



Vätternvårdsförbundet

Årsskrift 2008



Rapport nr 99 från Vätternvårdsförbundet

Rapport nr 99 från Vätternvårdsförbundet

(Rapport 1-29 utgavs av Kommittén för Vätterns vattenvårds. Kommittén ombildades 1989 till Vätternvårdsförbundet som fortsätter rapportserien fr o m Rapport 30.)

Rapport	99
Framsida	Skeppsklockan på Motala Express (Foto Måns Lindell)
Ansvarig utgivare	Måns Lindell, Januari 2009.
Kontaktperson	Ann-Sofie Weimarsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län. Telefon 036-395000, e-post: ann-sofie.weimarsson.lansstyrelsen.se
Webbplats	www.vattern.org
Författare	Anges i respektive kapitel
Fotografier	Vätternvårdsförbundets arkiv (om inget annat anges)
Kartmaterial	Kartkälla: Länsstyrelsen i Jönköpings län. (om inget annat anges)
ISSN	1102-3791
Upplaga	400 ex.
Tryckt på	Länsstyrelsen, Jönköping.2009
Miljö och återvinning	Rapporten är tryckt på miljömärkt papper och omslaget består av PET-plast, kartong, bomullsväv och miljömärkt lim. Vid återvinning tas omslaget bort och sorteras som brännbart avfall, rapportsidorna sorteras som papper.

© Vätternvårdsförbundet 2009

Förord

För att kunna beskriva miljötillståndet ger Vätternvårdsförbundet varje år ut en "årsbok" vilket summerar vad vi kan "mät oss till" om Vättern. Det är kanske ibland komplicerade samband och figurer men Vätternvårdsförbundet försöker återge resultaten så att såväl den i ämnet insatte som den som enbart söker information kan ha nytta av årsboken.

Genom att samordna undersökningar kan såväl den ekonomiska som vetenskapliga effektiviteten ökas. Finansiering sker genom medlemsavgifterna, genom bidrag från Naturvårdsverket (Sötvatten: delprogram Stora Sjöar), Fiskeriverket samt länsstyrelsernas fiskeanslag. Utförare är en rad olika aktörer alltifrån Eurofins AB som tillsammans med Pelagia Miljökonsult AB ansvarar för vattenkemi, växt- och djurplankton samt bottenfauna, Svenska Miljöinstitutet IVL AB som anlitas för analyser av nedfall, Fiskeriverkets personal (ekoräkningar) och Länsstyrelsernas personal, samt ett nätverk av frivilliga som ansvarar för små men viktiga delar. Tack till alla för gott samarbete.

Under det senaste året börjar styrdokumenterna för Vättern bli allt mer klara. Vattenvårdsplanen för Vättern är klar sedan något år och "ska verka" nu fram till 2012 då nästa avstämning görs även om riktlinjerna gäller ändå till 2020. En bevarandeplan för Natura 2000 färdigställdes under 2008 som beskriver hur de utpekade natura 2000 värdena ska skyddas och följas upp. Kommunerna runt Vättern är inne i slutfasen vad gäller framtagande av skyddsområde för dricksvattentäkten för Vättern. Därefter är återstår en förvaltningsplan för fisket (beräknas kunna remitteras under 2009) och underlagen i det sk vattendirektivet, för att Vättern kan anses vara säkrad med både "hängslen och livrem".

Kapitlet om fåglar är tidigare publicerat i tidskriften Sötvatten från Naturvårdsverket, här återgiven med medgivande av författare och tryckeri.

Det är bara att konstatera att det finns goda förhoppningar om att även kommande generationer får uppleva Vättern som "den klenod den är idag".

Trevlig läsning!

Måns Lindell
Sakkunnig vattenfrågor
Vätternvårdsförbundet

Innehållsförteckning	
Klimat och vattenstånd.....	9
Vattenkvalitet i Vättern	14
Växtplankton	22
Djurplankton.....	28
Vattenkemi i Vätterns till- och utflöden.....	47
Årstransport och arealspecifika förluster.....	55
Bedömning av pelagiska fiskbestånd	62
Inventering av lekfisk i Vätternbäckar.....	74
Fisk i vissa Vätternbäckar	79
Tungmetaller i nederbörd.....	92
Försurande ämnen i nederbörd	99
Sjöfåglar i Vänern, Vättern och Mälaren	112

