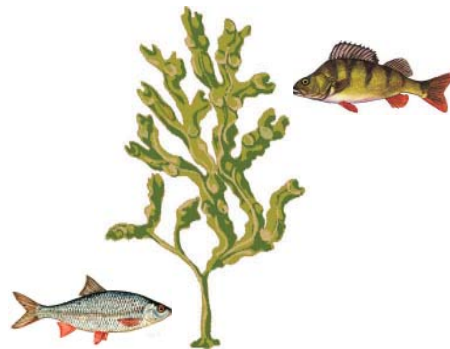




# Linnéuniversitetet

Institutionen för naturvetenskap

## Biologiska undersökningar i samband med muddring av Örserumsviken - Slutrapport



Susanna Andersson  
Mars 2010  
ISSN 1402-6198  
Rapport 2010:3





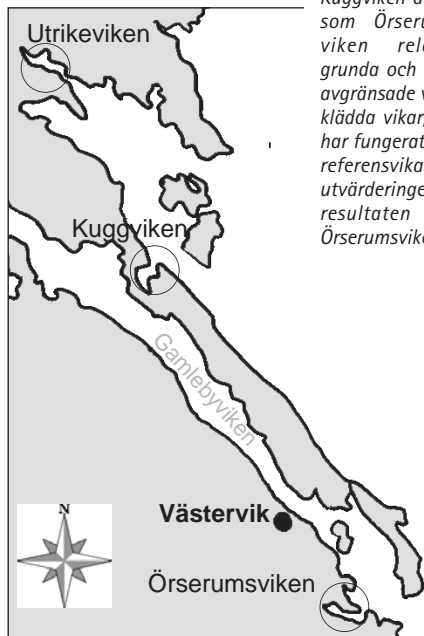
# Biologiska undersökningar i samband med muddring av Örserumsviken

- sammanfattning av resultat från åren 2000-2009

Under åren 2000-2009 genomförde Linnéuniversitetet i Kalmar biologiska undersökningar i Örserumsviken för att dokumentera och följa förändringar i vikens växt- och djursamhällen i anslutning till den omfattande muddring som genomfördes under åren 2001-2003. Motsvarande undersökningar genomfördes även i två likartade vikar belägna norr om Västervik.

## Betydligt friskare sediment efter muddringen

Före saneringen var Örserumsvikens botten täckt av gytta med inblandade fiberrester från Westerviks pappersbruks verksamhet. Halterna av PCB och kvicksilver var höga. På flera platser noterades vita ansamlingar av svavelvätebakterier på ett svart sediment vilket är tecken på dåliga syreförhållanden vid botten. Rester och lukt av petroleumprodukter noterades också på vissa platser. Den organiska halten i sedimentet var mycket hög, hela 44 % i den inre delen av viken. En förklaring till den höga glödförlusten kan vara sedimentets innehåll av pappersfibrer, samt mycket växtrester från viken. Vid muddringen avlägsnades i de grundaste delarna upp till en meter av bottensedimentet och



Utrikeviken och Kuggviken är liksom Örserumsviken relativt grunda och välavgränsade växtklädda vikar, och har fungerat som referensvikar vid utvärderingen av resultaten från Örserumsviken.



Östersjömusslan lever nedgrävd i sedimentet. Efter muddringen fanns inga tecken på negativa effekter från sedimentet

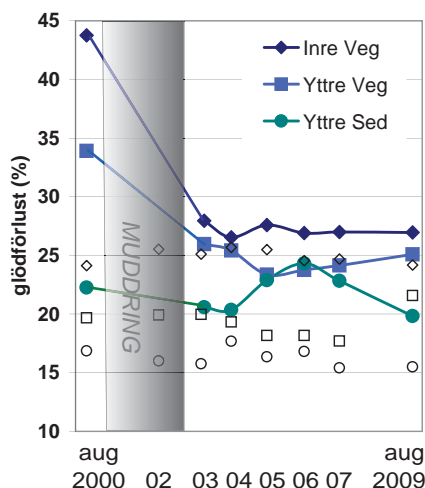
deponerades på land. Efter genomförd muddring var den organiska halten i nivå med vad som uppmätts i de två referensvikarna.

Det förorenade sedimentet påverkade östersjömusslans beteende negativt vid ett nedgravningsförsök före saneringen (2001). 2009 hade dessa effekter försvunnit.

## Bottenlevande djur

Åren efter saneringen utvecklades bottenfaunasamhället successivt

från ett nystört läge, dominerat av fjädermygglarver och musselkräftor, till ett mer stabilt läge med större grävandemusslor och havsborstmaskar som är viktiga för omsättningen av sedimentet. Vid undersökningarna i augusti 2006, dvs tre-fyra år efter avslutad muddring, dominerades djursamhället i Örserumsvikens botten åter av nedbrytare. Östersjömusslor förekom i flera storleksklasser och var tillsammans med tusensnäckor de vanligaste djuren i och på botten. 2007 var det första året de större havsborstmaskarna (*Nereis diversicolor* och *Marenzelleria viridis*) var med och karakteriserade bottenfaunasamhället, enligt en statistisk analys, med början i den inre delen av viken, där muddringen avslutats fem år tidigare. 2009 påträffades individer av havsborstmasken *M. viridis* i högre tätheter och på fler lokaler än något tidigare år. Efter muddringen har ett antal bottenlevande djurarter som betecknas som föroreningskänsliga hittats i anslutning till Örserumsviken. Exempel är maskarna *Harmotoe sarsi* och *Halicryptus spinulosus*, samt det lilla kräftdjuret *Diastylis rathkei*.



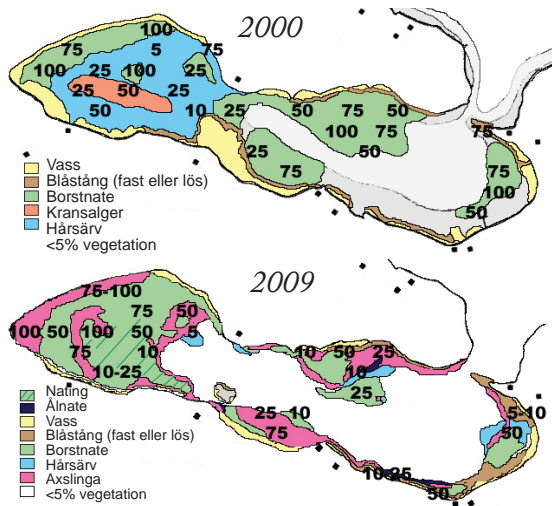
Muddringens sänkte den organiska halten i sedimentet avsevärt i de grundare, vegetationsklädda partierna av Örserumsviken. Sedan 2003 har den legat relativt stabil och ungefär i samma nivå som i referensvikarna (tomma markeringar i figuren).

### GLÖDFÖRLUST

Glödförlusten är ett mått på hur stor andel av textts sediment som består av organiskt material, som rester av växter eller djur. Vid nedbrytning av organiskt material går det åt syre. Är den organiska halten hög blir syreatgången vid nedbrytningen också hög - vilket i vissa fall kan leda till syrebrist nära botten.



Kransalgsängarna i de inre delarna av viken försvann på naturlig väg året före muddringen.



Vegetationens sammansättning har varierat under årens lopp. I kartorna redovisas dominerande vegetation och total täckningsgrad i augusti 2000 resp. 2009.



Borstnate är nu tillsammans med axslinga den mest utbredda växtarten på Örserumsvikens botten.

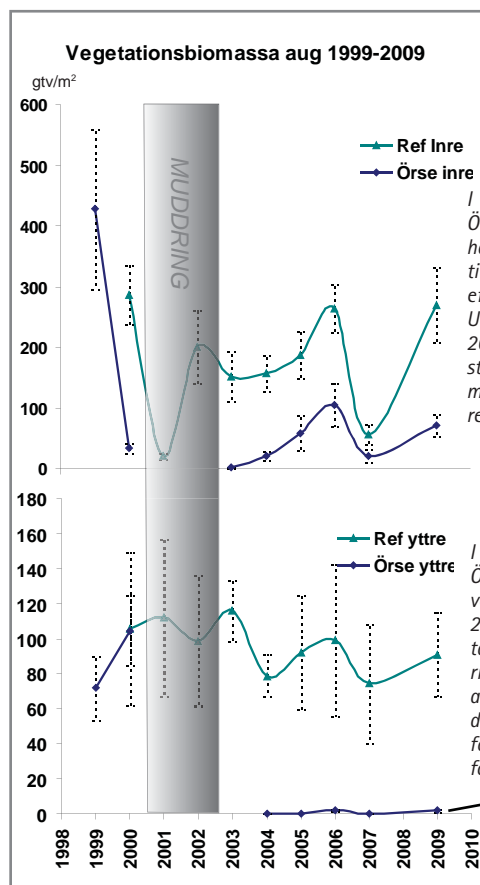
## Växternas återkomst

Vegetationens artsammansättning och utbredning i Örserumsviken har varierat mycket under de år som gått. Mellanårsvariationerna har varit stora även i de två referensvikarna. Året innan saneringen påbörjades förändrades undervattensvegetationen i den inre delen av Örserumsviken på naturlig väg genom att de täta kransalgsängar som tidigare täckt botten nästan var helt försvunna i juni år 2000. Utgångsläget före saneringen var därmed ett glesare vegetationsområde som dominerades

av hårsärv och borstnate. I den yttre delen av viken täcktes fortfarande stora ytor av borstnate. Utvecklingen av vegetationsområdet i Örserumsviken efter muddringen skiljer sig mellan den yttre och den inre delen av viken. Redan 2004, två växtsäsonger efter avslutad muddring hade växtområdet i den inre delen av viken utvecklats till att täcka i stort sett samma ytor som före saneringen. Den totala täckningsgraden var däremot generellt något lägre. Växternas täckningsgrad och biomassa ökade därefter successivt fram till 2006. 2007 var genomgående ett dåligt år för vegetationen i alla de undersökta vikarna.

## Djur i vegetation

Åren direkt efter muddringen var antalet arter av smådjur i vegetationen på mjuk botten lågt. Vid provtagningen 2006 hade antalet djurarter stigit till samma nivå som före muddringen och som i en av referensvikarna. Antalet djur per kvadratmeter, dvs individtätheten, var även den återställd i den inre delen av viken detta år, medan den totala djurbiomassan fortfarande



I den inre delen av Örserumsviken återhämtade sig vegetationen relativt snart efter muddringen. Ursprungsläget (år 2000) var dock nystört med låga biomassa jämfört med referensvikarna.

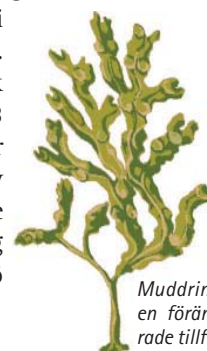
I den yttre delen av Örserumsviken hade vegetationen ännu 2009 inte återhämtat sig efter saneringen. Biomassan av vegetation på de fem lokaler som följts årligen var fortfarande nära 0.

År 2009 dominerades vegetationen i Örserumsviken av borstnate, axslinga och nating. I den yttre norra delen av viken hade det 2009 fortfarande inte etablerats något stabilt växtområde, utan här var växtligheten fläckvis och relativt gles. Kvarvarande vegetation på ställen där mudderverket inte kommit åt bedöms ha haft stor betydelse för återetableringen av vegetation i Örserumsviken. Frögröningsförsök som utfördes 2003 och 2009 antyder att vegetativ förökning snarare än förökning med hjälp av frö dominerar i viken.



Hjärtmussla och tusensnäcka på skott av borstnate

var lägre. En betydande minskning av antalet växtätande djur, där flera skalbärande snäckor ingår, förklarar till stor del den lägre biomassan. Två vanliga arter som förekom på alla vegetationsklädda stationer är hjärtmusslan *Cerastoderma hauniense* och tånggräsuggan *Idothea chelipes*. I den yttre delen av viken, där vegetationen fortfarande var sparsam, var även mängden djur liten.

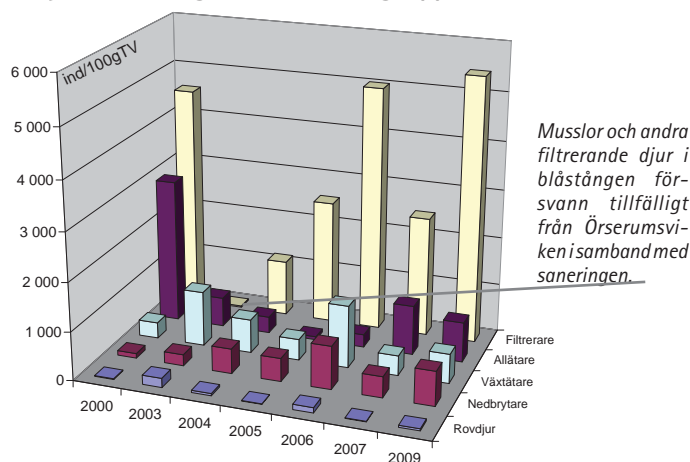


Muddringen förändrade tillfälligt djursamhället i blåstången

Längs Örserumsvikens yttre, norra och östra strand förekommer hårdare botten med inslag av hällsten och block. Här växer blåstång, *Fucus vesiculosus*. Före saneringen

dominerades djursamhället i tången av arter som livnär sig på att filtrera partiklar ur vattenmassan, bl a olika arter av musslor samt havstulpaner och mossdjur. På hösten 2003, när muddringen avslutats, var hela denna grupp försvunnen från blåstången. En trolig förklaring är att grumlingen av vattenmassan påverkat djurens filtreringsmekanism negativt. Redan året därpå hade filtrerarna börjat komma tillbaka till Örserumsviken, och tre säsonger efter muddringen avslutats var artantal, abundans och biomassa i samma nivå, eller högre, än den som noterades före muddringen, år 2000.

### Djur i blåstång, Funktionella grupper



### Viken viktig för fisk


Grunda vegetationsklädda vikar är ofta viktiga miljöer som lek- och uppväxtområde för flera fiskarter. I Örserumsviken noterades år 2000 sammanlagt 13 olika fiskarter. Förutom abborre, som var den dominerande arten, förekom karpfiskar (björkna, mört, sarv, id), samt nors och strömming, gärs, gädda, flundra, sik, sutare och ål. Beståndet av abborre var stort och höll individer i flera olika storleksklasser. Hela viken och även Vassbäcksån bedömdes vid en inventering vara viktig för lekande fisk. Abborren, som vid leken hänger sina romsträngar bland annat i anslutning till vass, är beroende av att det finns vegetation i området. Åren efter muddringen fångades en mindre mängd fisk i Örserumsviken, särskilt tydlig var minskningen

av abborre. Abborrpopulationen dominerades 2003 av små individer med en medelvikt på 44g. Medelvikten ökade därefter successivt och var vid fisket 2005 i samma nivå som före saneringen (80g). Arter som livnär sig på bottenlevande djur och detritus (bl a braxen och sutare) stod för en betydande del av den totala fångsten i den nymuddrade viken.

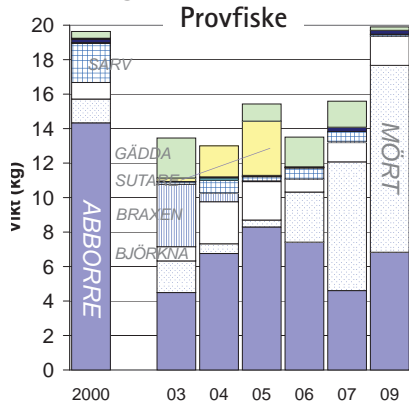
Kvoten mellan abborre och karpfisk kan användas som en indikator på förändringar i fisksamhället i ett om-

råde. Före saneringen var kvoten, pga dominansen av abborre, mycket hög i Örserumsviken jämfört med i de två referensvikarna. Efter saneringen har kvoten varit i samma nivå som i framförallt Utrikeviken, och även varierat likartat över tiden.

### Abborren lämplig att äta igen

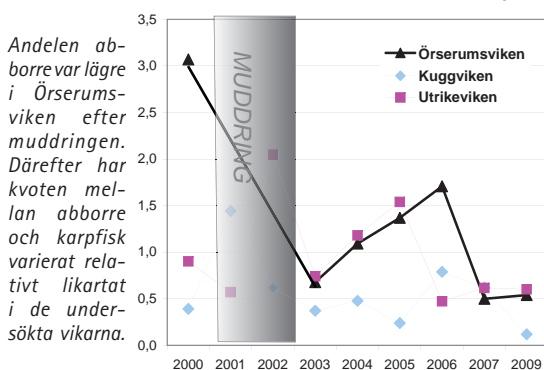
Analys av muskelpreparat av abborre som fångats i Örserumsviken före (1999) och efter (2007) saneringen visade att saneringen gett snabba svar i form av minskade halter av kvicksilver och PCB. Kvicksilverhalten som tidigare låg över Livsmedelsverkets gränsvärde låg 2007 en bra bit under och var i nivå med de halter som uppmätts i abborrar från Kvädöfjärden som är ett referensområde i den nationella miljöövervakningen. Även halten av PCB var betydligt lägre i abborre efter saneringen. 

### Totalfångst och artsammansättning



Efter muddringen fångades mindre fisk i Örserumsviken. 2009 var fångsten åter i samma nivå som år 2000, men nu dominerade mört istället för abborre.

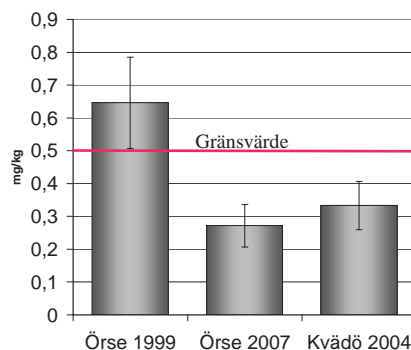
### Kvoten mellan abborre och karpfisk



Andelen abborre var lägre i Örserumsviken efter muddringen. Därefter har kvoten mellan abborre och karpfisk varierat relativt likartat i de undersökta vikarna.



### Kvicksilverhalt i abborre



Efter saneringen uppmättes betydligt lägre halter av kvicksilver i abborrar fångade i Örserumsviken. I figuren redovisas medelvärdet av 10 replikat med 95% konfidensintervall



## Innehåll

1. Inledning	2
2. Metodik	3
3. Resultat	4
3.1 Vegetation	4
3.2 Epifauna	6
3.3 Sediment	8
3.4 Bottenfauna	9
3.5 Fisk	14
4. Diskussion	17
Tackord och Referenser	19

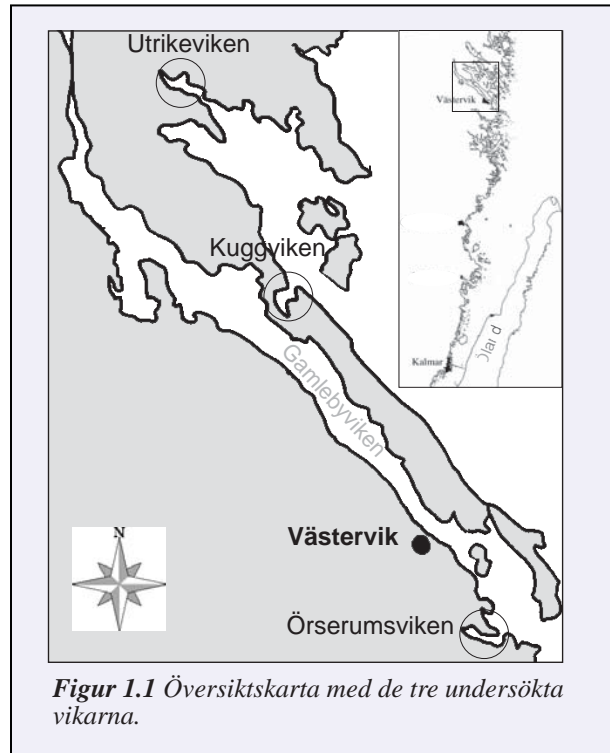
## Bilagor

1. Metodik
2. Kartor över placeringen av provpunkter och profiler
3. Kartor över vegetationens utbredning i referensvikarna
4. Resultat av vegetationsprovtagning
5. Resultat av epifaunaprovtagning
6. Resultat av sedimentundersökningar samt lokalernas positioner
7. Resultat av bottenfaunaprovtagning
8. Kartor över fiskeredskapens placering
9. Resultat av provfiske
10. Resultat av maganalys
11. Rapport 2009: Nedgrävningsbeteende hos östersjömusslan  
*Macoma baltica* i Örserumsvikens sediment.
12. Rapport 2009: Fröbanken i Örserumsvikens sediment

# 1 Inledning

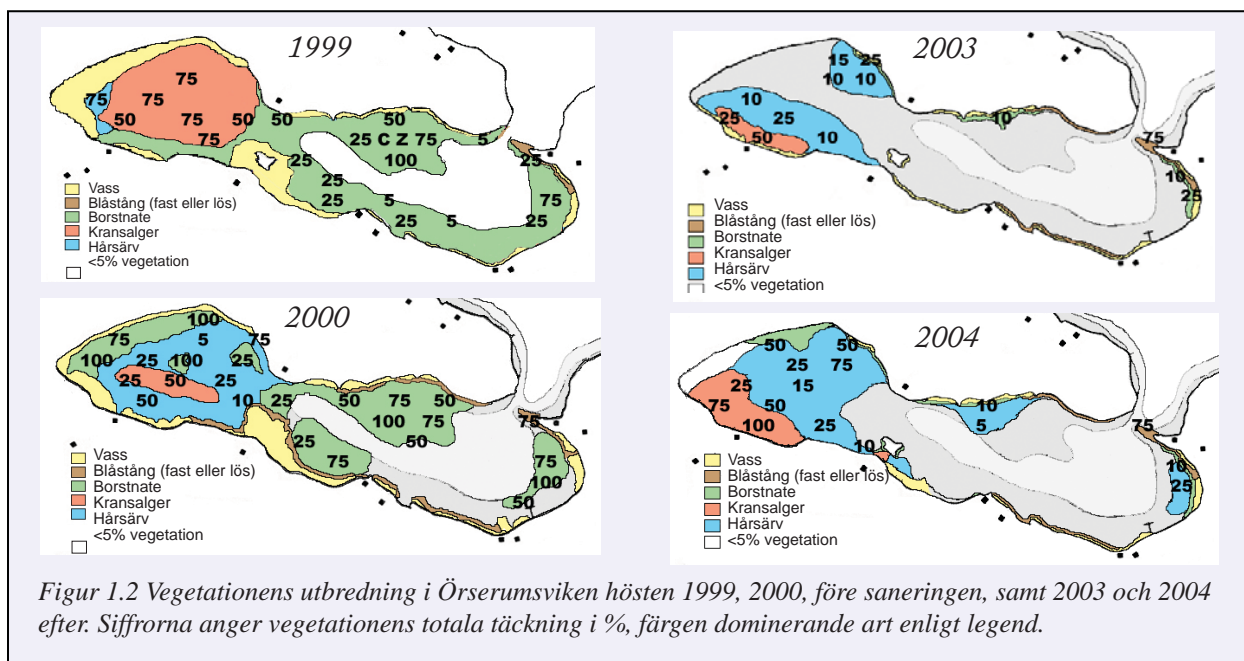
Westerviks Pappersbruk AB använde Örserumsviken som recipient för sitt processvatten under åren 1915-1980, vilket har medfört att vikens sediment förorenats av PCB och kvicksilver (Anon. 1998). För att förhindra vidare spridning till omkringliggande kustområden påbörjades en sanering våren 2001. Den omfattande muddringen av den innersta delen av viken var färdig vid årsskiftet 2002/2003, den yttre delen i slutet av augusti 2003. Högskolan i Kalmar, numera Linnéuniversitetet, har mellan år 2000 och 2009 utfört biologiska undersökningar i viken med syfte att beskriva tillståndet före och utvecklingen efter saneringen. Motsvarande undersökningar har samtidigt gjorts i två likartade vikar (fig 1.1).

