation and spawning time of a baltic herring (*Clupea harengus membrans*) in the archipelago sea. *Can.J of Fish. Aq. Sci.* Vol 49 no 4: 644-654.
- Rajasilta, M., Eklund, J., Hänninen, J., Kurkilahti, M., Kääriä, J., Rannikko, P. & Soikkeli M. (1993) Spawning of herring (*Clupea harengus membrans*) in the archipelago sea. *ICES J. Mar. Sci.* 50: 233-246.
- Rudstam, L.G. (1988) Patterns of zooplanktivory in a costal area of the northern Baltic Proper. Doktorsavhandling zool. inst. Stockholm univ.
- Savino, J.F., Kolar, S.K. (1996) Competition between nonindigenous ruffe and native yellow perch in laboratory studies. *Transactions of the American fisheries society* 125 : 562-571.
- Sakshaug, E. (1988) Fosfor og nitrogen som begrensende faktore for algevekst. *Vatten* 44: 29-32
- Sandell, G. & Karås, P. (1995) Bevarande och restuarering av reproduktionsmiljöer för fisk i vattendrag. *Fiskeriverkets kustrapport 1995:2.:1-46.*

Scheffer, M. (1991) Fish and nutrients interplay determines algal biomass: a minimal model. *Oikos* 62 : 271-282.

SMHI. Väderdata; årsmedeltemperaturer: <http://www.smhi.se/sgn/0102/n0202/index.htm>

SNV (1987) Miljö kvalitet i haven runt Sverige. Del 1. Bakgrundsmaterial till "Aktionsplan mot havsföroreningar". Rapport 3320.

SNV (1991) Havet lever-men farligt: svenska forskare om eutrofieringen av våra hav.

Stansfield, J.H, Perrow, M.R, Tench, L.D, Jowitt, A.J.D, och Taylor, A.A.L (1995) Do macrophytes act as refuges for grazing cladocera against fish predation? *Wat. sci. tech.* Vol 32 no 4 :217-220.

Svedäng, H. (1993) Mörtens (*Rutilus rutilus*) livshistoria. Fiskeriverkets kustrapport 1993:11

Söderström, J. (1988a) Fosfortillgången har en nyckelroll- Kvävenivån anpassar sig naturligt. *Kemisk tidskrift* Nr 2 1988.

Söderström, J (1988b) Kustvattnets växtplanktonproduktion, ett flödessystem i "steady state", kontrollerat av fosfortillförseln. *Vatten* 44: 3-10

Síndergaard, M., Jeppesen, E., Mortensen, E., Dall, E., Kristensen, P., & Sortkjaer O. (1990) Phytoplankton biomass reduction after planktivorous fish reduction in a shallow, eutrophic lake: a combined effect of reduced internal P-loading and increased zooplankton grazing. *Hydrobiologia* 200/201: 229-240.

Thiel, R., Mehner, T., Köpcke, B., Kafemann, R. (1996) Diet niche relationships among early life stages of fish in German estuaries. *Mar. Freshwater* 47 : 123-136.

Thoreson, G. (1993) Guidelines for coastal monitoring. Kustrapport 1. Fiskeriverket.

Tobiasson, S. (1992-1997) Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapporter. Kalmarsundslaboratoriet.

Winfield I. J. & Townsend C. R. (1988) Factors affecting prey selection by young bream (*Abramis brama*) and roach (*Rutilus rutilus*): insights provided by parallel studies in laboratory and field. *Env. Biol. Fish.* Vol. 21. No. 4 pp. 279-292.

Detta är ett scannat utklipp ur bilaga 5: Karta över de olika fisksamhällena.