Klimat och vattenstånd

Björn Rydvall, Pelagia Miljökonsult AB

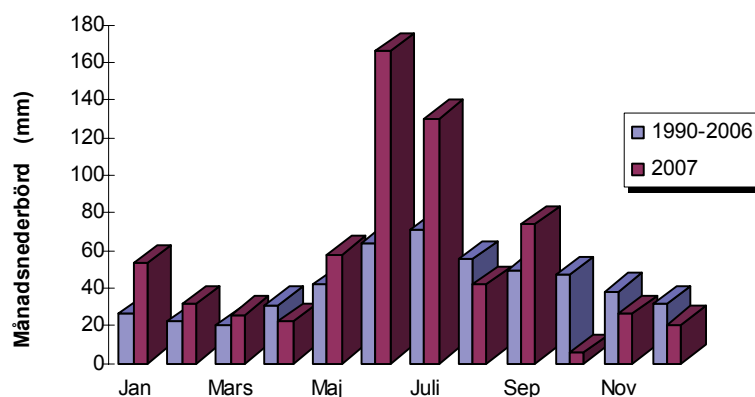
Sammanfattning

Nederbörden över Vättern (Visingsö) var ovanligt kraftig under stora delar av 2007. Månadsmedelnederbörden för hela året 2007 var den högsta sedan mätserien påbörjades år 1990. Månadsmedeltemperaturen under 2007 låg från januari till augusti högre än genomsnittet för perioden 1996 – 2006. Därefter sjönk temperaturen år 2007 jämfört med långtidsmedelvärdet och låg under detta fram till december. Vattenståndet i Vättern var högre än normalt under hela 2007. En kraftig ökning av vattenståndet skedde redan i december 2006 och låg sedan 20-30 cm över långtidsmedelvärdet under hela 2007. Högsta vattenståndet uppmättes i augusti.

Vattenföringen i Vätterns utlopp, Motala ström, var betydligt högre under 2007 jämfört med åren 2005 och 2006. Flödet var högt under hela året och som högst under juli och augusti.

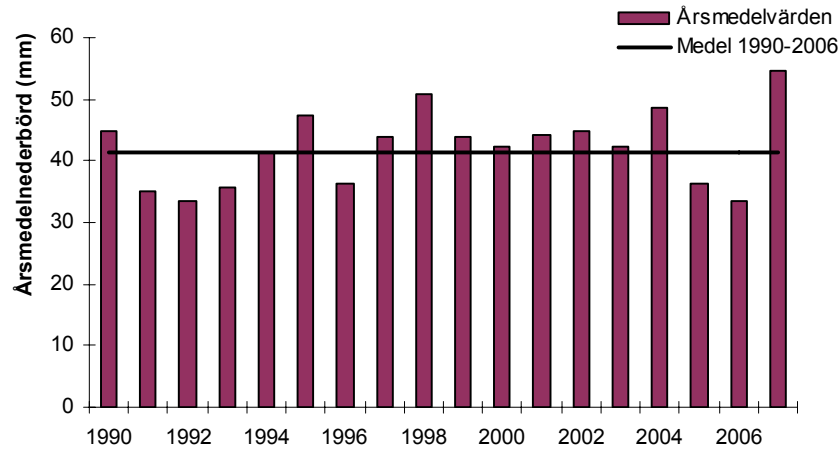
Nederbörd

År 2007 var ett regnigt år på Visingsö med den högsta årsnederbörden sedan mätningarna påbörjades år 1990. Nederbörden under sju av månaderna år 2007 låg över långtidsmedelvärdet 1990-2006 (Figur 1). I januari, juni och juli var nederbörden ca 2-3 gånger högre än långtidsmedelvärdet. Nederbörden i oktober 2007 var istället endast ca en niondel av långtidsmedelvärdet.



Figur 1. Genomsnittlig månadsnederbörd vid Visingsö mätstation för perioden 1990-2006 samt värden för 2007.

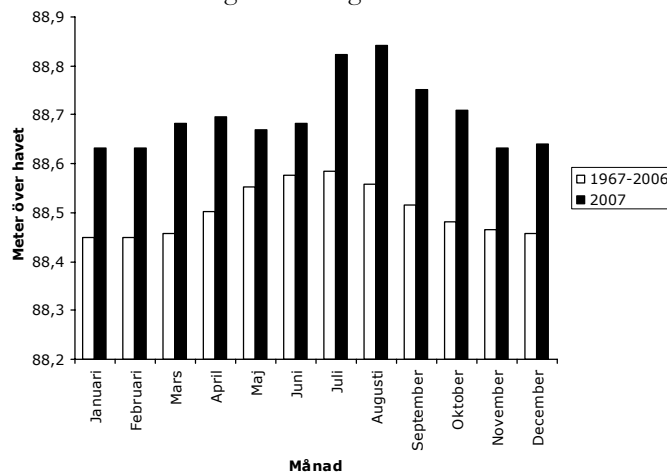
Årsmedelvärdena för åren 1990 - 2006 låg på 41,5 mm (Figur 2). 2007 års månadsmedelnederbörd låg 13 mm högre (54,6) vilket är det högsta värdet sedan mätningarna startade 1990.