Grunda havsvikar längs den svenska kusten räknas idag som värdefulla miljöer för flera arter av växter och djur. I de skyddade vikarna ansamlas på naturlig väg näringsrika organiska sediment, vilket i kombination med en relativt hög vattentemperatur under vår och sommar ger upphov till en hög produktion av växter. Miljön är också ofta attraktiv som rekryteringsområde för fisk, som finner skydd och föda i anslutning till vegetationen. Trots att Örserumsvikens sediment var kraftigt kontaminerat före saneringen var både växt- och djurlivet rikligt och väl utbrett i viken. Tidigare studier i samband med muddring har visat att vegetationssamhället kan förändras så att grumlingskänsliga växter såsom kransalger (*Chara* spp) och nating (*Ruppia* spp) ofta minskar i utbredning, medan slingor (*Myriophyllum*) och särv (*Ceratophyllum*) ökar (Eriksson 2004). I Örserumsviken avlägsnades i och med muddringen det övre sedimentskiktet där bottensamhällets djur och växtlighet lever. För att återgå till tidigare förhållanden måste den nya sedimentytan återkolonieras av organismer från omgivningen. Grävande djur såsom större maskar och musslor är viktiga för ventilering och oxidering av sedimentet. Året innan saneringen påbörjades förändrades vegetationssamhället i den inre delen av Örserumsviken på naturlig väg. Vid förundersökningen 1999 var så gott som hela den inre delen av viken täckt av mycket täta kransalgsbestånd (*Chara baltica*, *C. tomentosa* och den rödlistade *C. horrida*) (figur 1.2). Sommaren därpå, år 2000 kvarstod endast ett mindre område



med gles kransalgsvegetation, och den totala vegetationsbiomassan per station var betydligt lägre ( $500\text{g} > \text{vv}/\text{station m}^2$ ) jämfört med året innan ( $5200\text{g} > \text{vv}/\text{m}^2$ ) (Tobiasson 2000<sup>1</sup>). Ursprungsläget för denna studie var således ett nystört område med hög andel opportunisterna både med avseende på vegetation och bottenfauna i den inre delen av viken. Vid muddringen togs stora volymer av sedimentet bort. I den inre delen av viken ökade vattendjupet med upp till 1 meter. Förekomsten av växtpropaguler (aktiva och vilande) i sedimentet undersöktes i den nymuddrade viken. Resultatet visade att förekomsten av förökningskroppar (bl a fröer) var mycket låg, och att områden med kvarvarande vegetation hade stor betydelse för återkolonisationen av växter (Andersson 2004). Nyligen muddrade områden har ofta även lägre abundans och artrikedom av bottenlevande djur, och skiljer sig därmed från orörda referensområden (Boyd mfl 2003, Smith mfl 2006, Cooper mfl 2007). Hur lång tid det tar för ett nymuddrat område att återhämta sig kan variera stort, men tidigare studier indikerar en återkolonisationstid i storleksordningen 1-5 år (Håkansson & Rosenberg 2009). Cooper m fl (2007) belyser vikten av att skilja mellan taxonomisk och funktionell återställning. Funktionell återställning innebär att bottensamhället uppfyller samma ekologiska karaktär, funktion och





produktion som innan muddringen, men med avsaknad av eller alternering av vissa arter. Om man till exempel har siktet inställt på fiske kan en funktionell återställning vara tillräcklig om födotillgången för fisk blir likvärdig tillståndet före muddringen (Hammar mfl 2009). En inventering av fisklek våren 2000 visade att hela viken var viktig för lekande abborre, som också var den art som dominerade fiskbeståndet i viken. Fiskfaunan kan också förändras i ett område som en följd av minskad växtlighet (Sandström mfl 2005). Analys av halten kvicksilver och PCB i abborre fångad i viken 1999 visade på förhöjda värden (Andersson & Nilsson 2008). Dessa förhöjda halter hade 2007 gått tillbaka, och det var inte längre olämpligt att äta abborrar som fångats i viken (Andersson & Nilsson 2008).

## 2 Metodik

I Örserumsviken provtogs i augusti 2009 tjugo stationer inom var och en av de tre ursprungliga botten typerna benämnda C, P, S och F, dvs grunda områden med ursprunglig vegetation av kransalger, *Chara.sp* (C), något djupare vegetationsklädda områden ursprungligen beväxna med borstnate, *Potamogeton pectinatus* (P) samt vegetationsfria ytor med bart sediment på något större djup (S), blåstång, *Fucus vesiculosus* (F), samt fem djupare stationer utanför viken. För att återfinna tidigare provtagningspunkter användes dGPS-mottagare. Vid detta tillfälle togs kvantitativa prover av vegetation, epifauna och bottenfauna, liksom

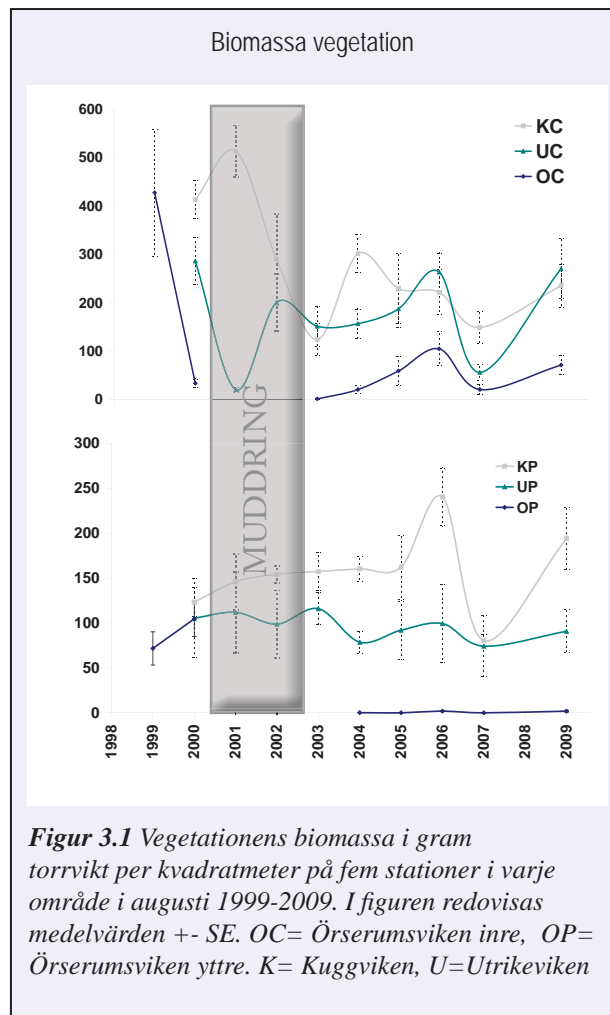
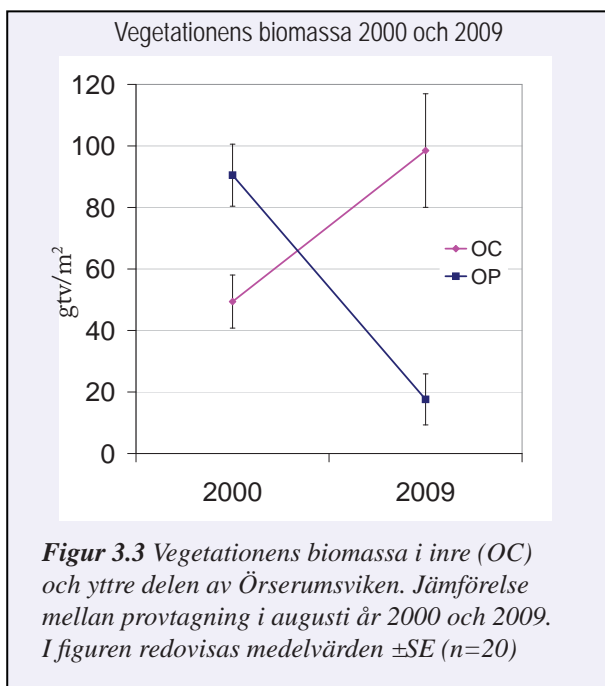
prover för bestämning av sedimentets glödförlust. I de två referensvikarna provtogs i vanlig ordning fem stationer i varje botten typ. Provtagningarna utfördes i Örserumsviken den 11-13:e augusti, i referensvikarna Kuggviken och Utrikeviken den 27:e augusti. Vegetationens zoner i djupled undersöktes genom att 5 transekter (100-150 m långa) i Örserumsviken och 3 transekter i respektive referensvik undersöktes med dykning och filmades den 12 nov resp 21 oktober. Provfisken utfördes under två nätter den 4-6:e augusti i alla vikarna. Utöver de vanliga undersökningarna genomfördes under våren även en lekinventering av fisk i Örserumsviken (7 maj), samt en studie på östersjömusslans nedgrävningsbeteende i sediment från tre områden (april). Under höst/vinter genomfördes ett frögröningsförsök på sediment från Örserumsviken. Resultatet från lab försöken redovisas som bilagor till denna rapport. Den metodik som använts vid undersökningarna beskrivs närmare i bilaga 1. I bilaga 2 redovisas provpunkternas lägen i respektive vik. Vid statistiska jämförelser mellan olika år i Örserumsviken, och jämfört med referensvikarna, har genomgående medelvärden av vegetation- och djurförekomst på de fem ordinarie stationerna använts. Som spridningsmått används medelvärdets standardfel (SE). Vid jämförelser av samma stationer olika år har ett parat t-test använts. Vid jämförelser mellan olika områden ANOVA med Tukeys Post Hoc. Statistiska analyser har utförts i STATISTICA 9.0. Förändringar i artsammansättning har analyserats med hjälp av PRIMER.

## 3 Resultat

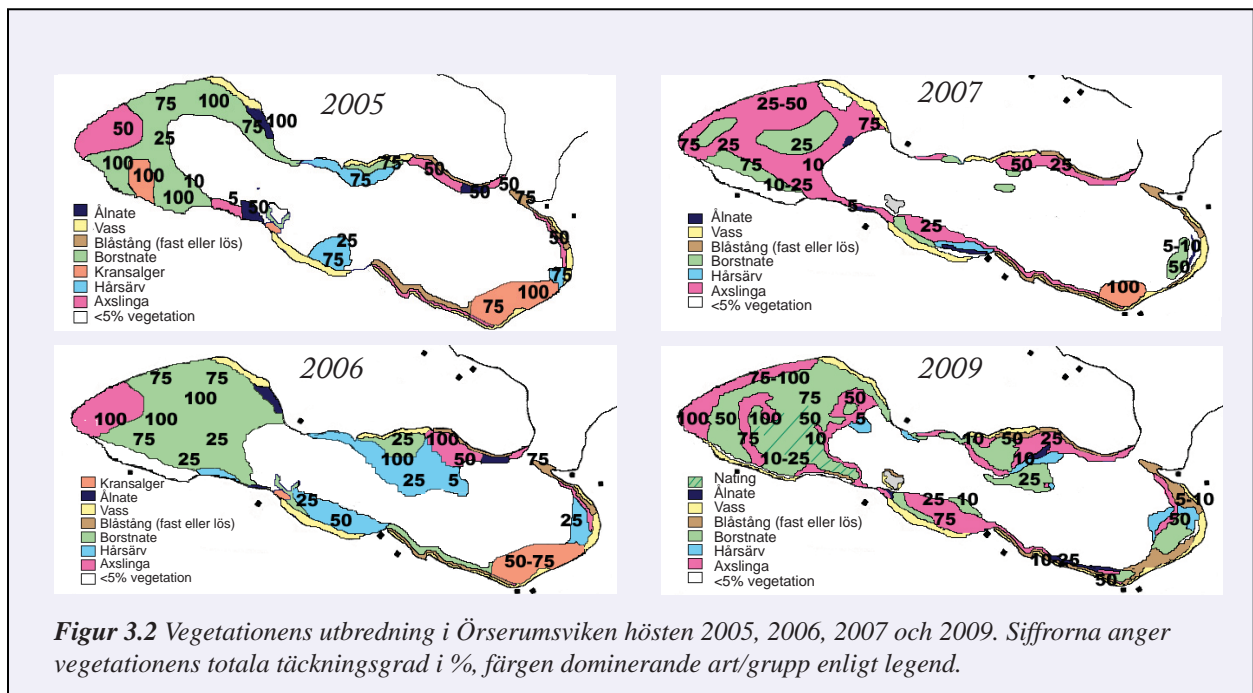
### 3.1 Vegetation

Under de tio år som undersökningarna pågått har vegetationens utbredning och sammansättning varierat stort i Örserumsviken, men även i de två orörda referensvikarna. I figur 1.2 och 3.2 redovisas vegetationens utbredning och sammansättning i Örserumsviken från 1999 till 2009. Motsvarande vegetationskartor från referensvikarna återfinns i bilaga 3. En lista över vilka växtarter som påträffats i Örserumsviken under projektets gång finns i bilaga 4. Resultaten från Örserumsviken från 1999 till 2007 sammanfattas kortfattat här och finns närmare beskrivna i årsrapporten för respektive år.

Vid förundersökningen 1999 var så gott som alla ytor i viken ned till ett djup av drygt tre meter täckta av vegetation (fig 1.2). År 2000 hade vegetationen i den inre delen av viken minskat i täthet på grund av kransalgernas försvinnande. De första två åren efter muddringen förekom sammanhängande vegetation så gott som utslutande i den inre delen av viken (figur 1.2). Hårsärv, *Zannichellia palustris* dominerade störst ytor, medan kransalger (från *Chara baltica* men även en del *Chara tomentosa*) dominerade området runt Vassbäckens mynning (figur 1.2). 2003 påträffades även krusnate, *Potamogeton crispus* och vattenmossa *Fontinalis* i den inre delen av viken, sannolikt som en följd av utsötning under muddringen, då vikens mynning skärmades av



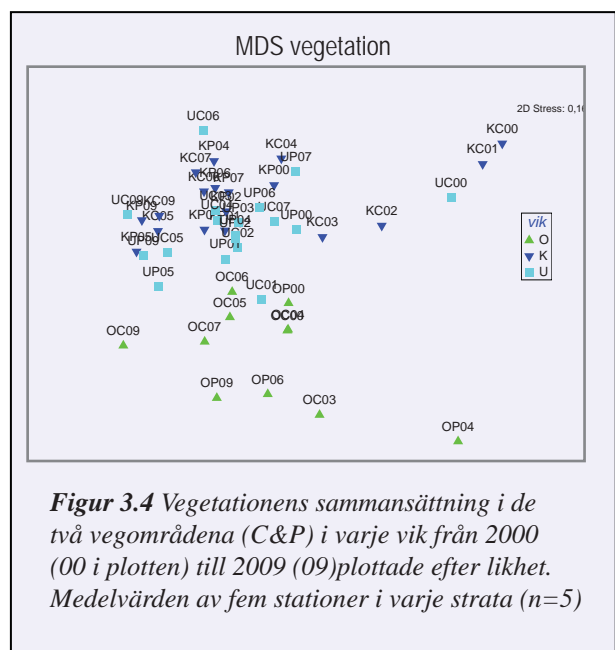
för att förhindra spridning av uppslammat sediment. Åren 2005 och 2006 ökade utbredningen av borstnate, *Potamogeton pectinatus*, samt allra längst in i viken även axslinga, *Myriophyllum spicatum* (figur 3.2). Det var under 2006, tre år efter muddringen avslutats, som vegetationen (framförallt hårsärv) tog fart i den yttre delen av viken. År 2007 förändrades åter vegetationssamhället, både i Örserumsviken och de två referensvikarna noterades en tillbakagång av vegetationens biomassa (figur 3.1) och täckningsgrad (figur 3.2). Axslinga dominerade på stora ytor i viken. Den totala täckningsgraden av vegetation var generellt låg, mellan 10 och 25%. Vid besöket 2009 var i stort sett samma ytor täckta av vegetation som i augusti 2000, före muddringen. Vegetationens täckningsgrad och artsammansättning var dock annorlunda, 2009 dominerade i den inre delen av Örserumsviken borstnate (*P. pectinatus*) och nating (*Ruppia* spp.) tillsammans med axslinga (*M. spicatum*). Täckningsgraderna var här högst centralt i viken, medan en bärd närmast land ofta var fri från vegetation eller glesare bevuxen. Förutom arterna ovan påträffades även hornsärv



(*Ceratophyllum demersum*), ålnate (*Potamogeton perfoliatus*), hårsärv, (*Zannichellia palustris*) och enstaka exemplar av kransalgen grönsträfs (*Chara baltica*) samt vitstjälksmöja, (*Batrachium baudotii*). Fintrådiga alger förekom sparsamt på vegetationen i den södra delen av området. Längs kanterna växte bladvass (*Phragmites australis*). I den yttre delen av viken var vegetationen generellt mer sparsam. Även här dominerade hårsärv och nate/nating på gyttjig botten, medan blåstång (*Fucus vesiculosus*) växte på sten/block framförallt i den yttersta delen av viken, men även på utsidan av ön. Vegetationen längs den nordliga sidan var relativt gles, och hornsärv (*C. demersum*), axslinga (*M. spicatum*), hårsärv (*Z. palustris*), borstnate (*P. pectinatus*), ålnate (*P. perfoliatus*) och nating (*Ruppia* spp.) växte mosaikartat med en täckningsgrad runt 5% vardera. Det kransalgsbestånd som förekom i det sydöstra delen av viken 2005 till 2007, fanns vid årets undersökningar inte längre kvar. På platsen växte nu borstnate, *P. pectinatus* med inslag av axslinga (*M. spicatum*) och ålnate (*P. perfoliatus*).

Vegetationens biomassa i de kvantitativa prover som tagits varje år redovisas för alla tre vikarna i figur 3.1. I figuren kan man se att vegetationsbiomassan vissa år utvecklas på samma sätt i alla tre vikarna. År 2006 var biomassorna höga i alla vikarnas alla delar, medan det motsatta förhållandet kan ses 2007. I den inre delen av Örserumsviken (OC) var vegetationsbiomassan fortfarande 2009 låg jämfört med de två referensvikarna, men

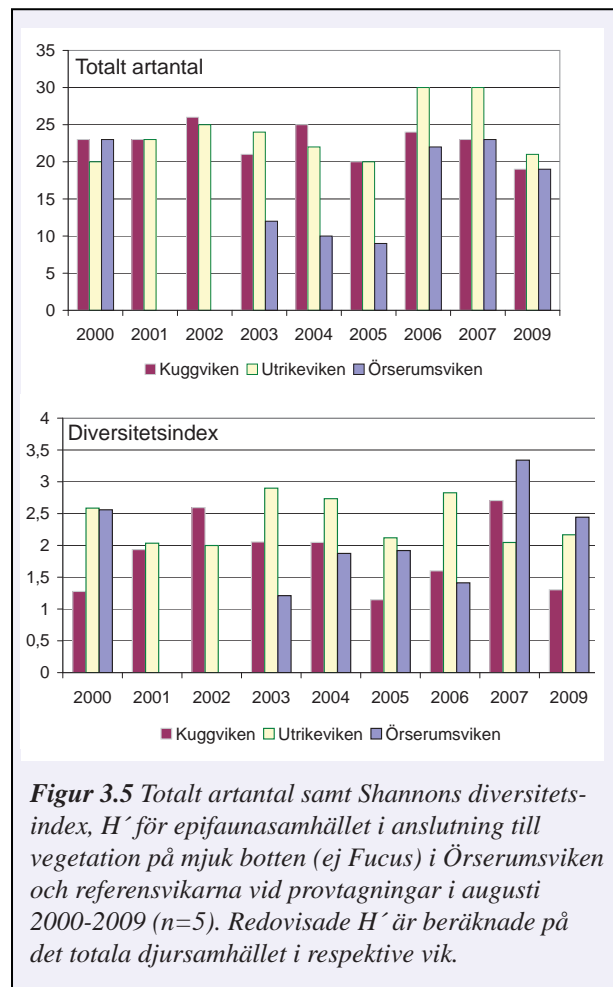
jämför man med år 2000, innan muddringen påbörjades kan man se att biomassan fördubblats ( $p < 0,05$ ; t-test), figur 3.3, och nu var i samma nivå som i den yttre delen av viken år 2000. I den yttre delen av viken (OP) var både vegetationens täckningsgrad och biomassa betydligt lägre 2009 jämfört med år 2000 ( $p < 0,05$ ; t-test). I augusti 2000 var medeltäckningsgraden här 75 %, vilket kan jämföras med 23 % i augusti 2009. I augusti 2000 var vegetationens medelbiomassa 91 gram tv/m<sup>2</sup>, medan den i augusti 2009 endast var 18 gram tv/m<sup>2</sup> (figur 3.3), I augusti 2009 saknades helt vegetation på två av de ordinarie stationerna (OP3 och OP5). Variationen mellan olika sta-



tioner var hög, speciellt 2009.

I MDS plotten i figur 3.4 har varje besök i vikarnas två olika vegetationsområden plottats efter likhet i vegetationssammansättning. Punkter som ligger nära varandra är alltså mer lika varandra med avseende på vegetationens sammansättning. I plotten kan man se att Örserumsvikens vegetation (gröna trianglar) skiljer sig från de andra vikarna då alla punkterna ligger i nedre delen av plotten. Likheten mellan dessa punkter förklaras av relativt få arter och låga biomassor. De arter som står för likheten är borstnate, *P. pectinatus*, axslinga, *M. spicatum*, hornsärv, *C. demersum* och hårsärv, *Z. palustris*. Värt att notera är att vegetationssammansättningen i Örserumsvikens inre del 2004 (OC04), dvs två år efter muddringen är identisk med den i augusti 2000 (OC00). I plotten är dessa båda punkter placerade rakt ovanför varandra (figur 3.4). Punkter som ligger uppe till höger i plotten (UC 00, KC00, KC01 KC02) domineras av kransalger. I de båda referensvikarna är det fler arter som förklarar likheten inom viken. Sedan 2007 hade vegetationen i Kuggviken brett ut sej på större djup. Framförallt nating, *Ruppia* sp. hade ökat mot djupet, både i den norra och södra delen av djupstråket (se bilaga 3). Längs norra kanten av viken täcktes botten av ett tjockt täcke av finträdiga alger, lösliggande blåstång, *Fucus vesiculosus*, östersjösallat, *Monostroma baltica* och korsandmat, *Lemna trisulca*. I den inre delen av viken dominerade fortfarande höstlänke, *Callitriche hermafroditica* nära stranden. Även i Utrikeviken dominerade lösliggande blåstång på stora ytor. På de fläckar som 2007 var be vuxna av kransalger växte 2009 borstnate *P. pectinatus* och nating *Ruppia* sp, vilka är de arter som täcker störst ytor i viken. I den innersta delen av Utrikeviken dominerar axslinga, *M. spicatum*.

Ett frögroningsförsök som genomfördes under vintern 2009/2010 på sediment från Örserumsviken indikerar att det är vegetativ förökning som dominerar för de växter som finns i viken. I sediment som samlats in på de ordinarie 15 provtagningspunkterna förekom fröer endast från hårsärv, *Z. palustris*. I försöket grodde inte ett enda frö, däremot kom det upp nya skott från vegetativa delar av nating (*Ruppia* sp) och hornsärv (*C. demersum*). Även fragment av axslinga, *M. spicatum* återfanns vid genomsällning av sedimentet efter avslutat försök. (bilaga 12).



**Figur 3.5** Totalt artantal samt Shannons diversitetsindex,  $H'$  för epifaunasamhället i anslutning till vegetation på mjuk botten (ej *Fucus*) i Örserumsviken och referensvikarna vid provtagningar i augusti 2000-2009 ( $n=5$ ). Redovisade  $H'$  är beräknade på det totala djursamhället i respektive vik.

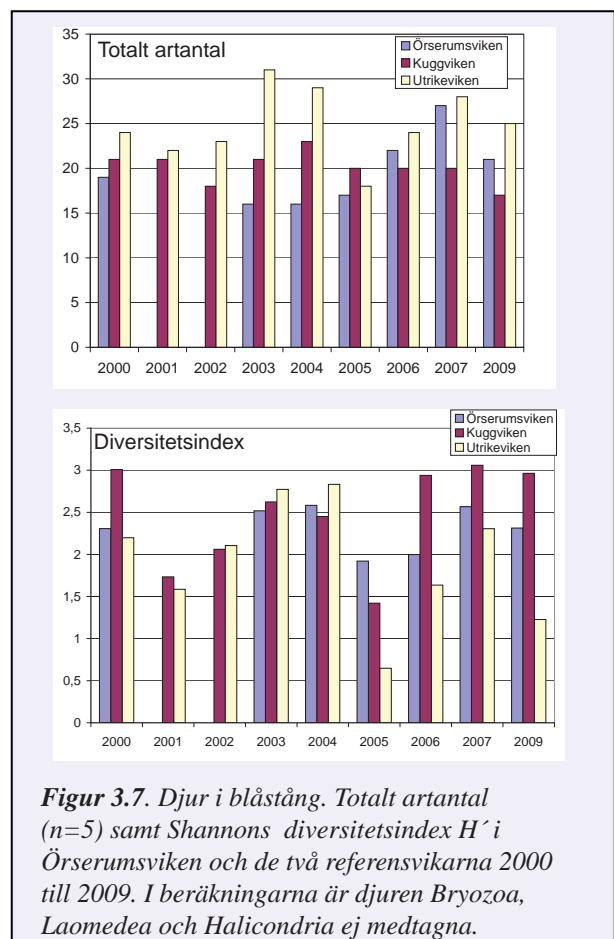
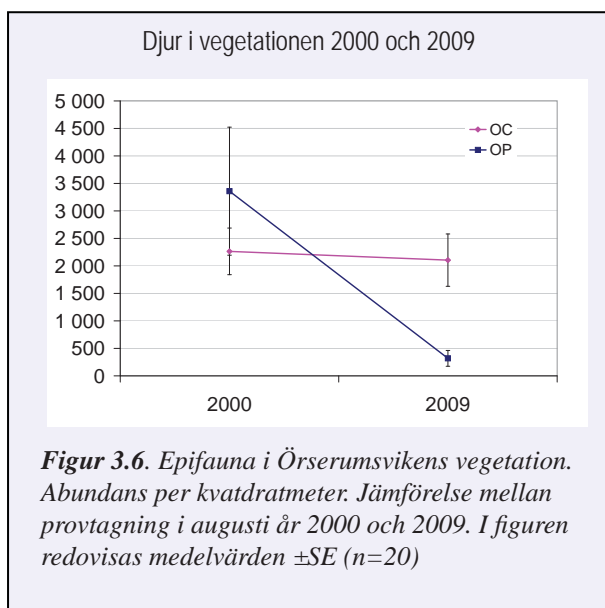
Sammanfattningvis kan man konstatera att undervattensvegetationen i Örserumsviken varierat stort åren efter muddringen, både med avseende på mängd och artsammansättning. Även i de båda referensvikarna har mellanårsvariationerna varit stora. I den inre delen av Örserumsviken återhämtade sig vegetationen relativt snart efter saneringen medan vegetationen i den yttre delen av viken fortfarande är gles.