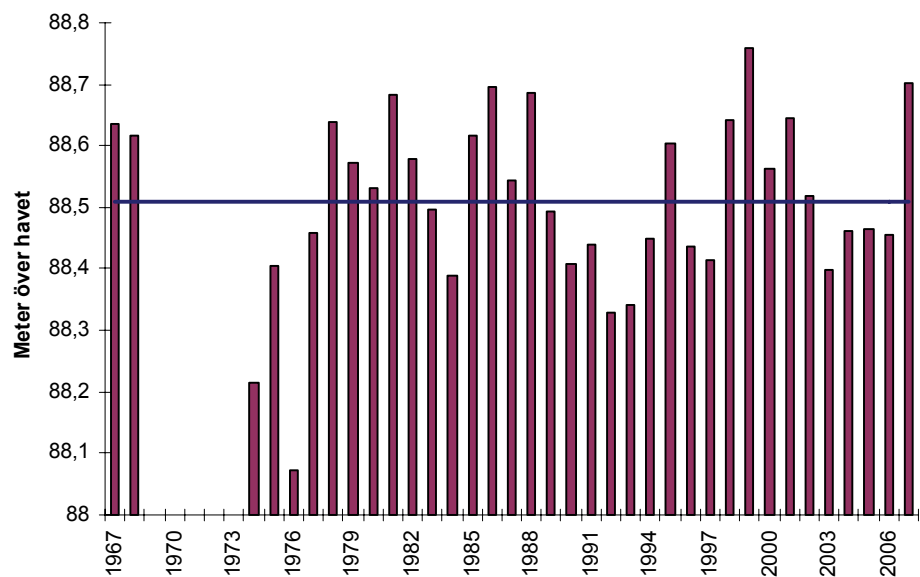
Figur 2. Årsmedelnederbörd för åren 1990 – 2007 vid Visingsö mätstation samt medelvärde för perioden 1990-2006.

Vattenstånd

Vattenståndet i Vättern var högre än långtidsmedelvärdet under samtliga månader 2007. Vattenståndet i Vättern steg i december 2006 och låg sedan över långtidsmedelvärdet under hela 2007. Vattenståndet i Vättern är generellt mycket stabilt med en variation under året på cirka tre decimeter. Det högsta vattenståndet under året uppmättes i augusti och det lägsta i november. Årsmedelvattenståndet (Figur 4) låg på 88,5 m. ö. h., vilket är ca 20 cm över långtidsmedelvärdet. Detta kan jämföras med åren 2003-2006 där vattenståndet låg under långtidsmedelvärdet.



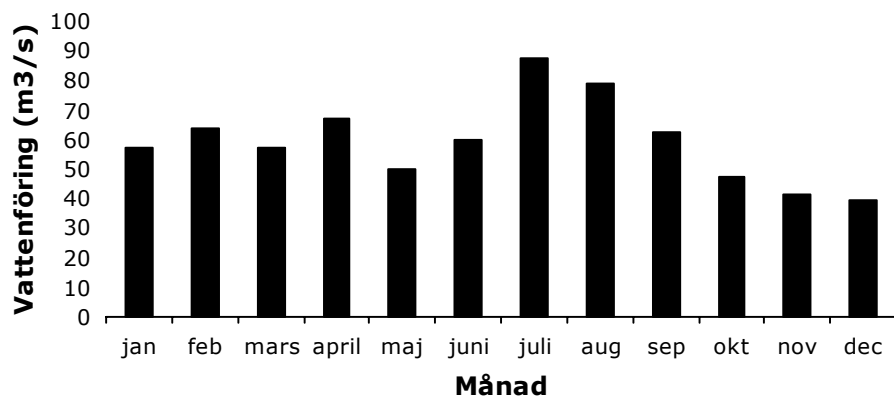
Figur 3. Månadsmedelvattenstånd i Vättern under perioden 1967-2006 samt värden för 2007.



Figur 4. Årsmedelvattenstånd i Vättern under perioden 1967-2007. Genomsnittligt vattenstånd för perioden är 88,51 meter över havet.

Vattenföringen år 2007 i Vätterns utlopp, Motala ström, var högst under juli månad och lägst i december (Figur 5). Årsmedelvattenföringen år 2007 var betydligt högre (59,3 m³/s) än för 2006 (33,6 m³/s) vilket är föga förvånande med tanke på den rikliga nederbörden år 2007 och det nederbördsfattiga året 2006.

Vattenföring Motala ström 2007

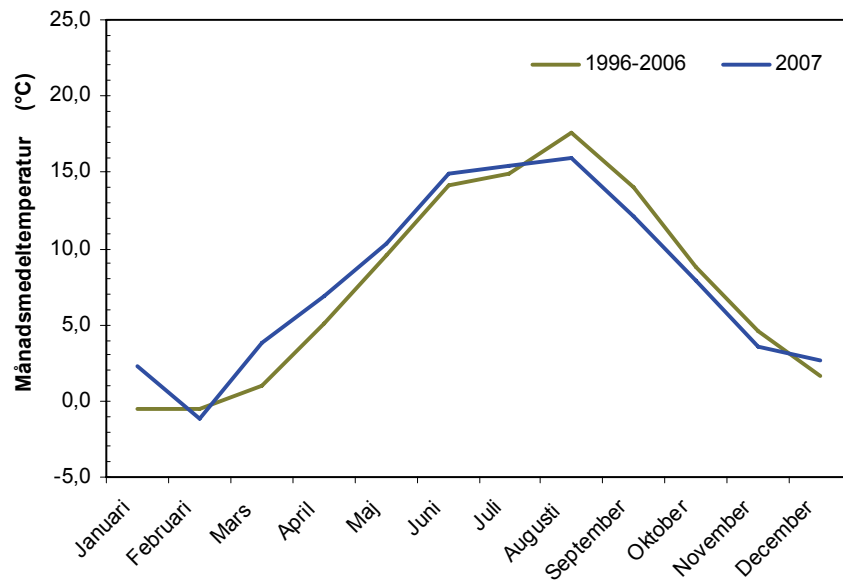


Figur 5. Månadsmedelvattenföring för Motala ström (Vätterns utlopp) under 2006.

Temperatur

Månadsmedeltemperaturen under 2007 låg från januari till augusti högre än genomsnittet för perioden 1996 – 2006. Därefter sjönk temperaturen år 2007 jämfört med långtidsmedelvärdet och låg under detta fram till

december (Figur 6). Det är framförallt januari och mars som skiljer sig mer från långtidsmedelvärdet med högre värden. Januari och mars är ca 3 °C varmare än långtidsmedelvärdet och augusti och september är ca 2 °C kallare än långtidsmedelvärdet.



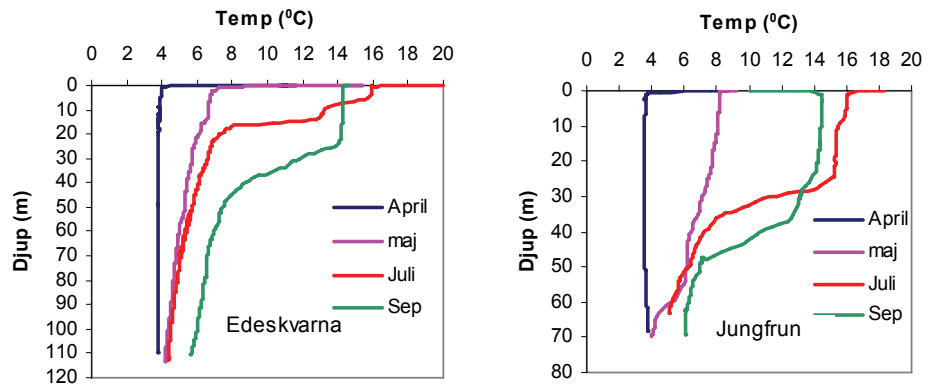
Figur 6. Genomsnittlig månadstemperatur vid Visingsö mätstation för perioden 1996-2006 samt värden för 2007.



Bottenvattenhämtare med vilken Vätterns bottenvatten tas upp. På bottenvattenhämtaren sitter mätsonden monterad. Med denna sond erhålls temperaturprofiler (se figur 7 och 8).

Temperaturen i Vätterns vatten under provtagningssäsongen varierade helt naturligt med årstidsväxlingarna (Figur 7 och 8). I april månad rädde full cirkulation vilket medförde att temperaturen nästan var lika genom hela vattenmassan. I juli och september var ett temperatursprångskikt (termoklin) tydligt utvecklat på båda stationerna. Under dessa månader låg

termoklinen på något större djup vid Jungfrun jämfört med Edeskvärna (Figur 8). Under termoklinen minskade vattentemperaturen snabbt ned mot ca 7 °C på båda stationerna.



Figur 7 och 8. Temperaturprofiler från fyra provtagningar under 2007.