### 3.2 Epifauna

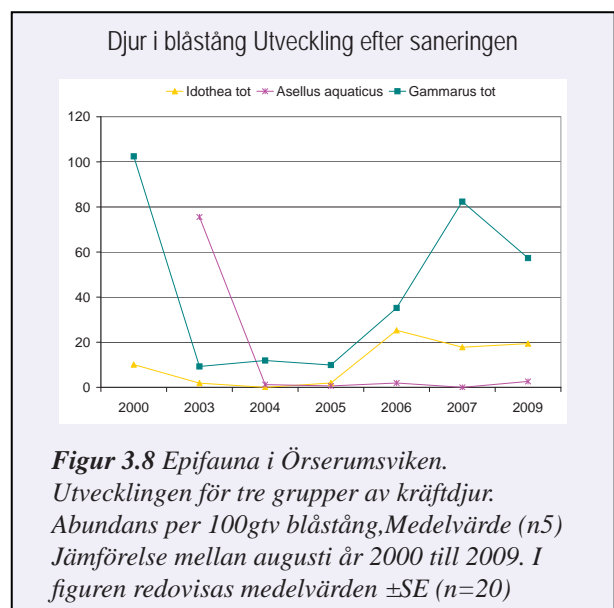
I Örserumsviken påträffades 2009 sammanlagt 23 arter eller högre taxa av djur i anslutning till vegetationen på mjuk botten (tab bil. 5-1). Sedan 2006 har det totala artantalet, som direkt efter muddringen var lågt, legat i nivå med det som noterats i Kuggviken (figur 3.5). Även djurtätheten var återställd i den inre delen av viken detta år, medan biomassan fortfarande var något lägre, framförallt beroende på färre skalbärande snäckor, som har stor inverkan på biomassan. I Utrikeviken var 2006 och 2007 år med höga

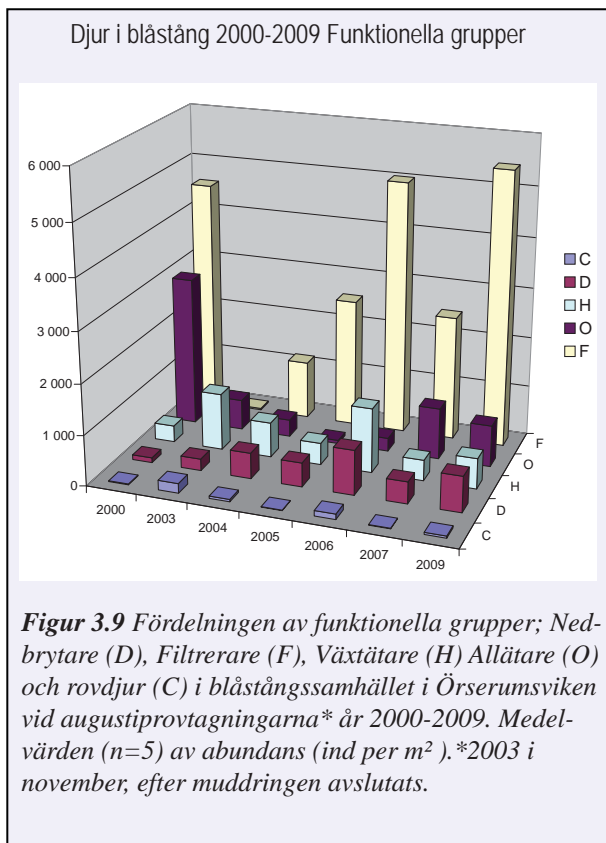
artantal, men 2009 var det lika mellan alla de tre vikarna. Antalet arter per prov varierade mellan 4 och 10 i Örserumsviken, och var i medeltal 7 i den inre delen av viken, och 4 i den yttre. På två av de fem ordinarie stationerna i den yttre delen av viken saknades vegetation, och förekomsten av djur var generellt låg per ytenhet jämfört med i de två referensvikarna (tab bil 5-1). Diversitetsindex för det totala djursamhället i vegetationen i respektive vik redovisas årsvis i figur 3.5. Diversiteten som var låg direkt efter muddringen var 2005 i nivå med den i referensvikarna. Vid de två senaste provtagningarna, 2007 och 2009, var index till och med högre i Örserumsvikens vegetation. Hjärtmusslor (*C. hauniense*) och tånggråsuggor (*Idothea chelipes*) dominerade och förekom på alla stationer med vegetation. Andra arter med relativt hög frekvens i proverna var märlorna *Gammarus locusta* och *G. oceanicus*, snäckorna *Potamopyrgus antipodarum* och *Radix peregra*, blåmussla, *Mytilus edulis* och märlan *Leptocheirus pilosus*. En jämförelse av tätheten av djur per kvadratmeter baserad på prover från den utökade provtagning som genomfördes 2000 och 2009 visar att det idag inte är någon skillnad i den inre delen av viken jämfört med år 2000, före saneringen ( $p > 0,05$ ; t-test). I den yttre delen av viken, där vegetationen endast förekom sparsamt var det 2009 däremot betydligt lägre täthet vegetationsbundna djur ( $p < 0,05$ ; t-test) räknat per ytenhet (figur 3.6).

Även i djursamhället i blåstången från Örserumsviken var artantalet lågt hösten 2003, jämfört med före muddringen, och jämfört med



i de två referensvikarna (figur 3.7). Sedan 2006 har artantalet varit jämförbart med de övriga vikarna, och jämför man artantal, abundans och biomassa från den utökade provtagningen som genomfördes 2000 och 2009 finns ingen skillnad för någon av dessa parametrar ( $p > 0,05$ ; t-test). Diversiteten i blåstångens djursamhälle var åren efter muddringen jämförbar med före saneringen, men minskade 2005 och 2006 (figur 3.7). Även i





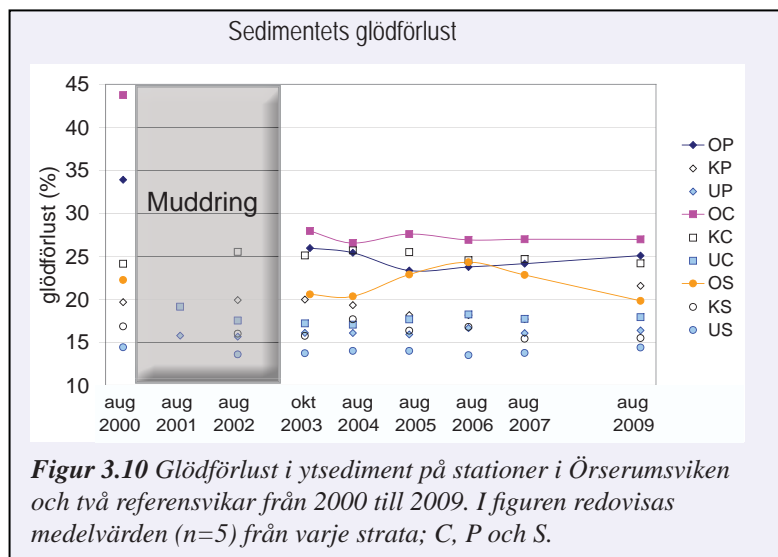
referensvikarna varierar diversiteten mellan olika år, vilket delvis kan förklaras med att vissa arter dominerar starkt vissa år. Vid provtagningarna i Utrikeviken i augusti 2005 förekom till exempel hjärtmusslan *Cerastoderma hauniense* i mycket höga tätheter, vilket förklarar det låga diversitetsvärdet det året (figur 3.7). Artlistor med abundans och biomassa redovisas i tab bil 5-3, samt diagram över utvecklingen av abundans och biomassa i blåstångens djursamhälle före och efter saneringen i fig bil 5-1. Även vad gäller epifaunans abundans och biomassa verkar nivåerna ha stabiliserat sig 2006, dvs tre år efter muddringens avslut. Utvecklingen för tre grupper av kräftdjur i anslutning till blåstången redovisas i figur 3.8. 2003 var tätheten av sötvattensgråsuggan *Asellus aquaticus* hög i Örserumsvikens blåstångsplantor, medan märlor (*Gammarus* sp) som ofta förekommer i anslutning till tången fanns, men i låga tätheter, vilket kan tyda på att djursamhället var sötvattenpåverkat efter muddringen, då en skärm vid mynningen minskat utbytet med det saltare vattnet utanför, och Vassbäckån försett viken med sötvatten. År 2004 fanns

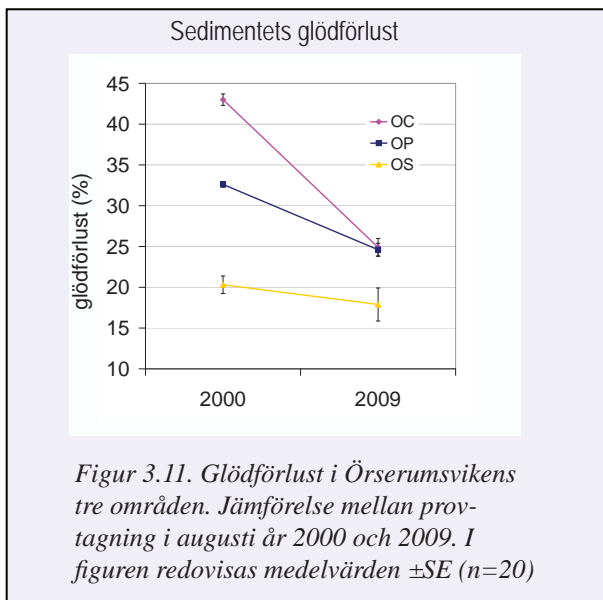
endast enstaka sötvattengråsuggor kvar. Vid besöket i augusti 2006 märktes en ökning av antalet märlor (*Gammarus* sp) och tånggråsuggor (*Idothea* sp) och dessa arter får representera den allmänna ökning av artantal och abundans/biomassa som noterades 2006 (fig bil 5-1, samt tab bil 4-3). Djursamhället i blåstången förändrades tillfälligt i samband med muddringen. Före saneringen dominerade filtrerare, dvs arter som livnär sig på att filtrera partiklar ur vattenmassan, bla olika arter av musslor, *C. hauniense*, *M. edulis*, samt havstulpaner *B. improvisus* och mossdjur, *Bryozoa*. På hösten 2003, när muddringen nyligen avslutats, var i princip hela denna grupp försvunnen från blåstången, medan de växtätande snäckorna, framförallt *T. fluviatilis*, men även *Radix* och *B. tentaculata* ökat i antal. Redan året därpå började filtrerarna komma tillbaka till Örserumsviken, och tre säsonger efter muddringen avslutats var artantal, abundans och biomassa i samma nivå, eller högre, än den som noterades före muddringen, år 2000 (figur 3.9).

En statistisk samhällsanalys visar att djursamhället 2003 och 2004 skiljer sig från de andra åren framförallt beroende på lägre abundanser totalt, och en dominans av ovanstående arter, samt fjädermygglarver (*Chironomidae*), snäckan *P. antipodarum* samt märlan *L. pilosus*. I Bilaga 5 (fig bil 5-1) återges MDS-plot och klusteranalys för djuren i blåstången mellan åren 2000 och 2009.

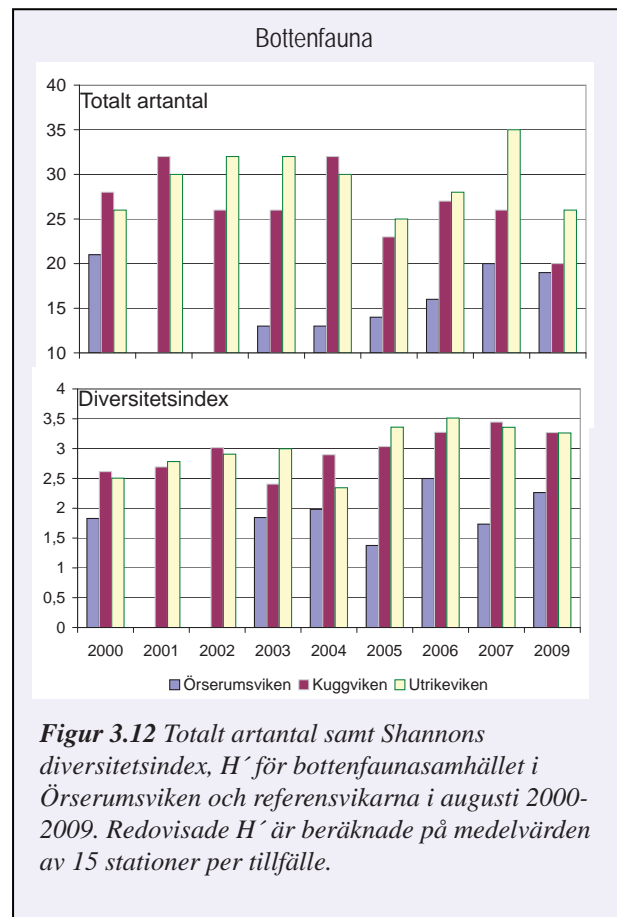
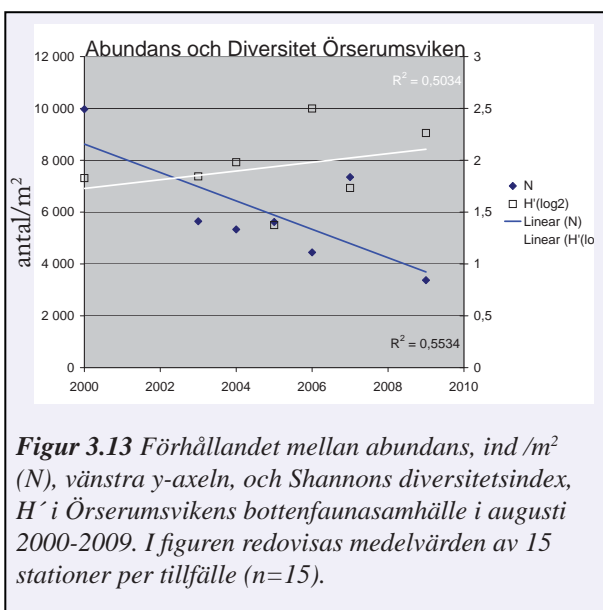
### 3.3 Sediment

Sedimentets innehåll av organiskt material var före muddringen mycket högt (44%), speciellt i





den inre delen av viken. I sedimentet förekom pappersrester, vilket sannolikt förklarar de extrema värdena. Efter saneringen har halterna stabiliserat sig på en lägre nivå. I Örserumsvikens vegetationsklädda delar var medelvärdet på de fem ordinarie punkterna i de vegetationsklädda områdena 25 och 27 % (OP och OC) vid provtagningen i augusti 2009. Glödförlusten i sedimentet i Örserumsviken skiljer sig inte från den i referensvikarna ( $p > 0,05$  ANOVA) vid jämförelse inom samma strata. I figur 3.10 redovisas medelvärden av de fem stationer som provtogs under hela tidsperioden tillsammans med resultaten från de två referensvikarna. I vikens vegetationsfria, djupare del (OS) var medelvärdet av glödförlusten 20 %. På en av stationerna (OS3) var glödförlusten liksom tidigare betydligt lägre (7 %). I detta område var det 2009 ingen



skillnad mellan sedimentets glödförlust jämfört med år 2000 ( $p > 0,05$ ; t-test). Jämför man resultaten från de 20 stationer i varje djupstrata som även provtogs i augusti år 2000 kan man se att glödförlusten i de vegetationsklädda delarna av viken idag är betydligt lägre än före muddringen ( $p < 0,05$ ; t-test) och att det inte längre är någon skillnad mellan den vegetationsklädda inre (OC) och yttre (OP) delen av viken ( $p > 0,05$  ANOVA) avseende sedimentets glödförlust (figur 3.11). Även i referensvikarna har skillnaderna mellan de ursprungliga två vegetationsområdena suddats ut, och idag är det ingen skillnad i glödförlust mellan dessa två områden i någon av vikarna ( $p > 0,05$  ANOVA). I bilaga 6 redovisas resultaten av sedimentundersökningarna för varje station.

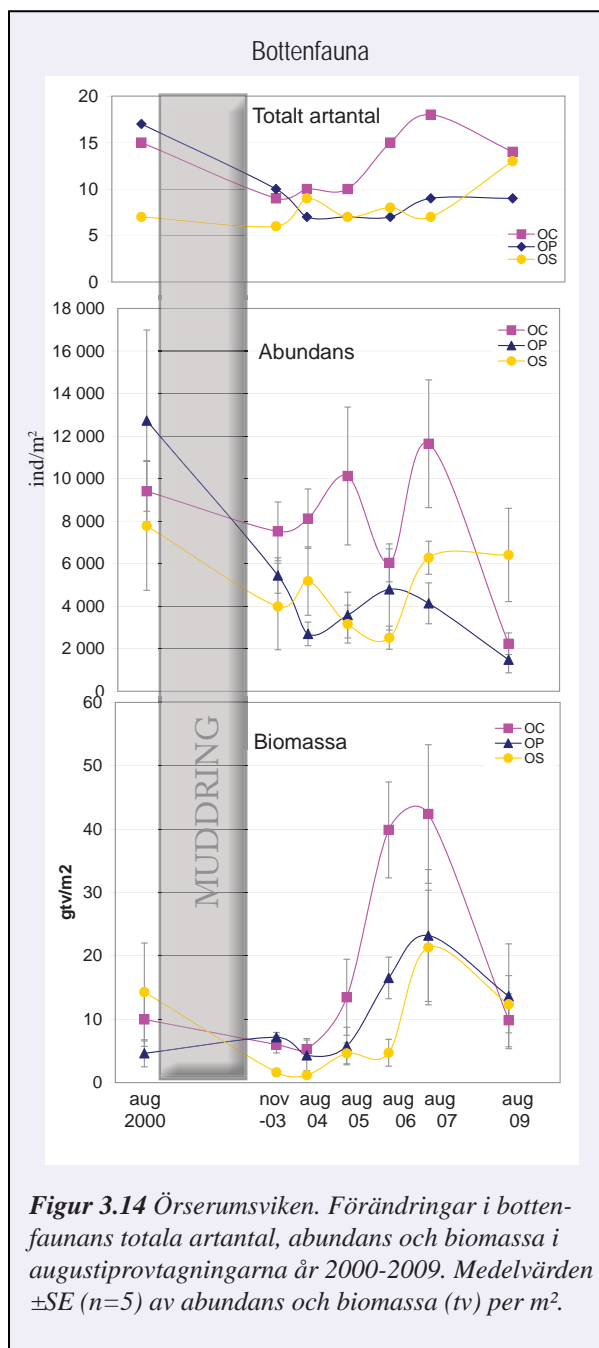
### 3.4 Bottenfauna

Sedan provtagningsprogrammets början år 2000 har såväl artantal som abundans och biomassa varierat stort på de olika stationerna i Örserumsviken. Sedan starten år 2000 har sammanlagt 54 arter eller taxa av djur påträffats i mjukbottenproverna i och direkt utanför Örserumsviken. I figur 3.12 redovisas det totala antalet påträffade arter samt diversitetsindex på de 15 ordinarie stationerna i augusti från år 2000 till 2009 i res-

pektive vik. I Örserumsvikens nymuddrade sediment var artantalet lågt, 2003 påträffades totalt 13 arter på de 15 ordinarie stationerna i viken. Därefter ökade artantalet för varje år fram till 2007, som var ett art- och individrikt år i alla de undersökta vikarnas botten. Vid det senaste besöket i augusti 2009 förekom 19 olika arter i Örserumsvikens sediment, vilket var i samma nivå som i Kuggviken, en av referensvikarna. I Utrikeviken har artantalet generellt varit högt bland annat beroende på ett stort antal arter av snäckor och kräftdjur.

När diversitetsindex beräknas för ett samhälle, tar man förutom antalet arter även hänsyn till jämnheten mellan olika arters bidrag till totalabundans eller biomassa. Dominerar en art stort blir diversiteten lägre, bidrar däremot olika arter med jämbördiga värden till totalsumman blir diversiteten högre. I Figur 3.12 kan man se att diversiteten i Örserumsvikens botten generellt varit lägre än i de två referensvikarna. I figur 3.13 redovisas Shannons diversitetsindex (vita kvadrater) och individtätthet (blå romber) i Örserumsviken från 2000 till 2009. Individtätheten, (blå linje, vänstra Y-axeln) minskar medan diversiteten tenderar att öka, vilket kan vara ett tecken på att bottenfaunasamhället håller på att stabiliseras.

Jämför man de olika områdena i Örserumsviken, är det i den inre, vegetationsklädda delen av viken (OC) som artantalet sedan 2004 varit som högst (figur 3.14). I denna del, liksom i det djupare, vegetationsfria området är trenden för det totala artantalet ökande. I nateområdet (OP)



Figur 3.14 Örserumsviken. Förändringar i bottenfaunas totala artantal, abundans och biomassa i augustiprovtagningarna år 2000-2009. Medelvärden  $\pm$ SE (n=5) av abundans och biomassa (tv) per m<sup>2</sup>.

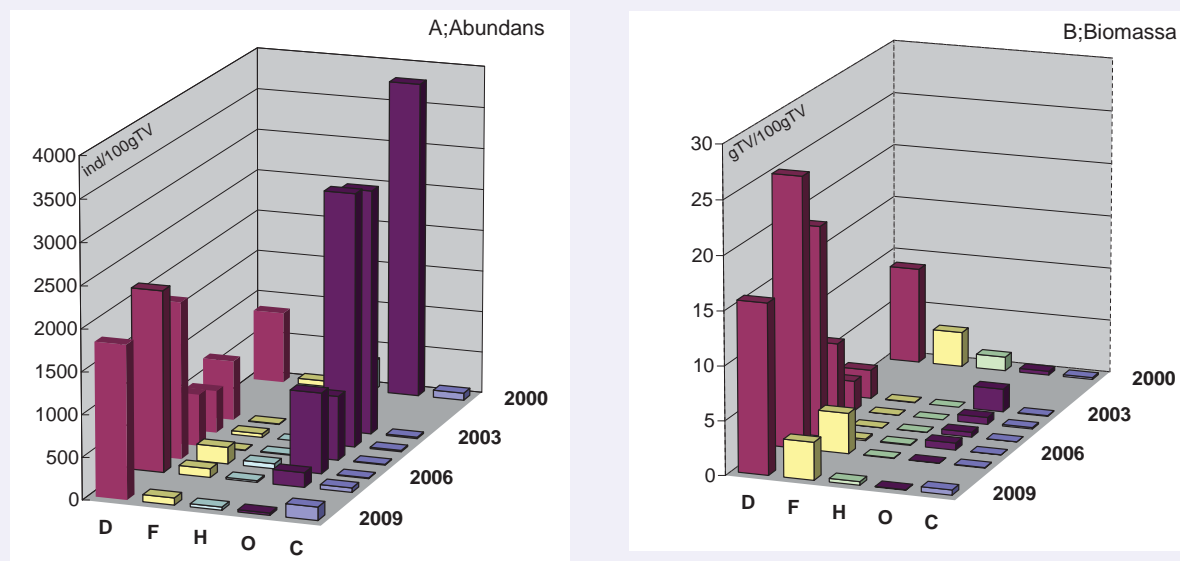
Tabell 3.2 Artantal, abundans och biomassa av bottenfauna i augusti 2000 resp. 2009. Medelvärden och SE för tjugo replikat (0, 0199 m<sup>2</sup>). Asterisk \* och röd färg indikerar att det finns en skillnad (p<0,05) mellan åren i ett parat t-test.