Vattenkvalitet i Vättern

Björn Rydvall, Pelagia Miljökonsult AB

Inledning

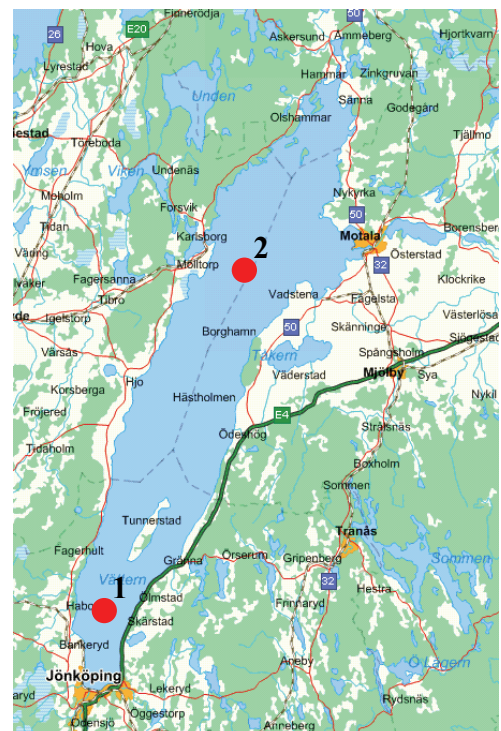
Pelagia Miljökonsult AB utför, tillsammans med Lantmännen AnalyCen AB, på uppdrag av Vätternvårdsförbundet, vattenkemisk undersökning i Vättern. Undersökningen är del i det miljöövervakningsprogram som påbörjades 1966 och som löpt kontinuerligt sedan dess.

Metod

För att undersöka vattenkemin i Vättern sammanställdes och analyserades parametervärden från de två mätstationerna Edesksvarna och Jungfrun (Tabell 1 samt Figur 1). Data erhöles från Institutionen för Miljöanalys, SLU, Uppsala, vilka tjänar som datavärd för vattenkemiska data från Vättern.

Tabell 1. Mätstationerna i Vättern.

Mätstation	Position	Mätperiod
1, Edesksvarna	x:642140; y:140640	1967-2007
2, Jungfrun	x:648694; y:143413	1978-2007



Figur 1. Karta över de två provpunkterna i Vättern där "1" visar station Edesksvarna och "2" station Jungfrun.

De parametrar som studeras mer ingående i detta kapitel är vattenfärg, siktdjup, klorofyll, organiskt kol (TOC), kväve, fosfor, och kisel (Tabell 2).

Materialet utvärderades med regressionsanalys. Parametervärden presenteras i tidsseriediagram där signifikanta trender i materialet åskådliggjorts med regressionslinje.

Tabell 2. Parametrar från de två mätstationerna i Vättern.

Parameter	Mätperiod	Anm.
Vattenfärg	1971-2007	ABS F420/5
Organiskt kol	1996-2007	TOC
Organiskt kol	1970-1995	deriv. från KMnO ₄
Siktdjup	1967-2007	Secchidjup
Klorofyll	1970-2007	Klorofyll A
Totalkväve	1987-2007	
Totalkväve	1970-1986	deriv. från Kj-N
Totalfosfor	1970-2007	
Kisel	1970-2007	Totalkisel

I syfte att skapa ett större bedömningsunderlag för halten organiskt kol beräknades ungefärliga TOC-värden från permanganatförbrukningsdata för tiden mellan 1970-1996.

Totalkväve har analyserats sedan 1987. I syfte att skapa ett större bedömningsunderlag har totalkvävehalter beräknats från Kjeldahl-kväve, som analyserats på vattenprover från Vättern sedan 1970.

Resultat och diskussion

Regressionsanalyserna påvisade statistiskt säkerställda, ökande, trender för parametrarna totalkväve och siktdjup. Minskande trender observerades för vattenfärg, totalkisel och totalfosfor. Sammanfattning av regressionsanalyserna redovisas i Tabell 3. Inga signifikanta trender kunde upptäckas för övriga parametrar. En eventuell jämförelse av regressionerna från de två olika stationerna är inte relevant då tidsserierna har olika längd.

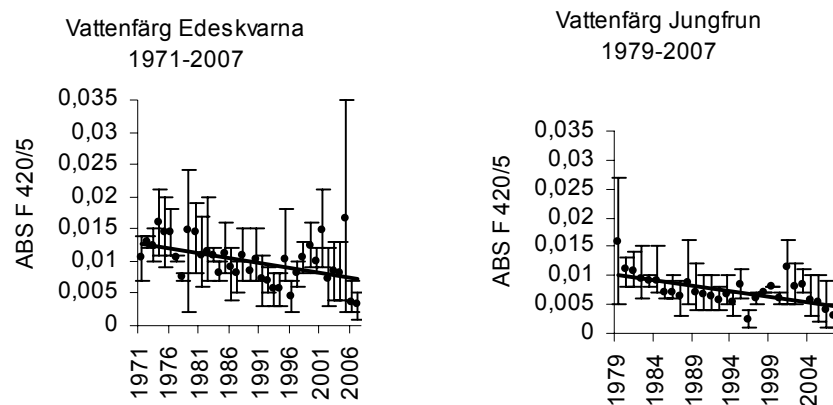
Tabell 3. Resultat av regressionsanalys från två stationer i Vättern: Station 1, Edeskvarna, och station 2, Jungfrun. Signifikanta trender visas med punkter (* p < 0,05, ** p < 0,01, * p < 0,001) och riktning. NS indikerar att inga signifikanta trender observerats i materialet.**

Parameter	Edeskvarna	Jungfrun
Vattenfärg	** ▼	*** ▼
TOC	NS	NS
Siktdjup	** ▲	NS
Klorofyll	NS	NS
Totalkväve	*** ▲	** ▲
Totalfosfor	*** ▼	*** ▼
Totalkisel	** ▼	• ▼

Vattnets ljusegenskaper

Vattnets ljusegenskaper kan på samma gång vara en värdefull indikator på ett systems vattenkemiska eller biologiska status, samtidigt som den i sig kan ha stora effekter på livet i vattnet. I detta avsnitt presenteras de parametrar som enskilt eller tillsammans bestämmer ljusets förmåga att tränga ned i vattnet.

Färgtalet, som används för att beskriva hur färgat vattnet är, uppvisar en minskande trend för båda provtagningsstationerna (Figur 2). Låga färgtal är ofta tecken på låga halter av humus, järn eller mangan. Däremot har undersökningarna av pH, järn och mangan i Vättern inte kunnat ge någon ledning till mekanismerna bakom de sjunkande färgtalen. Parametern organiskt kol, TOC, definieras som mängden partikulärt och löst organiskt material i vattnet. I näringsfattiga sjöar, likt Vättern, kan parametern användas som ett mått på humushalten i sjön.

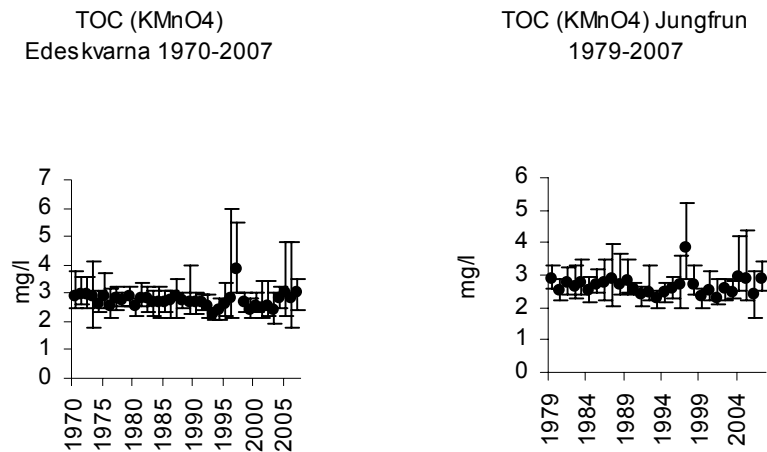


Figur 2. Tidsutveckling för vattenfärg Vättern vid mätstationerna Edeskvarna (1971-2007) och Jungfrun (1979-2007). Regressionslinjen markerar en statistiskt säkerställd linjär förändring över tidsperioden ($p < 0,05$). Felstaplarna visar max- och minimumvärden.

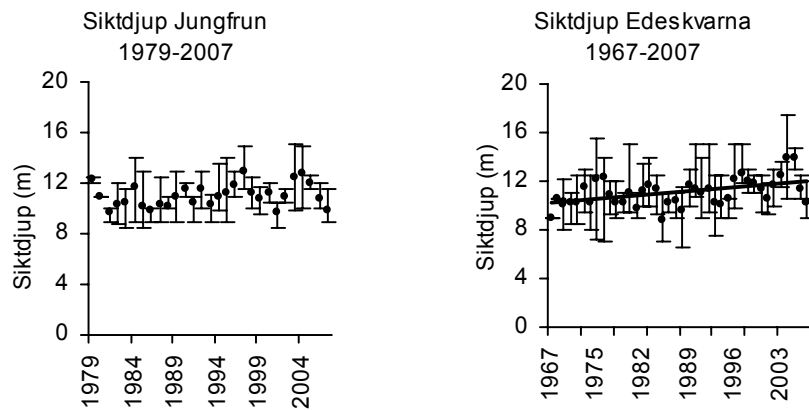
Organiskt kol har provtagits sedan 1996 och har den kortaste mätserien av de studerade parametrarna. Permanganatförbrukningsdata användes för att beräkna TOC-värden från perioden före 1996. Permanganatförbrukning har analyserats sedan 1970 vid Edeskvarna och sedan 1979 vid Jungfrun. Inga signifikanta tidstrender kunde dock ses i materialet över den studerade perioden (Figur 3). Detta även sedan serien utökats med TOC beräknat från permanganatvärden. Sjunkande färgtal bör också ge uttryck som ökande värden för siktdjup, vilket också visat sig stämma, åtminstone för Edeskvarna. Trenden för parametern siktdjup är ökande för Edeskvarna men icke signifikant för Jungfrun (Figur 4).