	2000	2009	SE2000	SE2009
Artantal per hugg				
OC	9,0	8,3	0,5	0,8
*OP	9,3	5,9	0,9	0,5
OS	7,6	7,2	0,6	0,3
Abundans (antal/m <sup>2</sup> )				
*OC	11 707	3 375	1 978	603
*OP	14 199	1 924	1 819	299
*OS	13 520	4 851	1 968	714
Biomassa (gram tv/m <sup>2</sup> )				
*OC	9,67	28,59	3,90	5,54
OP	7,83	14,98	1,65	4,26
OS	24,91	16,60	5,54	4,18

går utvecklingen däremot mot ett lägre antal arter. Före muddringen var det detta område som hade högst artrikedom. Så gott som alla arter som påträffades i vikens botten före muddringen har återfunnits därefter. Undantagen är några vegetationsbundna taxa (*Jaera* sp, *Asellus aquaticus*, samt insektslarver av *Ephemeroptera*, *Haliplus* sp. och *Lepidoptera*) som inte är bundna till botten. Den lilla havsborstmasken *Manayunkia aestuarina* påträffades på två stationer i enstaka exemplar år 2000, men har därefter inte återfunnits. Vissa andra taxa har kommit till efter muddringen, däribland två föroreningskänsliga arter: fjällborstmasken *Harmotoe sarsi*, och kräftdjuret *Diastylis rathkei* som förekommit på enstaka stationer 2007 och 2004. Andra exempel är rundmaskar, *Nematoder*, samt ishavsgåsuggan *Saduria entomon*. De ar-



### Bottenfauna 2000-2009 Funktionella grupper



**Figur 3.15** Fördelningen av funktionella grupper; (Nedbrytare (D), Filtrerare (F), Växtätare (H) Allätare (O) och rovdjur(C) i bottenfaunasamhället i Örsörumsviken vid augustiprovtagningarna\* år 2000-2009. Medelvärden (n15) av abundans (ind per m<sup>2</sup> (A) och biomassa (B) tv per m<sup>2</sup>. \*2003 i november, efter muddringen avslutats. I figuren har musselkräftor, Ostracoda uteslutits pga oklar grupptillhörighet.

ter som kommit till har generellt förekommit i enstaka exemplar vid enstaka tillfällen. I tab bil 7-1 redovisas en artlista för alla provtagningstillfällen.

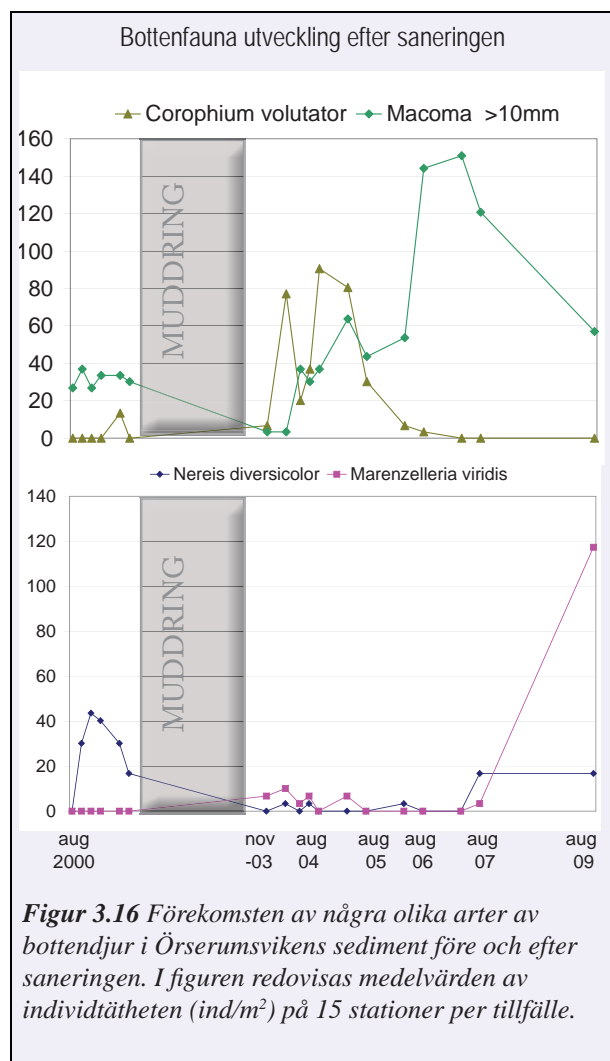
Bottenfaunans totalbiomassa som direkt efter muddringen var mycket låg i vikens alla områden uppvisar en ökande trend. Totalbiomassan är idag mycket lika mellan de olika områdena (figur 3.14) och i de djupare delarna jämförbar (OP) eller till och med högre än (OS) i referensvikarna (tab bil 7-2, 7-3, 7-4). I Örsörumsvikens yttre delar är det östersjömusslan som totalt dominerar biomassan, medan den tillsammans med snäckorna *P. antipodarum* och *Hydrobia* sp står för det största bidraget i den inre delen av viken. Den totala abundansen minskar i viken som helhet men det vegetationsfria området uppvisar ett annat mönster. De relativt höga värdena från 2007 kvarstod 2009 (se figur 3.14) och beror framförallt på ett stort antal små östersjömusslor (*Macoma baltica*) och musselkräftor (*Ostracoder*). I detta område var abundansen högre än i de två referensvikarna, medan det i de vegetationsklädda områdena var i nivå med (OC) eller lägre (OP) än i Kuggviken och Utrikeviken. De tjugo provpunkter i varje område i viken som provtogs före saneringen, i augusti 2000 återbesöktes 2009. Resultatet redovisas i tabell 3.2 som medelvärden per område.

Artantalet per station var lägre 2009 ( $p < 0,05$ ) i det yttre vegetationsområdet (OP), vilket överensstämmer med mönstret i figur 3.14. Några statistiskt säkerställda skillnader mellan antalet arter i de andra två områdena finns inte, utan de kan anses vara lika 2000 och 2009. Abundansen var signifikant lägre 2009 jämfört med 2000 ( $p < 0,05$ ; parat t-test) i alla tre områdena, medan biomassan år 2009 var högre i den inre delen av viken ( $p < 0,05$ ) men oförändrad i de djupare delarna (OP, OS) (tabell 3.2).

I figur 3.15 redovisas bottenfaunans abundans och biomassa sedan starten år 2000 fram till 2009 i Örsörumsviken. I figuren har djuren i sedimentet fördelats på fem funktionella grupper, beroende på vilken funktion de har i bottenfaunasamhällets näringskedja. Innan muddringen påbörjades dominerade omnivorer (allätare, O i figuren) abundansen och detritivorer (nedbrytare, D i figuren) biomassan i Örsörumsvikens sediment, även om filtrerarna (F) och till viss del även växtätarna (H) bidrog till den totala djurvikten.

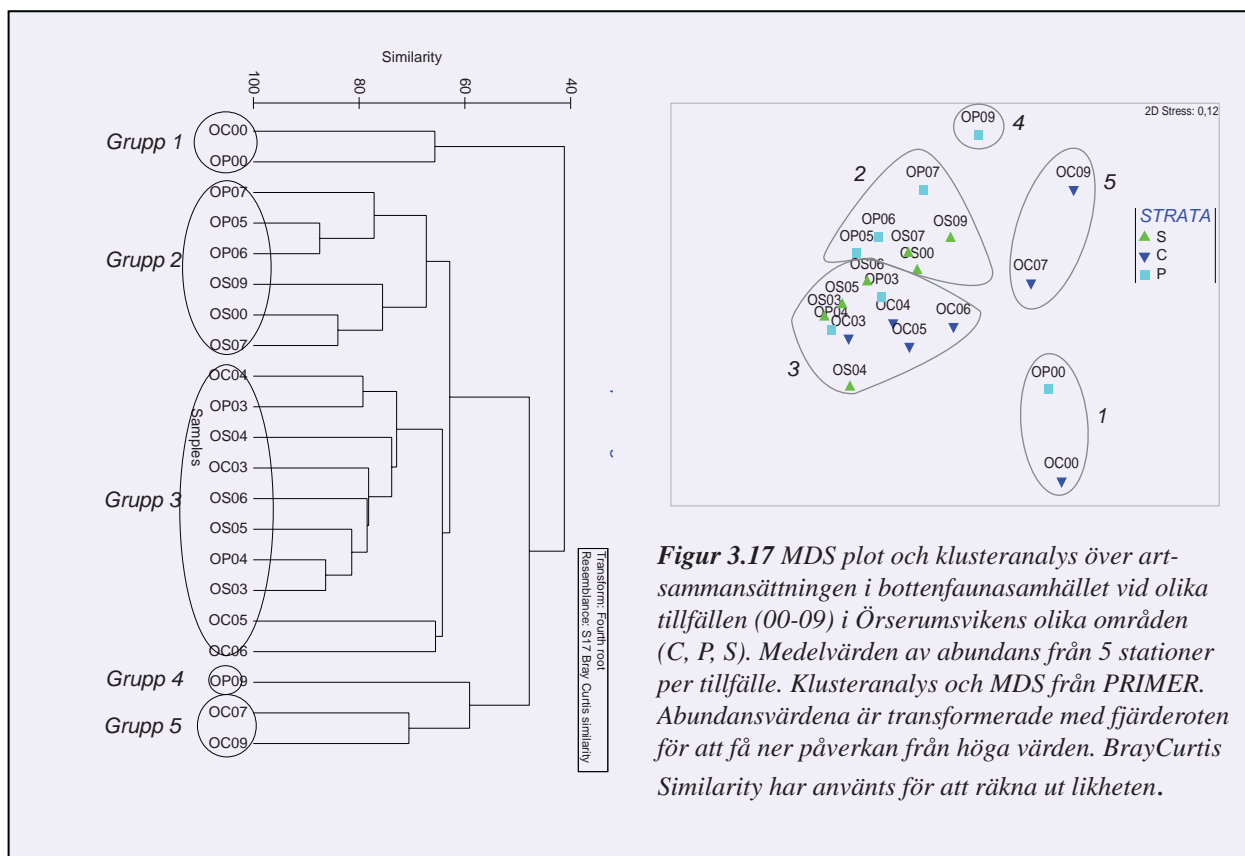
I de två andra vikarna var inslaget av herbivorer och filtrerare genomgående högre, framförallt i de vegetationsklädda delarna. Även i Kuggviken dominerade omnivorererna 2003, efter kransalgernas försvinnande, vilket indikerar att en störning av habitatet i inledningskedjet

kan ge en en hög andel omnivorer. Antalsmässigt dominerade detrivorer och omnivorer såväl före som efter muddringen (figur 3.15 A). Direkt efter muddringen (2003 i figuren) var framförallt biomassan lägre. Även en förändring i fördelningen av djur mellan de funktionella grupperna kunde noteras. Filtrerarna, som livnär sig på att filtrera partiklar ur vattenmassan, liksom herbivorer, som lever på att äta växtmaterial hade minskat, medan förhållandet var det omvända för omnivorer, allätarna, som kan använda olika födostrategier (Figur 3.15 B). År 2005 började mängden djur (biomassan) öka i Örserumsvikens botten, framförallt i den stora gruppen detrivorer, där bland annat östersjömusslan *Macoma baltica*, tusensnäckan *Potamopyrgus antipodarum*, vattenlevande daggmaskar (*Oligochaeta*) och slammärlan *Corophium volutator* ingår. År 2007 förekom filtrerarna åter i samma utsträckning som före muddringen med avseende på biomassa (figur 3.15B). Exempel på arter i denna grupp är sandmusslan *Mya arenaria*, hjärtmusslor av släktet *Cerastoderma*, och blåmusslan *Mytilus edulis*. Omnivorer förekommer framförallt i stora antal åren före och efter muddringen. 2005 går de tillbaka antalsmässigt, för att 2007 endast bidra marginellt till bottenfaunasamhällets abundans och biomassa. Till denna grupp räknas bland annat fjädermygglarver (*Chironomidae*, *Chironomus plumosus*) och märlor av släktet *Gammarus*. Alla funna arter/taxa, samt indelningen i funktionella grupper redovisas i bilaga 7. I Figur 3.15 har musselkräftorna, *Ostracoda* exkluderats på grund av oklar grupptillhörighet och stor inverkan på abundansvärdena. I figur 3.16 redovisas några enskilda arters utveckling mellan 2000 och 2009. Den grävande slammärlan *Corophium volutator* förekom i viken även före muddringen, men ökade stort i antal i det nymuddrade sedimentet under våren 2004, framförallt i den inre delen av viken där abundansen kunde vara så hög som 1200 ind/m<sup>2</sup>. Under hösten 2005 var abundansen betydligt lägre och 2006 påträffades endast enstaka individ. Ungefär vid samma tid ökade antalet östersjömusslor i sedimentet (figur 3.16). Individer i den största storleksklassen (>10mm) påträffades i augusti 2006 i alla delar av viken i tätheter mellan 50 och 400 ind/m<sup>2</sup>. Sedan dess förekommer östersjömusslor av alla storleksklasser i alla vikens undersökta områden. 2009 förekom de minsta musslorna (<5mm) i mycket höga tät-



**Figur 3.16** Förekomsten av några olika arter av bottendjur i Örserumsvikens sediment före och efter saneringen. I figuren redovisas medelvärden av individtäteten (ind/m<sup>2</sup>) på 15 stationer per tillfälle.

heter. Även de grävande större maskarna har stor betydelse för omsättningen av sedimentet. Abundansdata för rovborstmaskarna *Nereis diversicolor* och *Marenzelleria viridis* redovisas i figur 3.16. *N. diversicolor* förekom i viken före muddringen medan *Marenzelleria* dök upp i låga tätheter till hösten 2003, efter muddringen avslutats. Vid provtagningen 2009 hade arten ökat kraftigt i såväl utbredning som individtäthet. Arten dök upp på flera av stationerna utanför viken för första gången 2007, och vid provtagningen 2009 förekom den i tätheter på upp till 1200 individer/m<sup>2</sup> på station G2 utanför viken, och 500 ind/m<sup>2</sup> på en av de grundare stationerna i den inre delen av viken (OC2). Ökningen av arten kan man även se på en mjukbottenstation i Lucernafjärden, alldeles utanför Örserumsviken, som ingår i det regionala miljöövervakningsprogrammet. I de två referensvikarna är arten däremot inte alls lika utbredd, i Kuggviken förekommer den sedan 2004 inte alls, och i Utrikeviken i låga tätheter på totalt tre stationer 2009 (av 15 undersökta). 2009 var det första året arten påträffades i den inre de-



**Figur 3.17** MDS plot och klusteranalys över art-sammansättningen i bottenfaunasamhället vid olika tillfällen (00-09) i Örserumsvikens olika områden (C, P, S). Medelvärden av abundans från 5 stationer per tillfälle. Klusteranalys och MDS från PRIMER. Abundansvärdena är transformerade med fjärderoten för att få ner påverkan från höga värden. BrayCurtis Similarity har använts för att räkna ut likheten.

len av viken, tidigare har den endast förekommit på djupare stationer.

Förändringen av bottenfaunas artsammansättning över tiden redovisas i figur 3.17. Likheten mellan besöken i Örserumsvikens olika delar med avseende på bottenfaunas artsammansättning presenteras till vänster i figuren i procent, och är till höger plottade efter likhet i en MDS-plott. De stationer som ligger nära varandra i plotten är mer lika varandra med avseende på artsammansättning än punkter långt ifrån varandra. Vid indelning i grupper har samhällen med en likhet på 65% eller mer grupperats tillsammans.

Grupp 1 i figuren, dvs de vegetationsklädda delarna av viken före muddringen skiljer sig i artsammansättning från grupp 3, dvs alla områden i viken vid besöken närmast efter muddringen (2003- 2006) med undantag av nateområdet 2005 och 2006 (figur 3.17) framförallt på grund av fler fjädermygglarver (*Chironomidae*), förekomst av flera arter av snäckor (*T. fluviatilis*, *Hydrobia* sp), kräftdjur (*Gammarus spp*, *Idothea sp*) och mer hjärtmusslor, (*C. hauniense*) samt låga tätheter av östersjömusslan, *M. baltica*. De arter som förklarar likheten inom grupp 3 är musselkräftor, *Ostracoda*, fjädermygglarver (*Chironomus*

*plumosus*, *Chironomidae*), snäckan *Pantipodarum* samt östersjömusslan *M. baltica*. Lik denna grupp är Grupp 2, där flera av besöken i de djupare områdena av viken hamnar. Grupp 2 karakteriseras av i stort sett samma arter, men jämfört med grupp 3 är det färre fjädermygglarver av arten *Chironomus plumosus* och små daggmaskar, *Oligochaeta*, samt fler snäckor, musselkräftor och östersjömusslor vid besöken som hamnar i denna grupp.

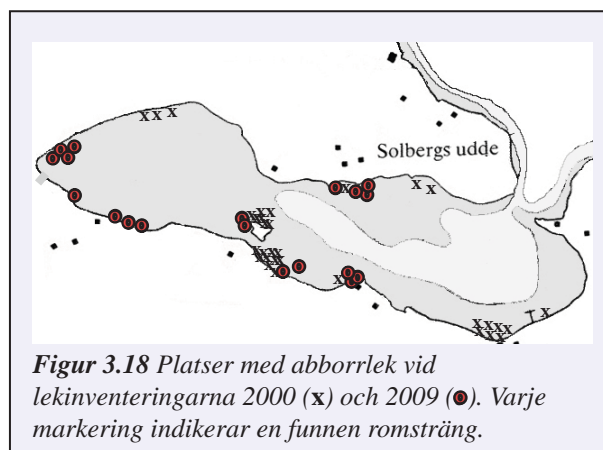
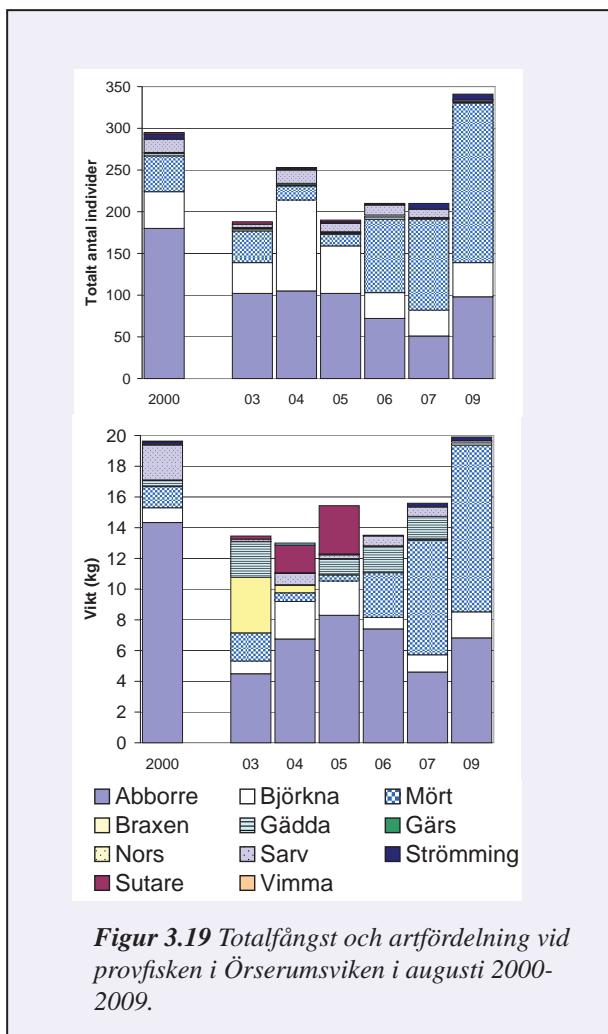
Vid det senaste besöket i Örserumsvikens yttre område (OP) karakteriserades bottenfaunasamhället av östersjömusslor, *M. baltica*, snäckorna *Hydrobidae* och *Pantipodarum*, samt borstmaskarna *Nereis diversicolor* och *Marenzelleria viridis* samt slemmasken *Prostoma obscurum*. Förekomsten av flera arter av maskar, samt avsaknaden av fjädermygglarver gör att detta besök skiljer sig från övriga. Grupp 5, där de två senaste besöken i Örserumsvikens inre vegetationsområde hamnar, kännetecknas också av havsborstmaskarna *Nereis diversicolor* och *Marenzelleria viridis*, samt östersjömusslor och snäckor av arten *P. antipodarum*, men här finns en rad andra arter, flera av dem vegetationsbundna, som inte förekommer i grupp 4. Exempel på sådana arter är musslorna *Cerastoderma hauniense* och *Myti-*

*lus edulis*, snäckorna *Radix peregra* och *Bithynia tentaculata*, samt kräftdjuren *Gammarus locusta* och *Idothea chelipes*.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att det har det skett en succession efter muddringen, där bottenfaunasamhället gått från att ha varit dominerat av musselkräftor, fjädermygglarver, snäckor och östersjömusslor i låga tätheter, till ett stabilare samhälle med starkare dominans av östersjömussla som nu finns i alla storleksklasser i vikens alla delar, och flera arter av maskar, där de grävande havsborstmaskarna nu återfinns frekvent. 2007 var det första året havsborstmaskarna var med och karakteriserade bottenfaunasamhället enligt den statistiska analysen med början i den inre delen av viken, där muddringen avslutats fem år tidigare.

### 3.5 Fisk

Lekinventering genomfördes i Örserumsviken den 7:e maj. Provfisken utfördes i tre vikar under två nätter mellan den 4 och 6 augusti 2009.



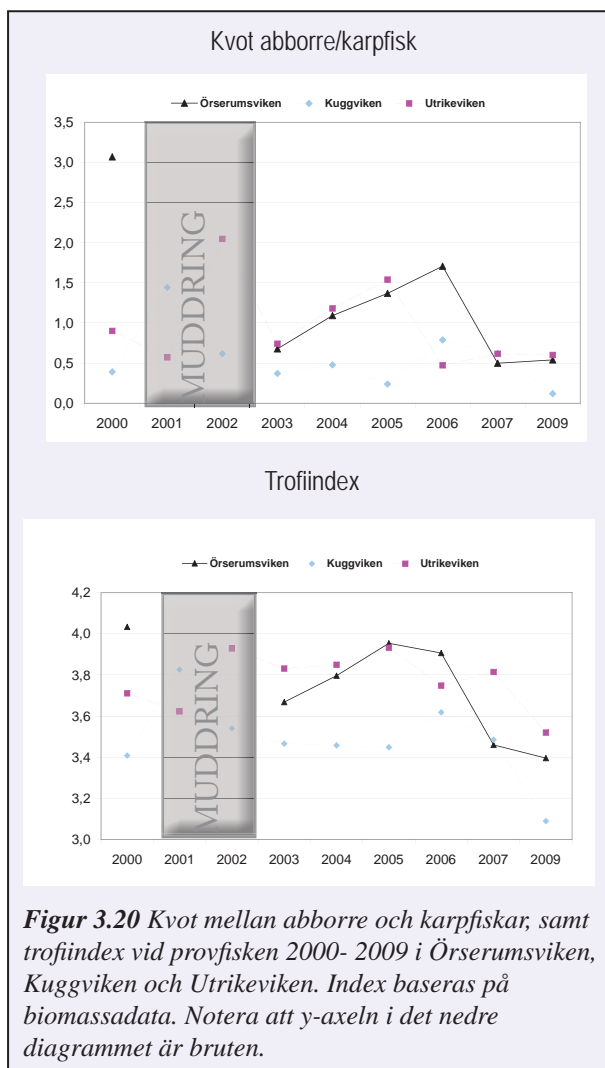
Vattentemperatur och salthalt låg mellan 20,1 och 21,7°C respektive 6,3-6,5 ‰. Placeringen av fiskeredskapen framgår av bilaga 8. Fångstresultaten redovisas i sin helhet i bilaga 9.

#### Lekinventering

Vid inventeringen 2009 påträffades totalt 19 romsträngar från abborre på sammanlagt sju platser i Örserumsviken. De platser som föredragits var grunda områden med mycket vegetation, framförallt i den inre delen av viken, i anslutning till Vassbäckens mynning, samt längs den södra kanten öster om den lilla ön (figur 3.18). Romsträngarna förekom på vass och blåstång. Ingen lek påträffades ute i viken och inte heller i eller utanför vikens mynning. Vid inventeringen år 2000 påträffades totalt 32 strängar, fördelade över hela viken, även längs den yttre södra delen (se figur 3.18). Inventeringarna utfördes vid samma datum de två åren, men vattentemperaturen var betydligt högre år 2000; 12,4- 15,6 grader jämfört med 9,0-12,7 2009 vilket kan innebära att leken just kommit igång vid besöket i maj 2009. I Vassbäckens noterades även år 2009 lekande id och mört i samma omfattning som år 2000. Antalet mörtar uppskattades till 4000 och antalet id till några hundratal.

#### Fångstens sammansättning

Vid fisket i Örserumsviken fångades i augusti 2009 sammanlagt sju arter; abborre, mört, björkna, sarv, gädda, nors och strömming. Totalfångsten uppgick till 341 fiskar som sammanlagt vägde 19,9 kg. Både med avseende på antal och biomassa var fångsten stor jämfört med tidigare fisken i Örserumsviken och för första gången efter saneringen i nivå med det fiske som genomfördes i augusti år 2000 (figur 3.19). Den stora fångsten



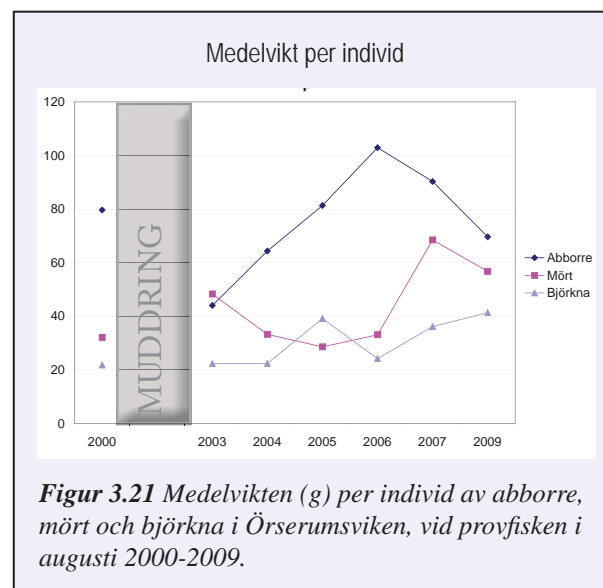
berodde på en stor mängd av framförallt mört och abborre vid årets fiske. Antalet individer av dessa båda arter var nära nog fördubblat jämfört med föregående år. Även björkna fångades i något större utsträckning än 2007. Av de övriga arterna fångades 2009 endast enstaka individer (bilaga 9). Åren efter muddringen bidrog braxen och sutare som båda livnär sig på bottenlevande djur och detritus till en betydande del av den totala biomassan (figur 3.19). Artsammansättningen idag, med en dominans av mört, skiljer sig från den som noterades i Örserumsviken år 2000, då abborre dominerade fångsten både med avseende på antal och biomassa (figur 3.19).

Kvoten av biomassan mellan abborre och karpfisk (mört, braxen, björkna, sarv, vimma) kan användas som indikator på förändringar i fisksamhället. I figur 3.20 redovisas denna kvot vid fisketillfällena i augusti från år 2000 till 2009. År 2000 var kvoten drygt 3, dvs vikten av abborre var tre gånger så stor som den sammanlagda vikten av karpfiskarna. Detta år dominerade

abborrar i längdgrupp 16-21 och medelvikten per abborrindivider var 80g (figur 3.21). Direkt efter muddringen, vid fisket 2003 var totalantalet abborrar halverat, och biomassan endast en tredjedel av den som registrerades år 2000. De dominerade längdgrupperna var då 11-16 och medelvikten per abborrindivider 44g (figur 3.21). Därefter ökade medelvikten per abborrindivider, fram till 2006 och även kvoten mellan abborre och karpfisk (figur 3.20). Vid de två senaste fisketillfällena (2007, 2009) var kvoten betydligt lägre framförallt på grund av en ökning av mängden mört. I figur 3.20 redovisas även trofiindex för respektive fisketillfälle. Ett högt index innebär att fisksamhället domineras av arter som ligger högt upp i näringskedjan t ex abborre och gädda, medan dominans av arter som äter t ex plankton och botten djur ger ett lägre index. I det abborrdominerade fisksamhället i Örserumsviken var trofiindex 4,1 för att efter saneringen sjunka till 3,7. Därefter ökade index fram till 2006. Vid fisket 2009 beräknades index till 3,4 vilket är det lägsta under hela perioden. Både trofiindex och kvoten mellan abborre/karpfisk tenderar att minska de senaste åren i Örserumsviken. Båda indikatorerna har varierat mellan åren även i de två referensvikarna. Indexvärdena i Örserumsviken ligger i samma nivå som i referensvikarna och tycks även variera likartat över tiden (figur 3.20).

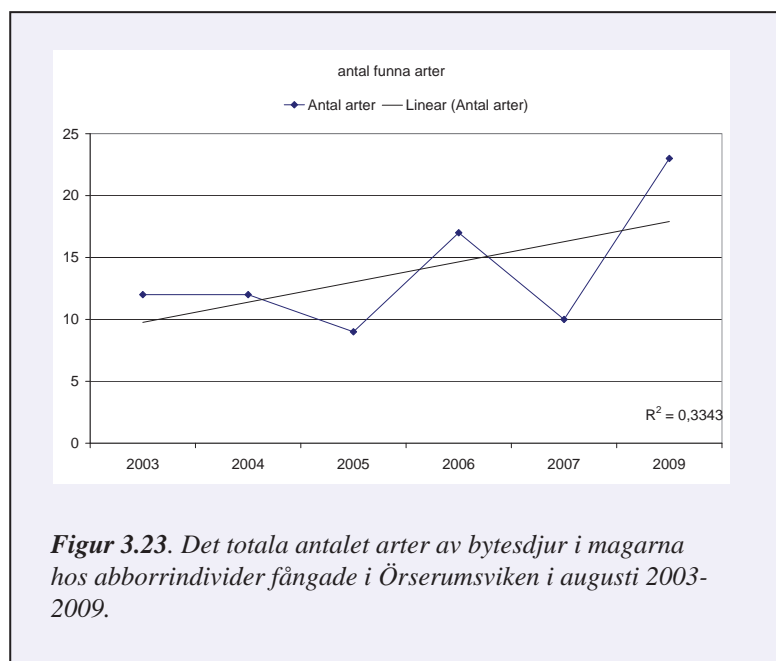
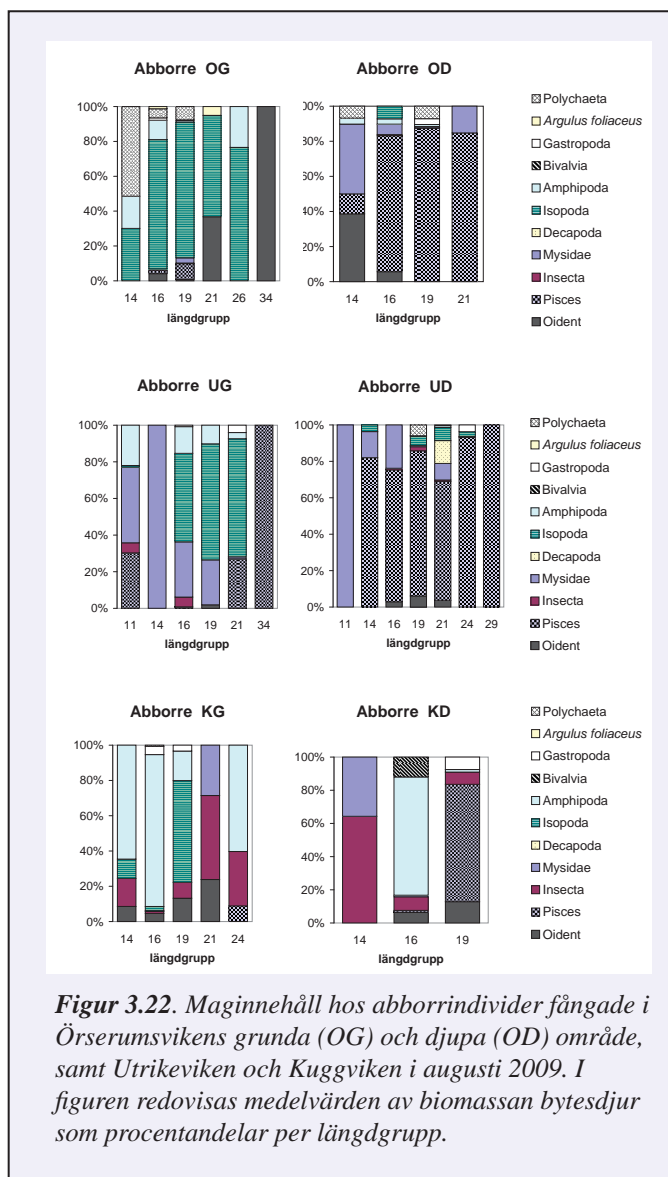
### Födovalsanalyser

Maginnehållet hos samtliga fångade abborrindivider analyserades med avseende på bytesdju-



rens artsammansättning, antal och vikt. I resultaten redovisas födovalen hos abborrar med maginnehåll, tomma magar är inte redovisade. Resultaten redovisas i sin helhet i bilaga 10.

I abborrmagarna från Örserumsviken förekom 2009 sammanlagt 22 olika arter eller högre taxa av bytesdjur, vilket var det högsta antalet arter sedan provfiskena startade. 19 taxa förekom i de fiskar som fångats i den inre delen av viken, och 13 i den yttre. Antalet taxa per abborrindivid varierade mellan 1 och 5. I den inre delen av viken dominerades bytesdjuren av borstmaskar; polychaeter, (*Nereis diversicolor*) och kräftdjur; isopoder (*Idothea chelipes*). Dessutom förekom amfipoder (särskilt *Gammarus spp* och *Corophium volutator*), och fisk, (*Pisces*) frekvent (se fig 3.22 och tab bil 10-1). För de minsta abborrarna (lgrp 14) utgjorde havsborstmasken *N. diversicolor* hela 51% av den totala biomassan bytesdjur, medan fiskar i längdgrupp 16-26 framförallt ätit tånggräsuggor (*Idothea chelipes*). Hos de fiskar som fångats i den yttre delen av viken dominerades maginnehållet hos de minsta abborrarna av pungräkor (*Mysidae*) och hos större individer av fisk (figur 3.22). Abborrarna som fångades i Örserumsviken uppvisade samma födomönster som de som fångats i Utrikeviken, där de fiskar som fångats i yttre/djupare delarna av viken framförallt



ätit pungräkor (små abborrar) och fisk (större individer). I den grundare delen av viken dominerades födan av isopoder, pungräkor och amfipoder och där återfanns också mer insekter. I Kuggviken stod insekter för en betydande del av bytet, både i den inre och yttre delen, tillsammans med amfipoder, isopoder och mysider, se figur 3.22. I figur 3.23 redovisas antalet arter eller högre taxa av bytesdjur i magarna från abborrar som fångats i Örserumsviken vid fiskena efter muddringen avslutats. Trots att antalet analyserade abborrar var hälften så stort 2009 förekom artmässigt lika många bytesdjur som vid fisket år 2000.

## 4 Diskussion

Efter muddringen av Örserumsviken förändrades förutsättningarna för de växter och djur som lever i och på botten. Dels genom att stora mängder sediment, med dess innehåll av biota, avlägsnades från botten, men även genom att miljön i viken efter muddringen var annorlunda för de djur och växter som blivit kvar. Exempel på sådana förändringar av miljön kan vara bottensubstratets sammansättning och struktur, hydrodynamiken vid botten, och grumling av vattenmassan. Hur långvarig effekten av en sådan störning blir kan bero på flera olika faktorer, bland annat hur omfattande och varaktig muddringen är, men också på hur hög bakgrundsvariationen av den naturliga grumlingen är, då en miljö som vanligen är utsatt för en hög naturlig resuspension är tåligare än en miljö med låg naturlig suspension (Hammar m fl 2009). Muddringen i Örserumsviken utfördes i två etapper. Under hösten 2003, när muddringen avslutats i den yttre delen av viken, hade den inre delen varit orörd under en växtsäsong. Gles vegetation hade redan utvecklats över relativt stora ytor i det inre området trots eventuell påverkan av grumling från den pågående muddringen längre ut i viken. Hårsärv (*Z. palustris*) som kan sprida sig med hjälp av frö, var den första arten att täcka större ytor av det bara sedimentet, därefter följde konkurrenskraftigare arter. Redan 2004 var artsammansättningen återställd till den som var i viken före muddringen, även om detta ursprungliga läge kännetecknades av låga biomassor och var nystört (Andersson 2000, 2004).

Tidigare studier indikerar att vegetationen normalt återhämtar sig på ett eller ett par år, men att generaliseringar är svåra att göra (Hammar m fl. 2009). Sedan 2004 har dock förändringar skett vad gäller artsammansättningen i det inre området. Enligt Hansen m fl (2008) kan artsammansättningen variera stort mellan olika år i vissa inneslutna vikar, speciellt sådana som kännetecknas av storvuxna kransalger, något som även stämmer några av åren i de två referensvikar som besökts i denna studie, liksom i Örserumsviken mellan åren 1999 och 2000. I Kuggviken förändrades artsammansättningen gradvis, från att 2000 varit dominerad av kransalger (*Chara baltica*, *C. horrida*, *C. baltica* var. *liljebladii*), till att 2005-2009 helt dominerades av borstnate, (*P. pectinatus*) och nating (*Ruppia* spp.) (Andersson

2001-2007). I Utrikeviken skedde förändringen från kransalgsdominans till dominans av *Zan-nichellia/Potamogeton* lika plötsligt som i Örserumsviken mellan år 2000 och 2001. (Andersson 2002). År 2006 dominerade kransalgerna på nytt, för att 2007 endast återfinnas på enstaka platser i viken (Andersson 2007). Konkurrensförhållandet mellan arter förändras under olika miljöbetingelser, och hur en art överlever vintern är sannolikt en av de viktigaste faktorerna för utfallet av konkurrens i grunda vikar som dessa (Hansen m fl 2008). Speciellt i Utrikeviken kan en förklaring vara att kransalgerna som är känsliga för dåliga ljusförhållanden reduceras eller försvinner efter år med höga vattenflöden. Vid några av våra besök i viken har siktdjupet varit dåligt på grund av lerpartiklar i vattnet. Vid ett tillfälle var sikten endast någon decimeter. Hårsärv, *Zan-nichellia* sp. till exempel, som övervintrar med frö, har möjlighet att snabbt kolonisera bara ytor, när mer storvuxna arter som till exempel *Chara baltica* som övervintrar gröna, haft en svår vinter, kanske på grund av lång isläggning med dålig ljusstillgång. Tidigare undersökningar visar att djuputbredningen för ljuskänsliga växtarter (till exempel kransalger, *Chara* spp.) förskjuts uppåt vid en ökad grumlighet i vattenmassan (Van den Berg m fl 1999), och att arter som axslinga (*M. spicatum*) och hornsärv (*C. demersum*) gynnas, och ökar i utbredning vid ökad grumling (Eriksson m.fl 2004). Idag domineras Örserumsviken av just axslinga, borstnate (*P. pectinatus*) och nating (*Ruppia* spp.). Att vegetationens biomassa varierat likartat i de tre undersökta vikarna vissa år beror sannolikt på liknande väderförhållanden dels under vinter/vår enligt ovan, men även under tillväxtperioden.

I den yttre delen av Örserumsviken hade fortfarande inte något stabilt vegetationsbälte etablerats 2009, sex år efter muddringen avslutats. Vid undersökningarna noterades att sedimentet var mycket löst, vilket kan vara en förklaring till att växterna har svårt att med rotträdor och rhizom fästa vid botten.

Djursamhället som lever i vegetationen utgör en viktig födoresurs för fisksamhället i viken, och den ökning av art- och individantal som kunnat ses åren efter muddringen har också märkts i maganalyserna på abborre. År 2009 var antalet funna

arter i magarna lika många som före muddringen, år 2000, trots att antalet fångade abborrar den gången var nära dubbelt så stort som 2009. Den förskjutning mellan funktionella grupper som kunde märkas i blåstångens djursamhälle direkt efter muddringen kan tänkas ha flera orsaker. Av filtrerarna som tidigare dominerat djursamhället i tången återfanns 2003 endast enstaka blåmusslor. Tidigare studier har visat att en ökad grumling kan påverka filtrerande djur genom effekter såsom igentäppning av membran eller ökad belastning (Newcombe & MacDonald 1991). Erfstenmeijer & Lewis (2006) framhåller också att filtrerande epifauna på bottenvegetation kan skadas av den ökade mängden partiklar vid grumling. Blåmussla, *Mytilus edulis* ska normalt vara väl anpassade för naturligt höga partikelhalter, men vid ihållande grumling av vattenmassan kan även tåliga arter påverkas negativt. En bidragande förklaring till den låga tätheten av filtrerande djur kan vara att skärmen vid vikens mynning, som under muddringsarbetet skulle förhindra spridning av uppslammat material, även har hindrat settlande mussellarver att komma in i viken från området utanför och därigenom försvårat föryngring av musselbeståndet.

Den ökade sedimentationen kan också medföra svårigheter för eventuella settlande larver att hitta hårda ytor att fästa vid, vilket diskuteras i Hammar (2009). Där konstateras även att påverkan på hårdbottenfauna i samband med muddring och uppgrumling av vattenmassan troligen är kortsiktig. I Östersjön sker blåmusslans, och sannolikt även andra filtrerande arters lek- och settling någon gång mellan maj och oktober, och vid provtagningarna 2004, efter en leksåsong, återfanns i Örserumsviken tre arter av filtrerare i sammanlagt 21 prover från olika platser i viken, och de ökade åren därefter i både antal och frekvens, vilket visar att effekten var av övergående karaktär.

Även i bottenfaunasamhället kunde en skillnad mellan funktionella grupper märkas i anslutning till muddringen. Av de bottenlevande djuren var det direkt efter muddringen omnivorerna, allätarna, som dominerade stort antalsmässigt, och då framförallt fjädermygglarver av arten *Chironomus plumosus*. Fjädermygglarver kommer ofta tidigt i successionen vid kolonisation av nya sedimenttyper (Leppäkoski & Lindström 1978, Bonsdorff 1979). Även före muddringen,

i den nyligen förändrade miljön på botten, var det gruppen omnivorerna som var mest abundant, men då förekom även flera arter av märlor (*Gammarus* sp.) och andra fjädermygglarver (*Chironomidae*). Åren därefter utvecklades bottenfaunasamhället, successivt mot ett mer stabilt läge med större grävande musslor och havsborstmaskar som är viktiga för omsättningen av sedimentet.

Sedan 2004 har några för viken nya arter påträffats i Örserumsviken, bland annat fjällborstmasken *Harmotoe sarsii* och kräftdjuret *Diastylis rathkei*, vilka båda klassas som känsliga för föroreningar (NVV 2007). Arterna har hittills endast återfunnits i enstaka prover, men tyder ändå på att miljön i Örserumsvikens botten har förbättrats efter muddringen. Även resultatet av beteendestudien på östersjömusslor (*Macoma baltica*) pekar i samma riktning, att Örserumsvikens sediment numera är en passande miljö för flera bottenlevande djur. År 2009 kvarstod inte någon av de negativa effekter som beskrevs av Edsbacke (2002). Östersjömusslor från andra områden uppvisade nu inga skillnader i sitt nedgrävningens beteende när de utsattes för Örserumsvikens sediment (jmf bilaga 11)

Fisksamhällets ekologiska funktion kan beskrivas bland annat med hjälp **trofisk nivå** och **kvoten mellan abborre och karpfiskar**. Dessa indikatorer kan användas vid utvärderingen av provfiskeresultat för att på ett överskådligt sätt få en bild av tillståndet hos det studerade fisksamhället (Forsgren m fl 2005). När man jämför dessa indikatorer över tiden kan man se en tendens till att fisksamhället i Örserumsviken har förändrats de senaste åren. Karpfiskarna, och då framförallt mört uppvisar en ökande trend mellan åren 2003 och 2009. Abborre och andra rovfiskar gynnas av klart vatten, medan karpfiskarna bättre klarar av grumliga förhållanden, då de inte är lika beroende av synen för att fånga sin föda. Även fångsten av abborre var dock relativt hög vid det senaste fisket och abborrebeståndet uppvisar ingen minskande tendens åren efter muddringen (2003-2009). Båda indexvärdena ligger dessutom i samma nivå som i de två referensvikarna. Vid framtida muddringsprojekt påpekas vikten av att behålla vass eller annan vegetation i anslutning till strandkanterna, då det är i dessa områden många fiskarter leker och finner sin föda. Dessa vegetationszoner har sannolikt haft stor betydelse både för fisksamhället och som rekryteringszon för det blivande vegetationsamhället i Örserumsviken.



## Tackord

Tack till Christer och Christer (Ramström och Hermansson) på Västerviks kommun för ett bra samarbete och för att ni alltid är så positiva och lösningsfokuserade!

Tack till Tomas Öström för all praktisk hjälp, bland annat när vi råkat ut för diverse missöden i viken.

Tack Birger Ander & Co, Rätö bryggeri, för att vi fått nyttja bryggan och rampen vid arbetet i Kuggviken och Utriheviken

Tack till alla som varit delaktiga i det omfattande arbetet i fält och på lab.

## Referenser

- Andersson, S. 2008. Biologiska undersökningar i samband med saneringen av Örserumsviken lägesrapport 2007. Rapport 2008:3. Högskolan i Kalmar.
- Andersson, S. 2007. Biologiska undersökningar i samband med saneringen av Örserumsviken lägesrapport 2006. Rapport 2007:4. Högskolan i Kalmar.
- Andersson, S. 2005. Biologiska undersökningar i samband med saneringen av Örserumsviken lägesrapport 2004. Rapport 2005:4. Högskolan i Kalmar.
- Andersson, S. 2004. Fröbanken i Örserumsvikens sediment efter saneringen november 2003. Rapport 2004:6. Högskolan i Kalmar
- Andersson, S. & S. Tobiasson. 2002 Vegetationsundersökningar inför saneringen av Örserumsviken. Rapport 2002:10. Högskolan i Kalmar
- Andersson, S. & S. Tobiasson. 2002 Bottenfaunaundersökningar inför saneringen av Örserumsviken. Rapport 2002:11. Högskolan i Kalmar
- Andersson, S., Nilsson, J., Tobiasson, S. 2002. Fiskundersökningar inför saneringen av Örserumsviken. Rapport 2002:12. Högskolan i Kalmar
- Andersson S & J. Nilsson 2008. Analys av Hg och PCB i abborre från Örserumsviken. Rapport 2008:4. Högskolan i Kalmar
- Andersson, S. & S. Tobiasson. 2004. Biologiska undersökningar i samband med saneringen av Örserumsviken lägesrapport hösten 2003. Rapport 2004:3. Högskolan i Kalmar.
- Anonymus. 1998. Projekt Örserumsviken Huvudstudie. Arbetsgruppens sammanfattande rapport med åtgärdsförslag.
- Blindow, I. 1992. Long- and short-term dynamics of submerged macrophytes in two shallow eutrophic lakes. *Freshwater Biology* 28:15-27.
- Bonsdorff, E., 1979. Macrozoobenthic recolonization of a dredged brackish-water bay in SW Finland. Stencilrad rapport BMB symposium, Århus, Denmark, August 1979.
- Edsbacke, M. 2002. Nedgrävningsbeteende hos Östersjömuslan (*Macoma balthica*): effekter av kvicksilver och PCB kontaminerat sediment i Örserumsviken. Examensarbete 2002:Bi3 Högskolan i Kalmar.
- Forsgren Johansson G., Söderberg K., Halvarsson C. & Appelberg M. 2005. Samordnad kustfiskövervakning i Östersjön - övervakningsstrategi. *Finno* 2005:13.
- Hansen J, Johansson G och Persson J (2008). Grunda havsvikar längs Sveriges kust - Mellanårsvariationer i undervattensvegetation och fiskyngelförekomst. Länsstyrelsen i Uppsala län 2008:16.
- Leppäkoski, E., and Lindström, L. S., 1978. Recovery of benthic macrofauna from chronic pollution in the area off a refinery plant, Southwest Finland. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 35:766-775.
- Lövgren, O. 2006. Biologiska undersökningar i samband med saneringen av Örserumsviken lägesrapport 2005. Rapport 2006:4. Högskolan i Kalmar
- Naturvårdsverket Provfiske i Östersjöns kustområden Kust och Hav. Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät.
- Naturvårdsverket, 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon - En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp." Handbok 2007:4, 12/2007
- Naturvårdsverket, 2007. Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon"; Bilaga B till handbok 2007:4.
- Newcombe CP, MacDonald DD (1991) Effects of suspended Sediments on Aquatic Ecosystems. *North American Journal of Fisheries Management* 11:72-82
- Ramström, C., Hermansson, C. 2003. Delprojekt miljökontroll. Efterkontroll av muddrade ytor. Projekt Örserumsviken. Rapport. Västerviks kommun.
- Sandström A, Eriksson BK., Karås, P., Isaeus, M., Schreiber (2005). Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea Archipelago Area. *Ambio* 34 (2).
- Tobiasson, S. 2000<sup>1</sup>. Resultat av översiktlig vegetationskartering i Örserumsviken, 23 september 1999 -lägesrapport januari 2000. Rapport, Högskolan i Kalmar.
- Tobiasson, S. 2000<sup>2</sup>. Utveckling av metod för övervakning av högre växter på grunda vegetationsklädda mjukbottnar. Rapport 2000:1, Högskolan i Kalmar.
- Underwood, A.J. 1997. *Experiments in ecology* Cambridge University Press
- Van den Berg, M. S., Scheffer, M. van Nes, E. & Coops, H. 1999. Dynamics and stability of *Chara* sp. & *Potamogeton pectinatus* in a shallow lake changing in eutrophication level. *Hydrobiologia*. 408/409:335-342
- Wetzel, M., Leuchs, H. and Koop, J. 2005. Preservation effects on wet weight, dry weight, and ash-free dry weight biomass estimates of four common estuarine macro-invertebrates: no difference between ethanol and formalin. *Helgol Mar Res* (2005) 59: 206-213.