Klorofyllhalten var mycket hög vid majprovtagningen vid Jungfrun. Den höga klorofyllhalten tycks i detta fall inte kunna förklaras med höga

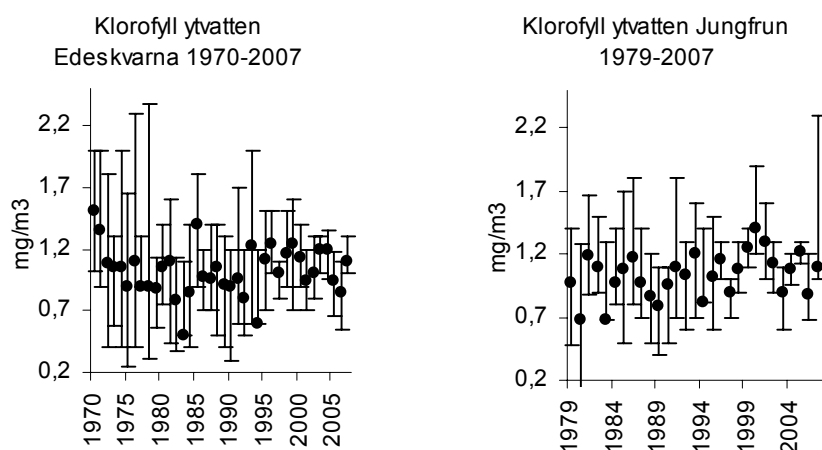
bioolymer för växtplankton. Då mätfel inte kan uteslutas har detta värde inte tagits med i årsmedelvärdesberäkningen. Majvärdet för Jungfrun redovisas däremot i den övre felstapeln i Figur 5. Klorofyllhalten vid de övriga mätningarna visar på små skillnader, såväl mellan stationerna som mellan de olika provtagningstillfällena. Klorofyllhalten i Vättern uppvisar inga statistiskt säkerställda tidstrender (Figur 5).



Figur 3. Tidsutveckling för organiskt kol i Vättern vid provtagningsstationerna Edeskvarna (CODMn 1970-1995 och TOC 1996-2007) och Jungfrun (CODMn 1979-1995 och TOC 1996-2007). Felstaplarna visar max- och minimumvärden.



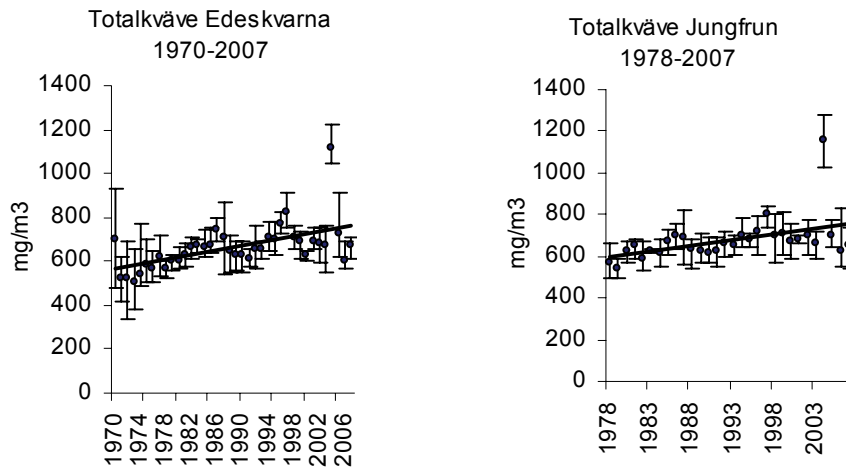
Figur 4. Tidsutveckling för siktdjup i Vättern vid mätstationerna Edeskvarna (1967-2007) och Jungfrun (1979-2007). Regressionslinjen markerar en statistiskt säkerställd linjär förändring över tidsperioden. Felstaplarna visar max- och minimumvärden.



Figur 5. Tidsutveckling för klorofyll i Vättern vid provtagningsstationerna Edeskvärna (1970-2007) och Jungfrun (1978-2007). Felstaplarna visar max- och minimumvärden. Majprovtagningen år 2007 ingår inte i årsmedelvärdet, men visas i övre felstapeln.

Kväve och fosfor

Som konstaterats i tidigare årsrapporter, finns en ökande trend för totalkvävehalt vid båda stationerna (Figur 6). Inga stations- eller månadsberoende skillnader kunde upptäckas i datamaterialet.