## Metodik

### Sediment/ bottenfauna

#### Sediment

Proverna för analys av sedimentets glödförlust togs i samband med provtagningen av mjukbottenfauna. Med hjälp av ekmanhuggare togs ytsedimentet (0-5 cm) på samtliga stationer. Sedimentets glödförlust och vattenhalt analyserades sedan på lab enligt svensk standard SS-02 81 13.

#### Bottenfauna

Proverna för undersökning av bottenfauna togs med ekmanhuggare (yta 0,0199 m<sup>2</sup>). På varje station togs ett hugg. För att undvika för mycket växtdelar i proverna placerades och utlöstes huggaren av dykare på de vegetationsklädda stationerna. Provet sällades i fält genom nät med maskvidden 0,5 mm. Sällresterna konserverades från och med 2007 års undersökningar i 80% etanol med 3% tillsats av glycerol och färgades med bengalrosa för att underlätta sorteringen. Vid sorteringen analyserades provernas innehåll av makrofauna. För varje art eller högre taxa bestämdes antal, våtvikt och torrsvikt (60°C). För musselkräftor (*Ostracoda*) och daggmaskar (*Oligochaeta*) användes på grund av dess låga vikt ett schablonvärde per individ. Alla individer av Östersjömussla (*Macoma baltica*) mättes och sorterades i tre storleksklasser (<5mm, 5-10 mm, >10mm). Individantal och torrsvikt relaterades sedan till den provtagna ytan och presenteras i antal respektive biomassa per kvadratmeter.

### Vegetation och Epifauna

#### Ytkartering

Vegetationens utbredning och ungefärliga täckningsgrad karterades från båt med hjälp av vattenkikare samt vid behov med dykning.

#### Transektundersökningar

Vid transektundersökningarna användes metod enligt Tobiasson 2000<sup>2</sup>. Ett måttband fästes vid en tidigare positionsbestämd nollpunkt vid land och drogs ut till vegetationsfri botten eller som längst till 150 m. Därefter videofilmades profilen och dominerande arters täckningsgrad i en tänkt korridor runt linjen bedömdes enligt en sjugradig skala (1, 5, 10, 25, 50, 75, 100 %). Vid varje förändring i vegetationen noterades djup och avstånd från nollpunkten. Dessutom bedömdes vegetationens kondition samt eventuell nedslamning eller förekomst av påväxt.

#### Punktundersökningar

##### Täckning

På varje station bedömdes vegetationens artsammansättning och täckningsgrad inom ett 10x10 m stort område. Täckningsgraden för varje art noterades enligt samma sjugradiga skala som i transektundersökningarna ovan och vegetationen videofilmades.

#### Kvantitativa växtprover

Inom varje vegetationstyp togs av dykare ett växtprov per station. På varje station i kransalg- och nateområdet kastades en 50x50 cm ram slumpmässigt ut i vegetationen. De växter som inneslöts av ramen samlades i en nätkasse. Växtproverna frystes i väntan på artbestämning och sortering. Vid sorteringen på laboratoriet avlägsnades eventuella underjordiska delar, och växterna artbestämdes sedan. Vätvikten fastställdes varpå proverna torkades till konstant vikt i 60°C. Torrsvikten relaterades till den provtagna ytan (gtv/m<sup>2</sup>).

## Kvantitativa djurprover/epifauna

På varje station provtogs den till vegetationen knutna faunan med avseende på artsammansättning, biomassa och abundans. Växtligheten på en för stationen representativ punkt samlades av dykare in med nätkasse på ett varsamt sätt för att bibehålla den associerade faunan. En planta blåstång togs på varje *Fucus*station. Även dessa prover frystes ned i väntan på sortering och artbestämning. De ingående djurgruppernas våtvikt och torrsvikt bestämdes enligt ovan. I *Fucus*proverna relaterades abundans och torrsvikt till tångens biomassa (antal respektive gram/100g torr *Fucus*). Vad gäller kransalg- och nateproverna relaterades abundans och biomassa dels till vegetationsbiomassan, och även till den provtagna bottenytan (antal respektive gram/m<sup>2</sup>) genom att sätta djurförekomsten i djurprovet på en station i relation till det kvantitativa växtprovet som tagits på samma station.

## Fisk

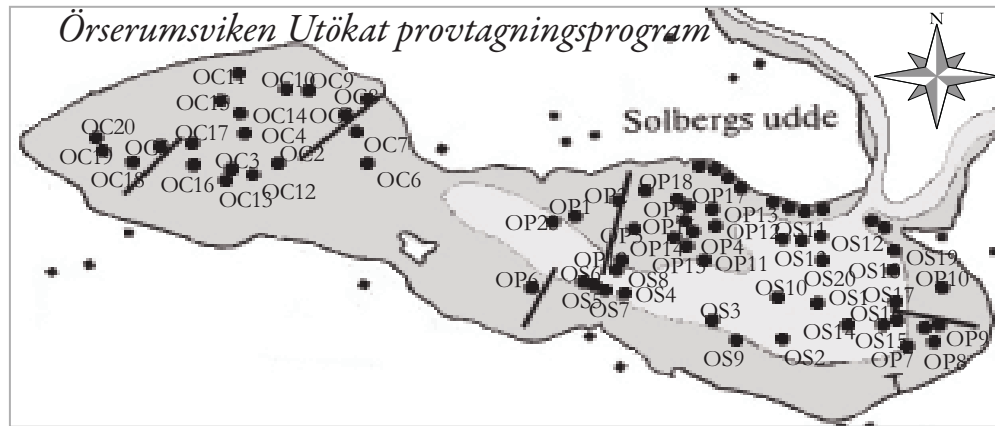
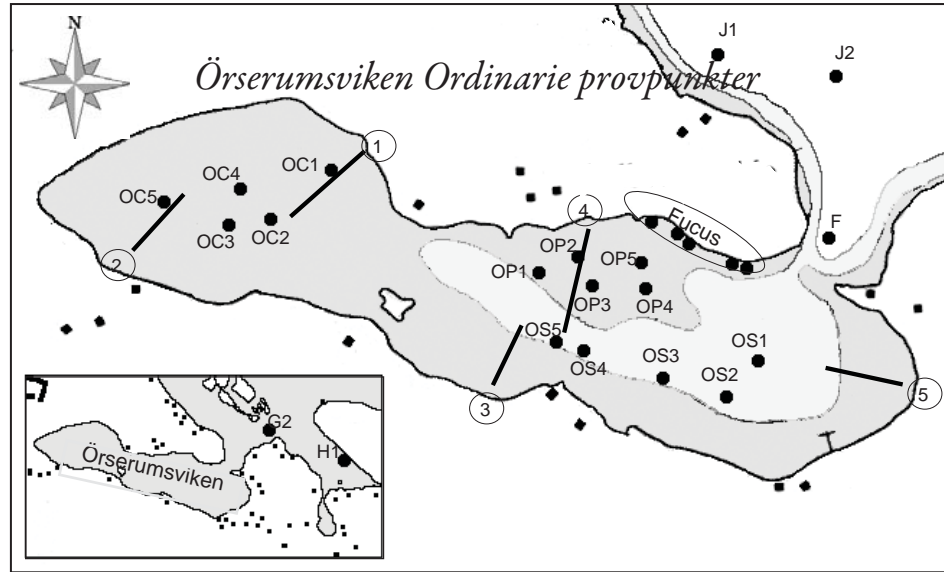
### Provfiske

Vid varje fiskeinsats användes i varje vik totalt 16 bottensatta nät fördelade på 4 länkar. För att fånga arter som normalt inte fångas med nät användes även mjärddar. Vid varje fisketillfälle lades två nätlänkar i varje vik, en på grundare botten i anslutning till vegetation (2-2,5 m. djup) och en på vegetationsfri botten (3,5-4,7 m. djup). Länkarna som användes bestod av fyra sammanknutna nät med maskvidden 17, 22, 25 respektive 30 mm. Näten var 27 m långa och 1,8 m djupa. Länkarna placerades i respektive viks längdriktning, på samma platser som vid tidigare fisken. Nätens placering visas i bilaga 8. Vid varje fisketillfälle lades dessutom tre mjärddar i respektive djupzon. Redskapen sattes någon timme innan skymning och bärgades efter gryningen. Fisket upprepades under två nätter. Efter varje fiske registrerades fångsten med avseende på artsammansättning, längd och vikt. För abborrar registrerades även kön. Individer av samma art och längdgrupp vägdes tillsammans. Vid varje fisketillfälle noterades lufttryck, vattentemperatur och salinitet.

### Maganalyser

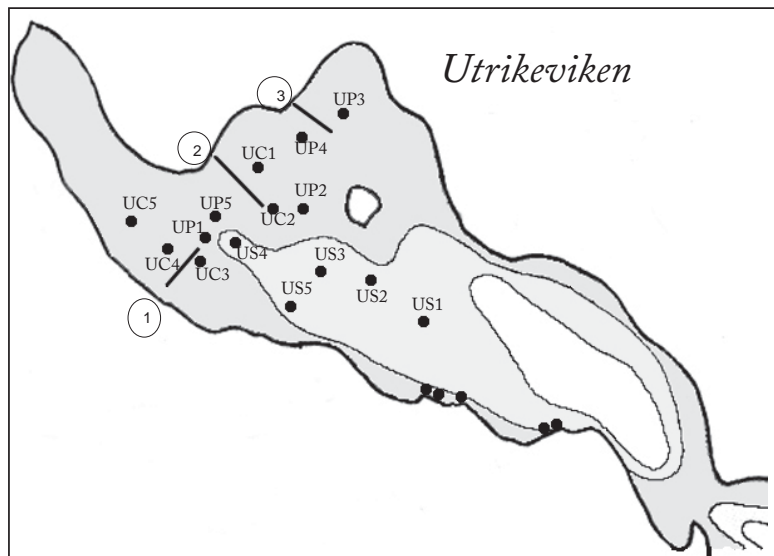
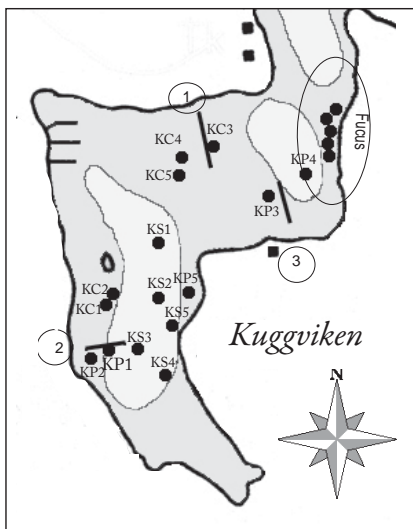
Vid registreringen av fångsten dissekerades magarna ur samtliga abborrindivider och lades i 80% etanol. Vid analysen av maginnehållet noterades den enskilda magens volym, som ett mått på fyllnadsgrad. Bytesdjuren artbestämdes, räknades, och vägdes artvis efter torkning till konstantvikt i 60°C.

Kartor över placeringen av provpunkter och profiler



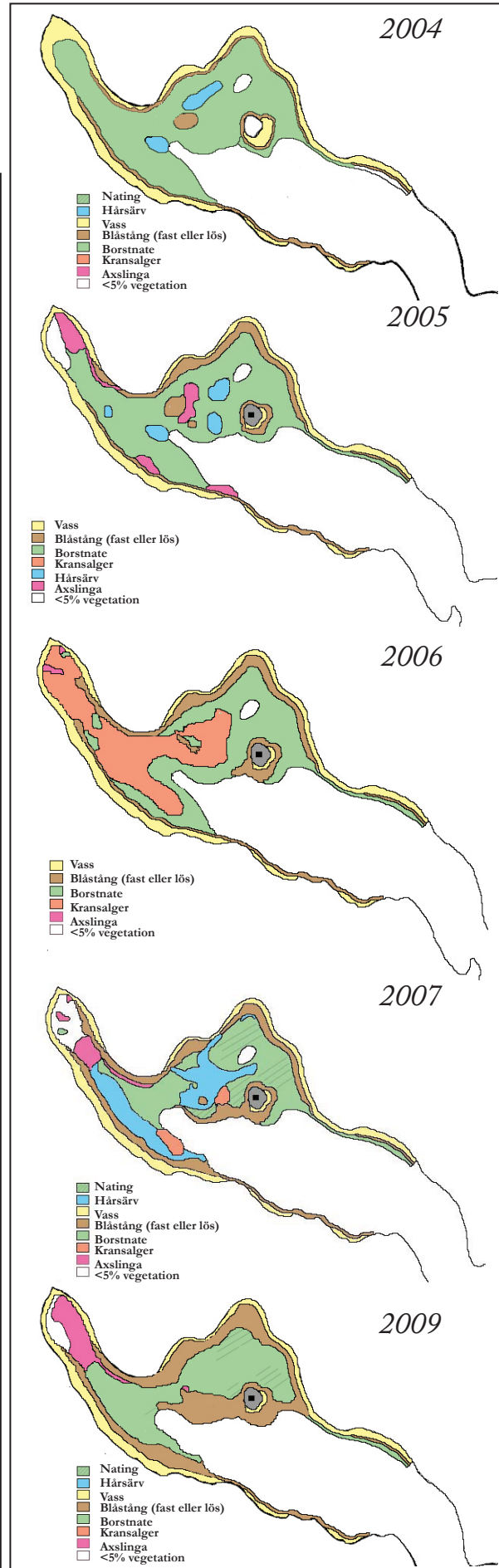
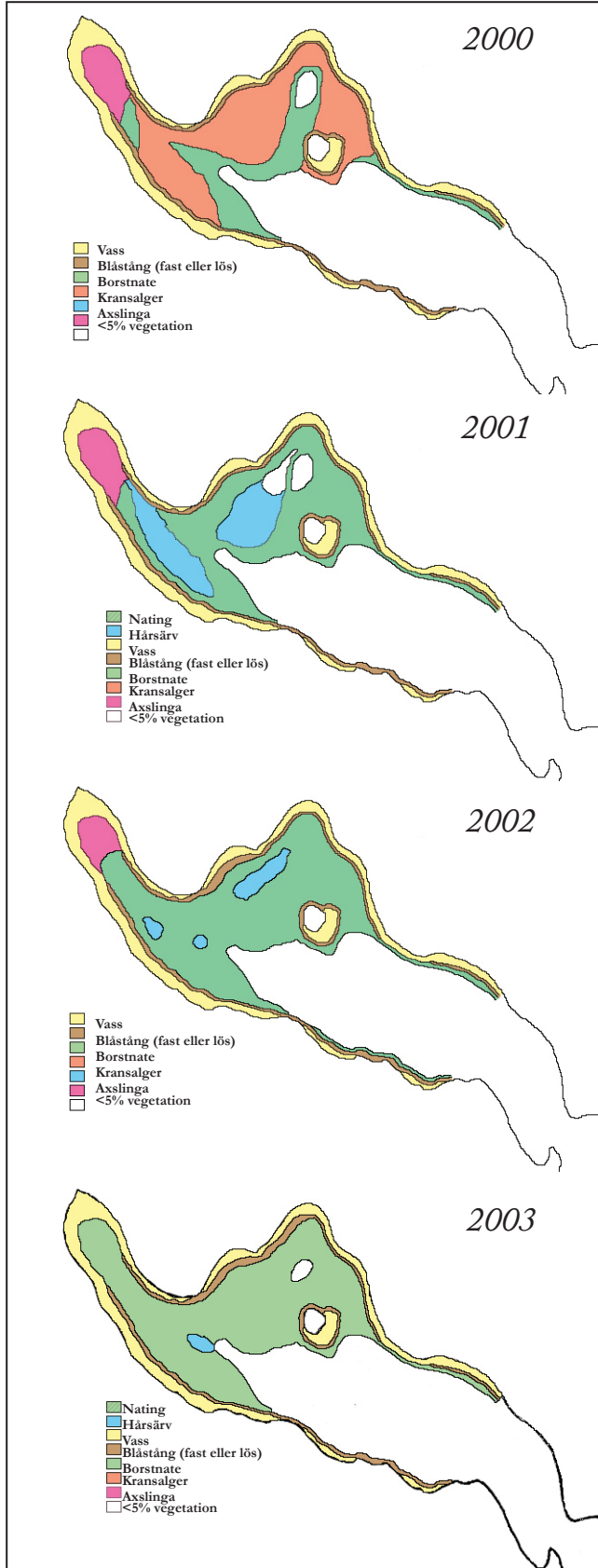
① / Profiler

● Punkter för provtagning av vegetation, epifauna, sediment och bottenfauna

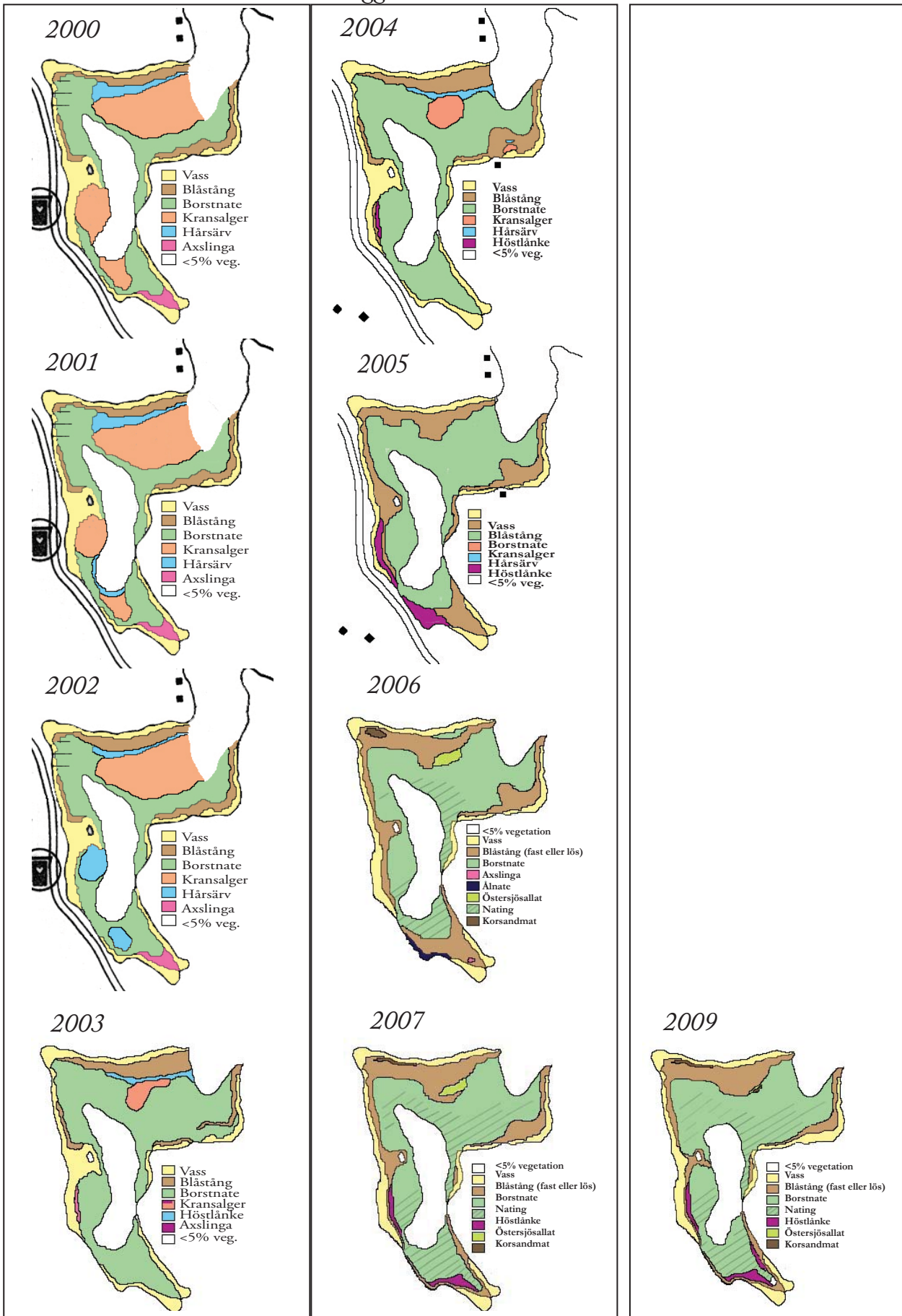


## Kartor över vegetationens utbredning i referensvikarna

## Utrikeviken 2000–2003



# Kuggviken 2000-2009



# Resultat av vegetationsprovtagning

**Tabell Bil 4-1. Vegetationens biomassa (gTV/m<sup>2</sup>) vid punktuundersökningar i ordinarie (övre) och utökad provtagningsprogram (nedre) 2009.**

Chara_området Biomassa (gTV/m <sup>2</sup> )	Kuggviken (KC) 2009-08-27					Örsrumsviken (OC) 2009-08-13					Utrikeviken (UC) 2009-08-27									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Rivularia sp																				
Ceramium tenuicorne																				
Fucus vesiculosus	79,2	124,4	109,2	292,8	35,2					43,9										
Monostroma baltica		0,4	2,0	2,4	0,9					0,5										
Chara baltica		0,4	0,4	7,2	2,0					0,1										
Ceratophyllum demersum	6,4	2,4	2,8	2,0	2,7					1,4										
Myriophyllum spicatum	91,2	233,6		122,4	89,4					52,0										
Potamogeton pectinatus		7,6	19,2	0,4	16,4					60,4										
Ruppia sp			0,8	2,4	2,8					1,9										
Lernina trisulca	0,4																			
<b>Summa</b>	<b>177,2</b>	<b>368,8</b>	<b>134,0</b>	<b>307,2</b>	<b>186,8</b>	<b>112,4</b>	<b>44,0</b>	<b>15,6</b>	<b>110,4</b>	<b>72,4</b>	<b>508,0</b>	<b>158,0</b>	<b>206,0</b>	<b>216,4</b>	<b>261,6</b>					
<b>Antal arter</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>					
<b>Totalt antal arter</b>	<b>8</b>																			
<b>Potamogeton_området</b>																				
Biomassa (gTV/m <sup>2</sup> )																				
Rivularia sp																				
Ceramium tenuicorne																				
Fucus vesiculosus	58,4	2,0	4,0	107,6	34,4					21,3										
Monostroma baltica		0,8	0,8		0,3					0,2										
Chara baltica																				
Ceratophyllum demersum				0,4	2,4					0,8										
Myriophyllum spicatum	93,2	75,2	209,2	109,2	3,6					3,2										
Potamogeton pectinatus	15,2	39,2	51,6	26,8	168,8					4,0										
Ruppia sp		0,0		0,4	0,1					0,1										
Lernina trisulca																				
<b>Summa</b>	<b>108,4</b>	<b>173,6</b>	<b>283,6</b>	<b>140,8</b>	<b>282,4</b>	<b>193,8</b>	<b>34,1</b>	<b>3,2</b>	<b>4,8</b>	<b>34,1</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>					
<b>Antal arter</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>					
<b>Totalt antal arter</b>	<b>6</b>																			
<b>OC</b>																				
Biomassa tv/m <sup>2</sup>																				
Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ruppia sp		39,20	12,80	104,40	6,00							88,40	15,60			40,00	10,80	82,00	30,80	
Fucus vesiculosus							72,00	5,60	0,40				8,40						2,80	
Ceratophyllum demersum		4,80	2,80	6,00	66,40				108,80	5,60	18,40	18,00	8,80	32,00	48,80	1,60	110,00	0,40	7,60	
Myriophyllum spicatum	52,00									357,60	115,20	110,40		180,40	74,00	13,60			16,00	
Potamogeton pectinatus	60,40																			
Potamogeton perfoliatus																				
Zannichellia palustris																				
<b>Antal arter</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Totalt antal arter</b>	<b>5</b>																			
<b>OP</b>																				
Biomassa tv/m <sup>2</sup>																				
Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ruppia sp								0,40								0,40				
Fucus vesiculosus									2,00				1,60				2,80		1,20	
Ceratophyllum demersum	0,80					14,80		3,20		1,60			29,60	54,40						
Myriophyllum spicatum	4,00			0,80			2,40	153,60	55,20	1,60	6,00		5,60							
Potamogeton pectinatus																				
Potamogeton perfoliatus																				
Zannichellia palustris																				
<b>Antal arter</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Totalt antal arter</b>	<b>7</b>																			

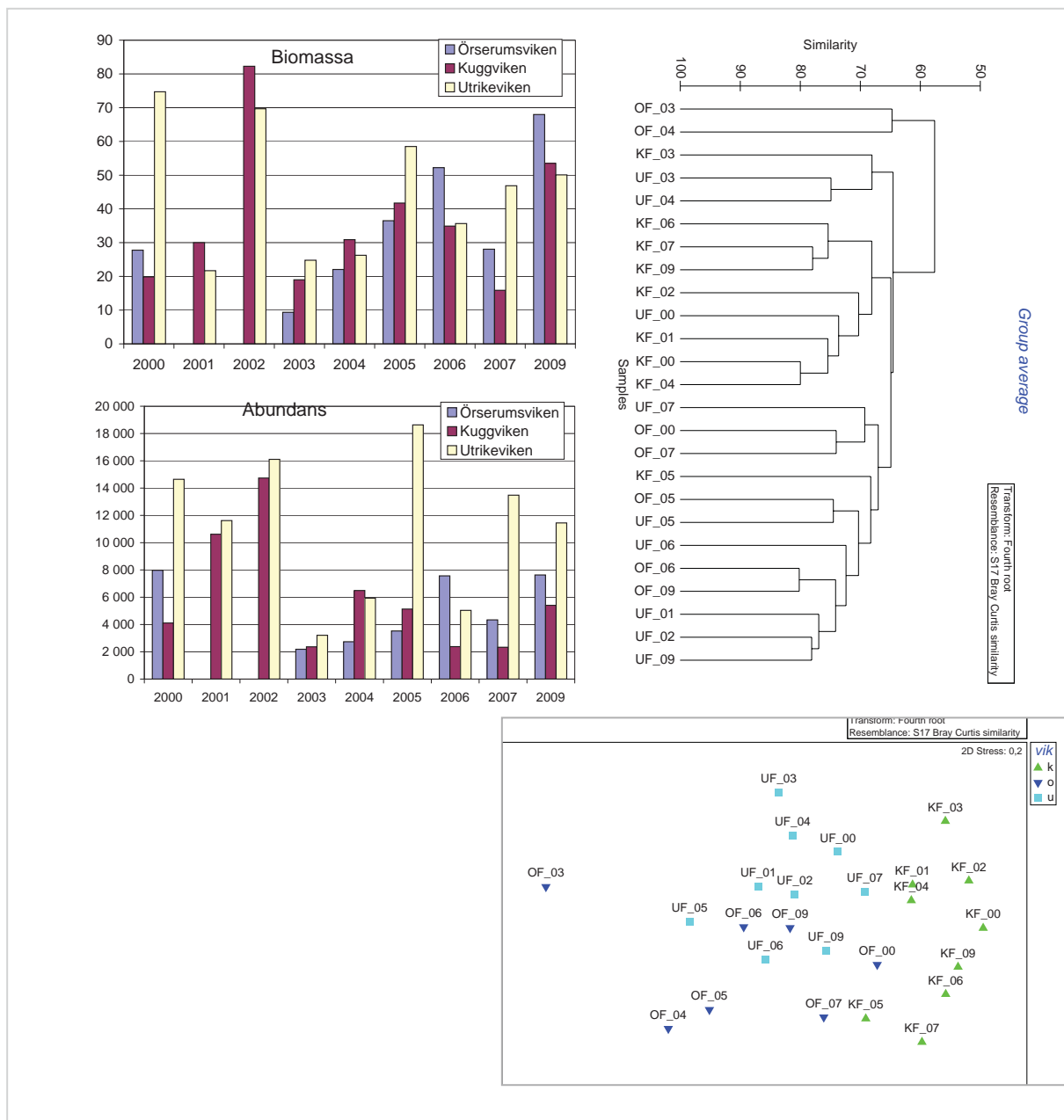






# Resultat av epifaunaprovtagning

**Figur Bil 5-1.** Epifauna i blåstång. Örserumsviken, Kuggviken och Utrikeviken. Abundans (antal individer/100gTV) och biomassa (gTV/100gTV) vid provtagningarna 2000- 2009, samt klusteranalys och MDS från samhällsanalys i PRIMER.









## Resultat av sedimentundersökningar samt stationernas positioner

**Tabell Bil 6-1.** Glödförlust och vattenhalt (%) i ytsediment i Örserumsviken, Kuggviken och Utrikeviken i augusti 2009, samt stationernas positioner enligt WGS-84.

augusti 2009				
Position N	Position E	Örserumsviken	vh %	gf %
57-43-656	16-40-194	OC1	95,2	26,6
57-43-618	16-40-087	OC2	95,2	26,4
57-43-614	16-40-019	OC3	95,4	27,1
57-43-640	16-40-047	OC4	95,1	28,3
57-43-634	16-39-921	OC5	94,6	26,5
57-43-616	16-40-223	OC6	95,7	29,4
57-43-640	16-40-207	OC7	95,1	23,1
57-43-670	16-40-222	OC8	95,3	28,2
57-43-680	16-40-141	OC9	95,0	24,1
57-43-681	16-40-103	OC10	95,5	26,5
57-43-696	16-40-033	OC11	94,4	25,8
57-43-609	16-40-051	OC12	95,3	28,2
57-43-606	16-40-011	OC13	94,6	26,1
57-43-661	16-40-033	OC14	94,2	28,5
57-43-674	16-40-003	OC15	95,7	26,5
57-43-617	16-39-965	OC16	95,5	26,4
57-43-639	16-39-964	OC17	95,0	27,0
57-43-620	16-39-877	OC18	93,4	15,3
57-43-634	16-39-832	OC19	86,7	10,7
57-43-645	16-39-824	OC20	92,5	17,4
medel (n5)			95,1	27,0
medel (n20)			94,5	24,9
57-43-563	16-40-527	OP1	96,0	26,5
57-43-576	16-40-591	OP2	93,5	18,7
57-43-552	16-40-613	OP3	95,2	27,3
57-43-550	16-40-699	OP4	95,2	26,9
57-43-578	16-40-675	OP5	95,3	26,1
57-43-501	16-40-458	OP6	94,8	21,9
57-43-445	16-41-004	OP7	93,3	21,3
57-43-449	16-41-044	OP8	95,1	26,5
57-43-463	16-41-049	OP9	94,5	22,3
57-43-495	16-41-053	OP10	90,6	13,4
57-43-523	16-40-716	OP11	94,6	26,9
57-43-556	16-40-743	OP12	94,7	25,9
57-43-567	16-40-736	OP13	95,3	25,5
57-43-541	16-40-670	OP14	95,3	27,6
57-43-535	16-40-691	OP15	95,2	27,6
57-43-556	16-40-692	OP16	95,2	25,2
57-43-573	16-40-697	OP17	94,7	25,7
57-43-582	16-40-628	OP18	89,9	24,3
57-43-523	16-40-588	OP19	94,5	26,7
57-43-562	16-40-494	OP20	95,6	26,0
medel (n5)			95,0	25,1
medel (n20)			94,4	24,6
57-43-484	16-40-880	OS1	94,6	24,6
57-43-451	16-40-834	OS2	94,9	25,8
57-43-472	16-40-720	OS3	83,4	6,9
57-43-495	16-40-600	OS4	94,4	26,3
57-43-504	16-40-554	OS5	90,6	15,5
57-43-509	16-40-541	OS6	94,6	25,3
57-43-499	16-40-569	OS7	90,7	14,9
57-43-515	16-40-580	OS8	95,0	26,3
57-43-451	16-40-761	OS9	77,4	5,9
57-43-488	16-40-827	OS10	92,6	22,9
57-43-540	16-40-837	OS11	79,7	6,3
57-43-540	16-40-890	OS12	77,5	5,2
57-43-536	16-40-857	OS13	78,9	5,4
57-43-464	16-40-922	OS14	94,8	26,6
57-43-463	16-40-976	OS15	94,9	25,2
57-43-468	16-40-992	OS16	95,0	25,6
57-43-483	16-40-992	OS17	93,9	23,8
57-43-511	16-40-988	OS18	95,1	25,7
57-43-529	16-40-991	OS19	91,1	16,3
57-43-523	16-40-893	OS20	67,5	3,3
medel (n5)			91,6	19,8
medel (n20)			88,8	17,9

Stationer utanför Örserumsviken				
Position N	Position E		vh %	gf %
57-43-583	16-40-996	F	93,2	21,8
57-43-693	16-41-259	G2	94,6	25,6
57-43-588	16-41-765	H1	83,7	9,1
57-43-733	16-40-831	J1	92,7	20,6
57-43-717	16-41-024	J2	93,9	24,1
Kuggviken				
			vh %	gf %
57-50-146	16-32-611	KC1	95,6	24,8
57-50-160	16-32-628	KC2	95,0	24,1
57-50-358	16-32-870	KC3	95,2	25,0
57-50-344	16-32-800	KC4	94,5	22,9
57-50-323	16-32-798	KC5	95,5	24,0
medel			95,2	24,2
57-50-100	16-32-609	KP1	93,2	22,3
57-50-097	16-32-578	KP2	93,2	22,5
57-50-290	16-33-004	KP3	93,1	21,5
57-50-323	16-33-099	KP4	94,3	21,9
57-50-174	16-32-807	KP5	92,9	19,7
medel			93,4	21,6
57-50-233	16-32-743	KS1	86,2	10,1
57-50-165	16-32-746	KS2	92,8	18,1
57-50-102	16-32-686	KS3	92,8	19,6
57-50-067	16-32-759	KS4	91,3	17,4
57-50-131	16-32-774	KS5	85,0	12,4
medel			89,6	15,5
Utrikeviken				
			vh %	gf %
57-43-504	16-28-737	UC1	94,3	19,5
57-54-558	16-28-758	UC2	92,9	18,0
57-54-490	16-28-588	UC3	92,6	17,4
57-54-510	16-28-523	UC4	93,4	17,3
57-54-539	16-28-442	UC5	92,7	17,4
medel			93,2	17,9
57-54-524	16-28-612	UP1	92,1	14,9
57-54-556	16-28-842	UP2	93,3	17,4
57-54-669	16-28-932	UP3	93,0	17,1
57-54-643	16-28-838	UP4	92,5	16,2
57-54-547	16-28-629	UP5	93,0	16,5
medel			92,8	16,4
57-54-418	16-29-122	US1	91,8	14,5
57-54-471	16-28-999	US2	92,1	13,6
57-54-478	16-28-829	US3	92,4	14,6
57-54-517	16-28-678	US4	92,7	15,1
57-54-433	16-28-808	US5	92,1	14,1
medel			92,2	14,4

Positioner är angivna enligt WGS-84







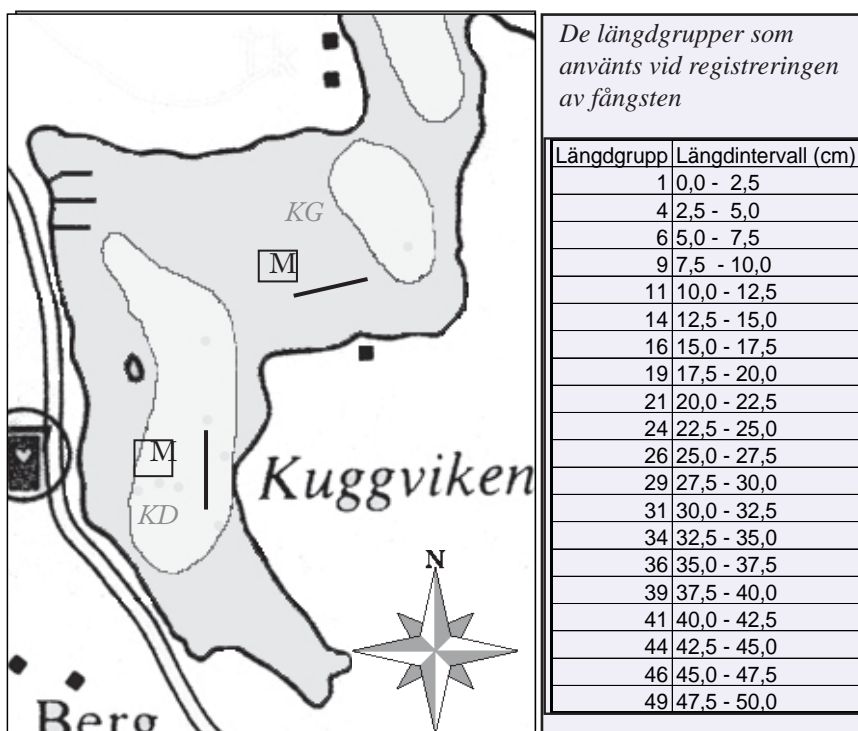
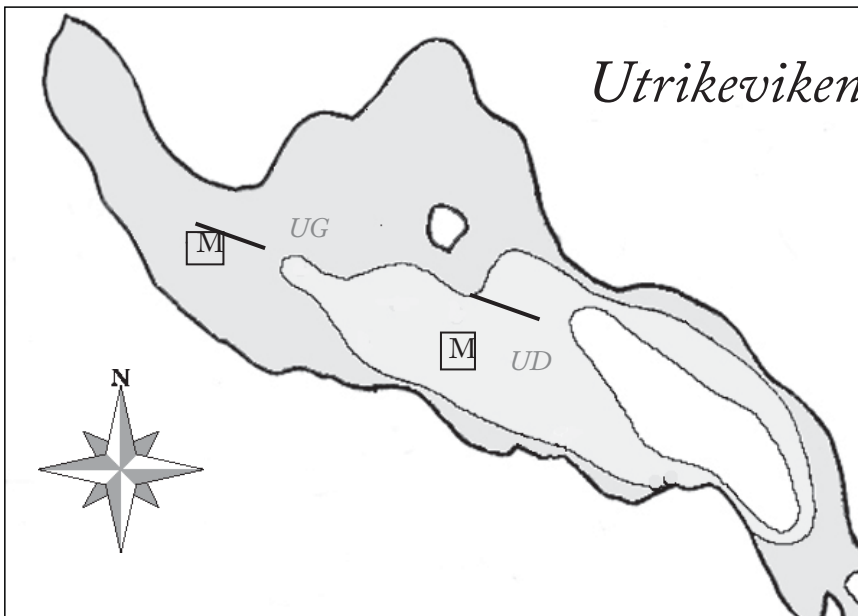
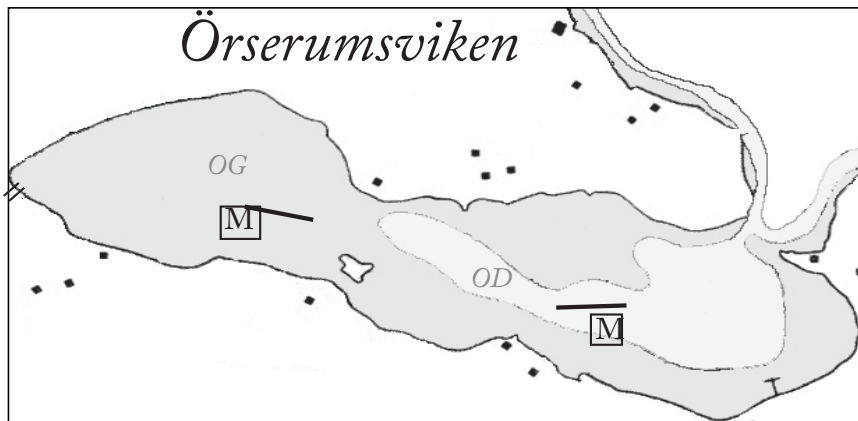








## Kartor över fiskeredskapens placering



## Resultat av provfiske

**Tabell Bil 9.** Antal och biomassa (gVV) av respektive art, samt fördelningen mellan olika längdgrupper i de två djupområdena i respektive vik vid provfisket 2009. I tabellen redovisas det sammanslagna resultatet av två fiskenätter med två nätlänkar, dvs fyra ansträngningar per vik.

Fiskart	Örserumsviken					Kuggviken					Utrikeviken							
	OD		OG		Total antal bio	KG		Bio		Total antal bio	UG		Bio		Total antal bio			
	Antal	Bio	Antal	Bio		Antal	Bio	Antal	Bio		Antal	Bio	Antal	Bio		Antal	Bio	
ABBORRE	34	2 315	64	4 510	98	6 825	10	610	25	1 650	35	2 260	94	6 139	22	1 850	116	7 989
BJÖRKNA	28	1 305	13	390	41	1 695	86	3 410	32	1 465	118	4 875	85	3 825	21	1 240	106	5 065
BRAXEN	1	200			1	200	1	95	3	695	1	95	2	170	10	3 725	12	3 895
GÄDDA							14	375			14	375	3	260	1	765	4	1 025
GÄRS							107	8 030	117	6 005	224	14 035	9	290	2	70	11	360
MÖRT	113	8 070	78	2 770	191	10 840							54	3 250	26	955	80	4 205
NORS	1	10			1	10												
SARV			2	105	2	105	7	235			7	235	17	635	4	135	21	770
STRÖMMING	3	100	4	125	7	225							1	80			1	80
VIMMA																		
<b>Totalt</b>	<b>180</b>	<b>12 000</b>	<b>161</b>	<b>7 900</b>	<b>341</b>	<b>19 900</b>	<b>225</b>	<b>12 755</b>	<b>177</b>	<b>9 815</b>	<b>402</b>	<b>22 570</b>	<b>265</b>	<b>14 649</b>	<b>87</b>	<b>8 780</b>	<b>352</b>	<b>23 429</b>
<b>Antal arter</b>	<b>6</b>		<b>5</b>		<b>7</b>		<b>6</b>		<b>4</b>		<b>7</b>		<b>8</b>		<b>8</b>		<b>9</b>	

Längdgrupp	ABBORRE		BJÖRKNA		BRAXEN		GÄDDA		GÄRS		MÖRT		NORS		SARV		STRÖMMING		VIMMA		
	Örike		Örike		Örike		Örike		Örike		Örike		Örike		Örike		Örike		Örike		
	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	Kugg	Örike	
9																					
11	1	4	6	2					7	2	1	1									
14	3	9	10	48	14	33			7	5	40	55	18								
16	14	44	30	41	19	40					73	53	24	1	2	1	4	4	13		
19	12	36	39	21	5	29					47	48	27								
21	3	5	27	2	1	2					48	24	11								
24	2	1	4			1					15	8								1	
26						1						2									
29																					
31																					
34																					
36																					
49																					
59																					
<b>Totalt</b>	<b>35</b>	<b>98</b>	<b>116</b>	<b>118</b>	<b>41</b>	<b>106</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>224</b>	<b>191</b>	<b>80</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>21</b>

## Resultat av maganalys

**Tabell Bil 10-1.** Analys av maginnehållet hos abborrindivider av resp längdgrupp i Örserumsviken vid provfisket 2009. I tabellerna redovisas det sammanslagna resultatet av två nätlänkar, dvs fyra ansträngningar.

Örserumsviken Maganalys	OD 2009 ABBO 14		ABBO 16		ABBO 19		ABBO 21		OG 2009 ABBO 14		ABBO 16		ABBO 19		ABBO 21		ABBO 26		ABBO 34																
	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio	Ant frekv ant	% bio															
Ant fiskind/lgrpp Ant och Blom (N) bytesdjur	3	0,010	7	0,340	15	0,280	9	0,280	1	0,010	3	0,030	17	0,470	4	0,040	13	0,03	1	0,01															
Art	33	1	0,001	7	6,67	1	0,010	22	1	0,010	7	6	14	0,006	1	25	1	0,002	5																
Argulus foliaceus																																			
Nereis diversicolor																																			
Pisicobla geometra																																			
Mysis sp.	33	3	0,004	40	26,7	2	0,002	3	60	2	0,001	3	5,9	28,0	0,013	3	18	1	0,001	1															
Mysis vulgaris																																			
Idothea spp																																			
Idothea chelipes																																			
Asellus aquaticus																																			
Gammarus spp																																			
Gammarus locusta																																			
Gammarus oceanicus	33	1	0,000	3	6,67	1	0,003	11	1	0,003	1	67	4	0,005	30	59	17	0,034	72	71	23	0,060	78	25	13	0,022	58	100	11	0	77				
Gammarus salinus																																			
Corophium volutator																																			
Crangon crangon																																			
Odonata																																			
Coenagrionidae																																			
Trichoptera																																			
Lepidoptera (I)																																			
Diptera (S)																																			
Ceratopogonidae																																			
Chironomidae (I)																																			
Chironomidae (S)																																			
Theobodus fluviatilis																																			
Hydrobia sp																																			
Palaem rygus antipodorum																																			
Physa litoralis																																			
Lymnaeidae																																			
Cerastoderma haunitense																																			
Pisces	33	1	0,001	111	73,3	4,4645	0,024	77	78	4	0,035	88	100	0,005	85																				
Esox																																			
Pungilius																																			
Obdimeritater animaliskt	67	0,002	39	20	0,007	6																													
<b>Antal taxa</b>	<b>5</b>				<b>10</b>		<b>6</b>		<b>2</b>		<b>4</b>		<b>15</b>		<b>11</b>		<b>3</b>		<b>2</b>		<b>100</b>		<b>0</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>0</b>		<b>100</b>		<b>0</b>		<b>1</b>

frekv= Frekvens av förekomst- hur stor procent av fiskindividerna som ätit minst ett bytesdjur av en viss art

ant= Antalsfördelning- medelantal av en viss bytesart i en längdgrupp

bio= Biomassafördelning- medelbiomassa av en viss bytesart i en längdgrupp

%= Procentfördelning biomassa- hur stor del av den totala fångsten i en längdgrupp som utgörs av en viss art





## Nedgrävningsbeteende hos östersjömusslan *Macoma baltica* i Örserumsvikens sediment

Susanna Andersson, Institutionen för Naturvetenskap, mars 2010

### Inledning

Östersjömusslan *Macoma baltica* är den dominerande musslan på såväl grunda som djupa havsbottnar med mjukt sediment i Östersjön. Att leva nedgrävd i sedimentet ger ett bra skydd mot predatorer, men också en permanent exponering för toxiska ämnen i en kontaminerad miljö. Östersjömusslan kan påverkas såväl fysiologiskt som beteendemässigt av miljöfarliga ämnen i sedimentet, vilket gör den till en lämplig indikatorart för att studera effekter av miljögifter.

Under 2001 genomfördes ett försök där östersjömusslans nedgrävningsbeteende i sediment från Örserumsviken och från en kontrollvik undersöktes (Edsbagge 2002). Resultaten visade att nedgrävningsbeteendet hos musslor som tidigare inte kommit i kontakt med Örserumsvikens då av PCB och kvicksilver kontaminerade sediment påverkades. Andelen av dessa musslor som valde att gräva ned sig i Örserumsvikens sediment var lägre, jämfört med musslor som kom från Örserumsviken. Ingen skillnad kunde noteras i initierad nedgrävningstid, däremot var de faktiska nedgrävningstiderna längre i örserumssedimentet både för musslor från Örserumsviken och för musslor från kontrollviken. Resultatet skulle kunna tyda på en påverkan av kvicksilver som reducerar ämnesomsättningen. För att undersöka om dessa skillnader försvunnit sedan viken sanerats genomfördes försöket på nytt i april 2009.

### Material och områdesbeskrivning

Vid försöket användes vatten och sediment från Örserumsviken, samt från två referensområden i Gudingen, Kuggviken samt grundområdet mellan stora och lilla Rätö. Jämfört med 2001 testades musslornas nedgrävningsbeteende i ytterligare ett kontrollsediment för att kontrollera referensmusslornas reaktion på främmande sediment som inte är kontaminerat. Östersjömusslor samlades in i Örserumsviken och Kuggviken (den ursprungliga referensviken från 2001). Referensområdena ligger båda väl skyddat. Vattentemperaturen var vid insamlingstillfället 5-7°C, salthalten 4,0 ‰ i Örserumsviken och 5,0 ‰ i referensvikarna.

### Insamlingsmetod

Musslor, sediment och vatten samlades in från Örserumsviken och Kuggviken den 8:e april 2009. Vid samma tillfälle togs sediment och vatten från en tredje vik som okontaminerad kontroll för referensmusslorna. Samtliga vikar klassas som ackumulationsbottnar med en hög halt organiskt material i sedimentet. För insamlandet av musslorna användes en Ockelmannslåde med fångstkaske med maskvidden 5 mm samt en VanVeen huggare. Slåden var påbyggd med två sedimentgående skärblad och tio kilos viktbelastning för effektivare insamling. Problem med vegetation som ansamlades i slådens öppning gjorde att det krävdes flera drag, och för att komma upp i 150 musslor per vik kompletterades metoden med sedimenthugg och sällning. Sedimentet samlades in med hjälp av VanVeenhuggare, de översta 5-10 cm sparades till försöket och sällades genom säll med maskvidden 2mm. Musslor i storleken 8-12 mm användes i försöket.

### Försöksuppställning

På laboratoriet förvarades musslorna i akvarier utan sediment och i vatten från respektive insamlingsvik. Akvarierna syresattes genom bubbling. Syrehalten var 10-11mg/l (8,2 grader C). Akvarier, sediment och vatten förvarades i konstantrum vid en temperatur av 7grader C. Innan försöket påbörjades fick musslorna acklimatisera sig i akvarierna under en veckas tid. Till försöket användes 300 runda plastburkar med en volym av 1 liter. Varje burk fylldes till en höjd av 3-4cm sediment och lika mycket vatten från respektive insamlingslokal. Efter ungefär ett dygn hade sedimentpartiklarna sjunkit till botten av burken, och en visuell övervakning av sedimentytan var möjlig. En mussla utvaldes slumpvis och placerades i undersökningsburk. Femton burkar kunde övervakas åt gången. Syrehalten i försöksburkarna var vid försöket 9-10mg/l. Femton musslor testades per gång på sediment från tre olika lokaler (Örserumsviken, Kuggviken och kontrollvik). Följande undersökningsserier testades:

- A 50 musslor från Örserumsviken på sediment från Örserumsviken
- B 50 musslor från Kuggviken på sediment från Örserumsviken
- C1 50 musslor från Örserumsviken på sediment från Kuggviken
- C2 50 musslor från Örserumsviken på sediment från kontrollvik
- D1 50 musslor från Kuggviken på sediment från Kuggviken
- D2 50 musslor från Kuggviken på sediment från kontrollvik

Experimenttiden varade sammanlagt 7 dagar. Vid varje försökstillfälle användes sediment och musslor från samtliga insamlingsplatser. Varje mussla övervakades en timme, varefter den kategoriserades som antingen grävande eller ej grävande. För varje grävande mussla registrerades två tider; tid till initierad nedgrävning samt faktisk nedgrävningstid. Initierad nedgrävningstid är tiden som musslan tar på sig från det att den appliceras på sedimentet tills den ställer sig på högkant inför nedgrävning. Den faktiska nedgrävningstiden är tiden det sedan tar för musslan att gräva sig så djupt att den inte längre syns ovan sedimentytan. Varje mussla och burk användes endast en gång. Sedimentet återanvändes inte. Försöken genomfördes dagligen mellan klockan 09.00 och 16.00.

### Bearbetningsmetod och statistik

Andelen ej grävande musslor från var och en av undersökningsserierna (A-F) jämfördes. Resultatet anges som procentandel av totala antalet musslor i varje serie. De grävande musslorna grupperades efter de två faserna i nedgrävningssarbetet, dvs. initierad och faktisk nedgrävningstid. För att utvärdera skillnader mellan de olika serierna sammanfördes resultaten från varje behandling till en grupp, med hjälp av poolning (Underwood, 1997). Arbetsättet användes för utvärdering av resultaten både för initierad och faktisk nedgrävningstid. För att få poola sina data förutsätts att inga andra parametrar stör grupperingen. För att undersöka om det hade någon betydelse när på dagen försöket utfördes, testades ett "subsample" (en dags testresultat) med avseende på dygnsmässig skillnad i nedgrävningssbeteendet. Subsamplet valdes slumpmässigt.

**Tabell 1** Glödförlust (Gf) och vattenhalt (Vh) i % av TS. Medelvärden och SE för tio replikat.

%	Gf M	Gf SE	Vh M	VhSE
Kuggviken	18,7	0,3	84,6	0,2
Kontroll	13,2	0,2	79,6	0,5
Örserumsviken	26,2	0,15	87,0	0,1

Initierad och faktisk nedgrävningstid testades med 1-vägs ANOVA för att utvärdera om någon skillnad mellan försöksserierna (A-D2) förelåg. För dessa analyser användes statistikprogrammet STATISTICA 9. Fördelningen mellan de olika behandlingarna av "ej grävande musslor" (A-D2) utvärderades med fördelningstest, G-test.

## Resultat

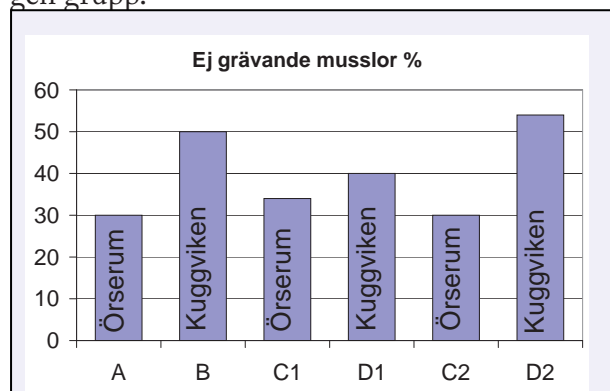
### Ej grävande musslor

Efter en timme hade 119 av 300 undersökta musslor (40%) ännu inte börjat gräva. Fördelningen mellan de olika grupperna redovisas i figur 1. Ett fördelningstest (G-test) visar att det inte är någon skillnad mellan de olika kombinationerna av musslor och sediment ( $G=3,84$ ).

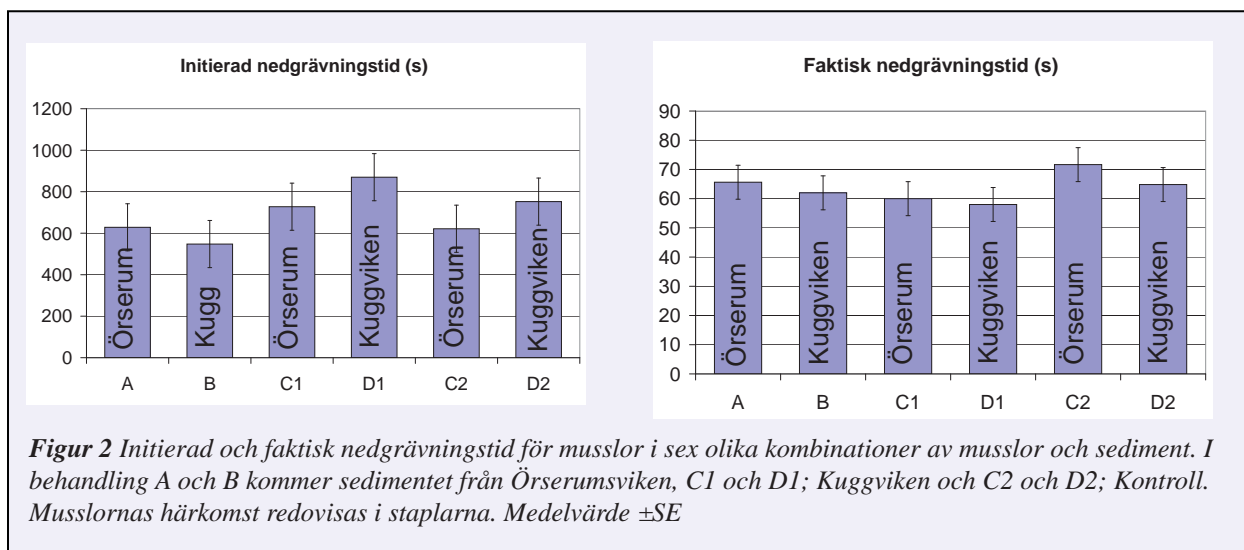
### Grävande musslor

#### Poolning

Ingen signifikant skillnad förelåg beträffande när på dygnet testerna utfördes, varken i initierad eller faktisk nedgrävningstid. Resultatet från poolningen gav  $p=0,53$  för initierad nedgrävningstid och  $p=0,73$  för den faktiska nedgrävningstiden. Därmed var det statistiskt korrekt att gruppera resultaten från varje behandling som en homogen grupp.



**Figur 1.** Ej grävande musslor i % i sex olika kombinationer av musslor och sediment. I behandling A och B kommer sedimentet från Örserumsviken, C1 och D1; Kuggviken och C2 och D2; Kontroll. Musslornas härkomst redovisas i staplarna.



### Initierad nedgrävningstid

Initieringstiden, den tid som musslan ligger på sedimentet innan den bestämmer sig för att gräva ned sig, är ungefär densamma för alla sex kombinationerna, se figur 2. Ingen signifikant skillnad fanns mellan de olika grupperna ( $p=0,51$  ANOVA). Medelvärdet för den initierade nedgrävningstiden varierade mellan 9 och 15 min för de olika kombinationerna.

### Faktisk nedgrävningstid

Medelvärdet för den faktiska nedgrävningstiden, det vill säga den tid det tar från det att musslan börjar gräva tills den inte längre är synlig, varierar mellan 58 och 72 sekunder för de sex olika behandlingarna (figur 2). Ingen skillnad kunde noteras mellan de olika behandlingarna ( $p=0,49$  ANOVA).

### Sediment

Sedimenten från de tre lokalerna skilde sig från varandra både med avseende på glödförlust och vattenhalt ( $p<0,05$  ANOVA). Sedimentet i Örserumsviken hade högre glödförlust och vattenhalt än sedimenten från de andra två lokalerna. I sedimentet från Örserumsviken var medelvärdet av glödförlusten 26,2%, att jämföra med 18,7 respektive 13,2% i sedimenten från Kuggviken och kontrollområdet (tabell 1).

### Diskussion

Resultatet av försöket indikerar att saneringen av Örserumsviken har gett ett gott resultat för de djur som lever i sedimentet. Grävande musslor gräver snabbt och effektivt oberoende av sedimentets ursprung. Det föreligger inte längre

några skillnader i nedgrävningstider vid jämförelser mellan olika musslor och sediment. Jämfört med det försök som gjordes 2001 var såväl den initierade som den faktiska nedgrävningstiden betydligt kortare 2009. En något högre andel av musslorna valde att inte gräva jämfört med 2001 vilket ev. kan bero på den låga försökstemperaturen (7-8 grader C), något som också diskuterades av Edsbacke 2002. När provburkarna studerats under en timmes tid placerades de i rumstemperatur varefter det noterades att vissa musslor som legat kvar på sedimentytan under försöket sedan grävt ner sig.

Den skillnad som förelåg i sedimentets organiska halt verkar inte påverkat musslornas nedgrävningsförmåga 2009. Dessa parametrar undersöktes inte vid försöket 2001, men sannolikt var skillnaderna i sedimentets struktur och glödförlust då stora. Jämför man gamla data kan man se att glödförlusten i Örserumsvikens inre delar då var hela 43,8 % (Medelvärde OC1-5). Motsvarande värde för sedimentet från Kuggviken var då 24,1% (KC1-5).

Oavsett vad det var som orsakade skillnaderna i östersjömusslans nedgrävningsbeteende 2001 var effekten iallafall borta 2009, sex år efter muddringen avslutats.

### Referenser

- Edsbacke, M. 2002. Nedgrävningsbeteende hos Östersjömusslan (*Macoma balthica*): effekter av kvicksilver och PCB kontaminerat sediment i Örserumsviken. Examensarbete 2002:B13 Institutionen för Biologi och Miljövetenskap, Högskolan i Kalmar
- Underwood, A.J 1997. Experiments in ecology. Cambridge University Press



## Fröbanken i Örserumsvikens sediment 2009

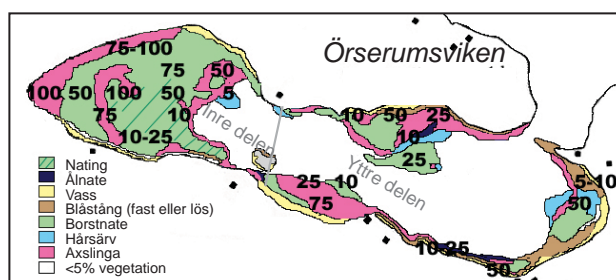
Susanna Andersson, Institutionen för Naturvetenskap, mars 2010

## 1. Inledning

För att undersöka förekomsten av livskraftiga propaguler (sexuella och vegetativa spridningskroppar) såsom fröer, frukter, oosporer, tubers, groddknoppar och växtfragment i Örserumsvikens sediment upprepades 2009 det frögroningsförsök som utfördes på sediment från den nymuddrade Örserumsviken 2003. Tre faktorer anses påverka utvecklingen av vegetation på nya sedimenttytor. Överlevande fragment, sk "nursery stock", migrerande propaguler som sprids med vind, vatten eller djur samt vilande propaguler i fröbanken (Burke 1997). Groningsförsök används ofta för att utvärdera rollen av en fröbank i ett samhälle, eftersom de propaguler som gror utgör den ekologiskt aktiva delen av fröbanken och är de som eventuellt kan påverka hur vegetationssamhället kommer att se ut (Kautsky 1990). Hårsärv (*Z. palustris*) är en av få fanerogamer i brackvatten som är ånnuell och använder sig av sexuell förökning (Kautsky 1990). Borstnate (*Potamogeton pectinatus*) kan bilda frukter, men använder sig oftare av sk tubers, vegetativa förökningskroppar, för sin årliga övervintring (Pilon m fl 2002). Andra arter som förekommer i Örserumsviken (*Myriophyllum spicatum*, *Ruppia cirrhosa*, *Batrachium baudotii*) sprider sig i huvudsak med hjälp av groddknoppar eller vegetativa fragment (Kautsky 1990). I rapporten används i fortsättningen ordet "fröbank" för alla typer av propaguler.

## 2. Metod

Proverna för bestämning av sedimentets fröbank samlades in i Örserumsviken den 12:e november 2009. Fem proppar (7cm Ø) togs av dykare på var och en av de 15 stationer som följts sedan år 2000 med avseende på vegetation och bottenfauna. Fem stationer är placerade i den inre delen av viken, och tio i den yttre (figur 1). Vid provtagningen noterades eventuell förekomst av vegetation (art och täckningsgrad) på respektive station för att kunna påvisa den befintliga vegetationens eventuella påverkan på fröbanken. De översta 5 cm av sedimentet provtogs då det är där den aktiva delen av fröbanken vanligtvis uppträder (Dugdale m fl 2001). Sedimentpropparna placerades i enliters polyetylenburkar, vilka fylldes med brackvatten (10-12 cm) från viken. Provburkarna placerades på laboratorium med konstanta temperatur- och ljusförhållanden (tabell 1). För att minska avdunstning täcktes burkarna med plastfolie. Fröbankens aktiva del bestämdes genom att kontrollera proverna med avseende på uppkomna skott två gånger per vecka. Groddplantor räknades och artbestämdes. Efter 12 veckor rördes sedimentet om för att föra upp eventuella vilande propaguler till sedimentytan (Strand 1999). Försöket avslutades efter 16 veckor. För att undersöka om vilande propaguler fanns i proverna sällades därefter sedimentet genom såll med maskvidden 0,25 resp 0,5mm. Varje fraktion undersöktes med hjälp av förstoringsslampa. Eventuella propaguler bestämdes under stereolupp. De propaguler som innehöll stärkelse räknades som levande.



Figur 1. Vegetationens utbredning i Örserumsviken hösten 2009. Muddringen av den inre delen av viken slutfördes vid årsskiftet 2002-2003, den yttre i augusti 2003. Färgen anger dominerande vegetationstyp, och siffrorna den totala täckningen av vegetation.

Tabell 1. Omgivande faktorer på laboratorium.

Temperatur (C)	20
Ljusperiod dag:natt (h)	13:11
Lysrör (fabrikat)	TLD 36W 830

Tabell 2. Vegetationens täckningsgrad (%) på de undersökta stationerna i november 2009. I tabellen redovisas även medelvärden  $\pm$  SE för respektive stratum (C, P, S) samt sedimentets glödförlust.

### Örserumsviken

2009-11-12	stratum	OC					OP					OS											
		station	1	2	3	4	5	M	SE	1	2	3	4	5	M	SE	1	2	3	4	5	M	SE
		djup	1,5	2,4	2,3	2,0	2,0			2,5	2,7	3,0	3,0	3,5			4,3	4,3	3,8	4,1	4,0		
	<i>Chara</i> sp																						
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	5			1	1,4	0,9	1	1		5	1	1,6	0,9	1		1		1		0,6	0,2
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	25	10	25	10	10	16,0	3,7	1	5	5	10	1	4,4	1,7	1	1	1	1	1	1,0		
	<i>Potamogeton pectinatus</i>	25	63	5	25	25	28,5	9,3	5		5	5	5	4,0	1,0		1	1	1	1	0,8	0,2	
	<i>Potamogeton perfoliatus</i>											5	1	1,2	1,0					1	0,2	0,2	
	<i>Ruppia</i> sp fastsittande				10	10	4,0	2,4								1					0,2	0,2	
	<i>Ruppia</i> sp lösliggande				100		20,0	20,0															
	<i>Fucus</i> lösliggande															1	1			1	0,6	0,2	
	<i>Zannichellia palustris</i>								10	10		5		5,0	2,2	1	1				0,4	0,2	
	<b>Summa täckning (%)</b>	51	78	30	45	46	49,9	7,7	7	16	20	25	13	16,2	3,1	5	4	3	2	5	3,8	0,6	
	<b>Sedimentets glödförlust (%)</b>	27	26	27	28	27	27,0	0,4	27	19	27	27	26	25,1	1,6	25	26	7	26	16	19,8	3,8	

### 3.Resultat

I tabell 2 redovisas vegetationens täckningsgrad på de provtagna stationerna i november 2009. I den inre delen dominerade axslinga (*Myriophyllum spicatum*) och borstnate (*Potamogeton pectinatus*), dessutom fanns fast och lösliggande nating (*Ruppia* spp.) på botten, samt enstaka exemplar av hornsärv, (*Ceratophyllum demersum*). Totalt var mellan 30 och 75% av botten här täckt av vegetation. I de yttre delarna av viken var förekomsten av vegetation relativt sparsam. Hårsärv (*Zannichellia palustris*) förekom, liksom axslinga i täckningsgrader upp till 10 % medan hornsärv, (*C. demersum*) borstnate (*P. pectinatus*) och ålnate (*P. perfoliatus*) förekom i lägre täckningsgrader. Den totala täckningsgraden på stationerna i den yttre delen av viken varierade mellan 5 och 25% i det grundare yttre området (OP), och mellan 1 och 5% på de djupaste stationerna (OS). I tabellen redovisas även djupet och sedimentets glödförlust på respektive station.

Resultatet från laboratorieförsöket redovisas i tabell 3. Endast två plantor växte upp i två av de totalt 75 proverna. De plantor som kom upp hade inte grott fram ur frö, utan nya skott hade skjutit upp från vegetativa delar av hornsärv *Ceratophyllum demersum*, och nating, *Ruppia* spp. som följt med i sedimentet. Groddplantorna förekom i olika prover från olika delar av viken (OC5 och OP5). Båda kom upp efter 5 veckor. Medelantalet per stratum var  $10,4 \pm 10,6$  plantor/m<sup>2</sup>. Vid sällningen

Tabell 3. Data över antal vilande propaguler i sedimentet. De redovisade värdena är medelvärden  $\pm$  SE för 5 prover med en sammanlagd area av 192,4 cm<sup>2</sup>. Antalet uppkomna plantor redovisas inom parantes. Medelvärden  $\pm$ SE för varje stratum är beräknade på samtliga 25 prover och markerade med grå färg i figuren.

Stratum	Station	<i>Ruppia</i> spp.	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Myriophyllum</i> sp.	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Zannichellia palustris</i>	Medelsumma av antal fröer per prov	Medelsumma groddplantor per prov	Medelsumma av antal fröer per m <sup>2</sup>	Medelsumma groddplantor per m <sup>2</sup>		
OC	1					1,8 $\pm$ 0,5	-	1,8		468		
	2			0,4 $\pm$ 0,4	-	0,6 $\pm$ 0,6	-	0,6		260		
	3					0,2 $\pm$ 0,2	-	0,2		52		
	4					0,8 $\pm$ 0,4	-	0,8		208		
	5	-	(0,2)		0,2 $\pm$ 0,2	-	2,2 $\pm$ 1,5	-	2,2	0,4	624	52
	OC Medel			(0,04)		0,13 $\pm$ 0,09		1,17 $\pm$ 0,4	-	1,12	0,08	322,40
OP	1					5,0 $\pm$ 2,9	-	5,0		1299		
	2					0,4 $\pm$ 0,2	-	0,4		104		
	3			0,2 $\pm$ 0,2	-					52		
	4					0,4 $\pm$ 0,2	-	0,4		104		
	5		-	(0,2)					0,2		0	52
	OP Medel			(0,04)	0,04 $\pm$ 0,04		1,16 $\pm$ 0,67		1,93	0,04	311,80	10,4
OS	1					1,6 $\pm$ 0,6	-	1,6		416		
	2					1,0 $\pm$ 0,8	-	1,0		260		
	3					1,2 $\pm$ 1,0	-	1,2		312		
	4				0,2 $\pm$ 0,2	-				52		
	5									0		
	OS Medel					0,04 $\pm$ 0,04	0,80 $\pm$ 0,28		1,27		208,00	
Maximalt antal förökningskroppar per m <sup>2</sup>				520	260	1559						

av sedimentet förekom frukter av hårsärv, *Zannichellia palustris* och borstnate (*P. pectinatus*), samt fragment av axslinga, *Myriophyllum spicatum*, men inte någon av de propaguler som återfanns var aktiv vid kontroll med jod. Att avgöra om de varit aktiva vid starten av försöket är svårt då inga prover av sedimentet sällades direkt. *Zannichellia palustris* var den art som återfanns på flest av de 15 undersökta stationerna (tabell 3).

#### 4. Diskussion

Allmänt var antalet groddplantor i försöket lågt (mellan 0 och 10 st/stratum•m<sup>-2</sup>), och i samma storleksordning som vid försöket som genomfördes 2003 på det nymuddrade sedimentet från Örserumsviken (Andersson 2004). Då grodde en kransalgspänta och två groddplantor av hårsärv upp från propaguler i sedimentet. Fröbanken i sedimentet har ofta stor rumslig variation på grund av vegetationens fläckvisa förekomst (Bonis & Grillas 2002), vilket kan göra det svårt att få en rättvis bild av den tillgängliga fröbanken i ett större område. Vegetativ förökning är den vanligaste och mest utbredda strategin hos vattenlevande fröväxter i Östersjön (Kautsky 1990) och den låga tätheten propaguler i sedimentet från Örserumsviken är sannolikt inte begränsande för utbredningen av vegetationssamhället. En skillnad jämfört med 2003 var dock att inga oosporer av kransalger återfanns 2009. Enstaka exemplar av kransalger förekom dock fortfarande i viken. Borttagandet av sedimentet med dess innehåll av kransalgsoosporer kan sannolikt fördröja återkomsten av kransalger som dominerande art i Örserumsvikens inre delar.

#### Referenser

- Andersson, S., 2004. Fröbanken i Örserumsvikens sediment efter saneringen- november 2003. Rapport 2004:6. Höghskolan i Kalmar
- Bonis, A., Grillas, P. 2002. Deposition, germination and spatio-temporal patterns of charophyte propagule banks: a review. Aquatic botany 72: 235-248.
- Burke, DJ. 1997. Donor wetland soil promotes revegetation in wetland trials. Restoration & Management Notes, vol 15, no. 2: 168-172.
- Dugdale, T. M., de Winton, M. D., Clayton, J.S. 2001. Burial limits to the emergence of aquatic plant propagules. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 35:147-154.
- Grillas, P., Garcia-Murillo, P., Geertz-Hansen, O., Marbá, N., Montes, C., Tan Ham, C., Duarte, C.M., Grossmann, A. 1993. Submerged macrophyte seed bank in a Mediterranean temporary marsh: abundance and relationship with established vegetation. Oecologia 94:1-6.
- Kautsky, L. 1990. Seed and tuber banks of aquatic macrophytes in the Askö area, northern Baltic proper Holarctic Ecology 13: 143-148.
- Strand, J.A. 1999. The development of submerged macrophytes in Lake Ringsjön after biomanipulation. Hydrobiologia 404: 113-121.



Kalmar Växjö

391 82 Kalmar

Tel 0480-446200

[susanna.andersson@lnu.se](mailto:susanna.andersson@lnu.se)

[Lnu.se](http://Lnu.se)