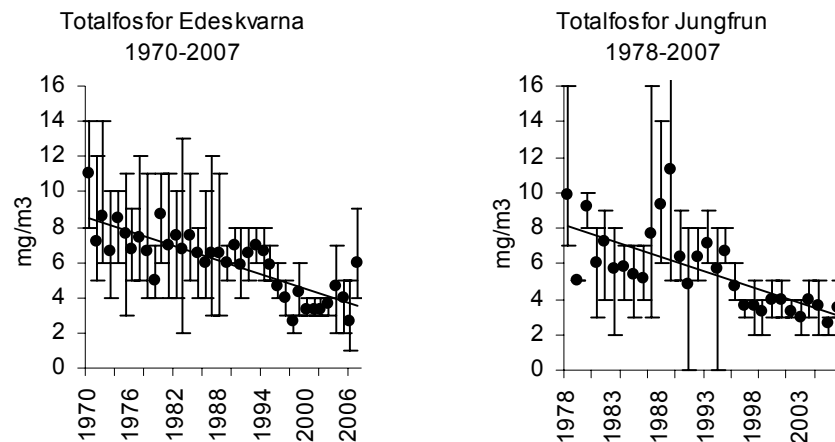
Figur 6. Tidsutveckling för totalkväve i Vättern vid mätstationerna Edeskvärna (1967-2007) och Jungfrun (1978-2007). Regressionslinjen markerar en statistiskt säkerställd linjär förändring över tidsperioden. Felstaplarna visar max- och minimumvärden

Halterna av totalfosfor har i motsats till kväve minskat signifikant över tiden på båda stationerna (Figur 7). Halterna av fosfor ligger i dagsläget på mycket låga nivåer, framförallt vid station Jungfrun.

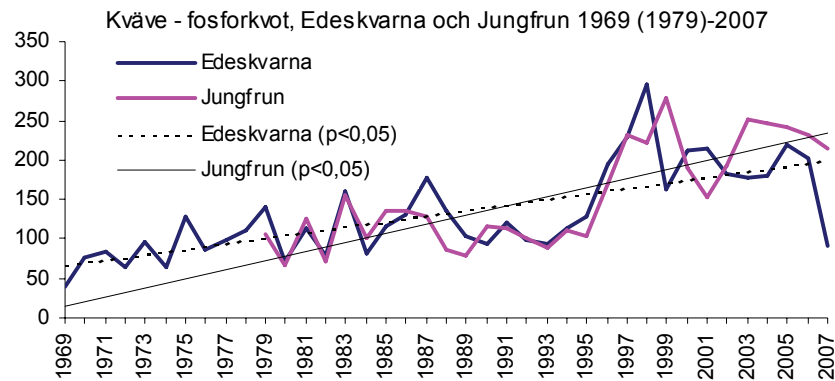
Fosforhalterna i Edeskvarna var högre 2007 jämfört med de senaste åren och i nivå med halterna tio-femton år tillbaka. I beräkningarna för år 2007 har majvärdet från Edeskvarna inte räknats med utan avlägsnats som en outlier. Detta, då det mycket höga värdet (31 mg/m³) inte kunnat förklaras på ett naturligt sätt och avviker med ca 7,5 standardavvikelser från övriga värden. Värdet ligger dock fortfarande kvar hos datavärd för framtida utvärderingar.

Kväve-fosforkvoten ligger högt i Vättern (Figur 8). Detta innebär att fosfor är begränsande för primärproduktionen i sjön, i likhet med de flesta av landets insjöar. I Edeskvarna minskade kvoten rejält år 2007 jämfört med de tio tidigare åren, vilket beror på det höga årsmedelvärdet för fosfor.

Det stora överskottet av kväve kan i syrefattiga förhållanden medföra risk för uppkomst av toxiska halter av nitrit. Syreförhållandena i Vättern är dock mycket goda och de nitrat/nitrithalter som uppmätts i Vättern ligger långt under gränsen för toxiska nivåer. Det är därför troligt att de höga kvävehalterna inte kommer att ha några toxiska effekter på livet i Vättern. Vid utvärdering av kvävefördelningen måste det tas i beaktande att felmarginalen för kväveanalys ligger på 10-15 %. Merparten av den uppmätta procentuella skillnaden i kvävefördelningen ryms inom denna felmarginal (Figur 9).

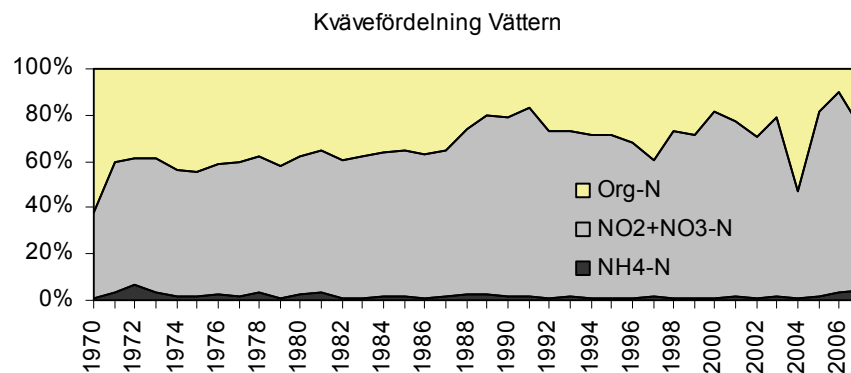


Figur 7. Tidsutveckling för totalfosfor i Vättern vid mätstationerna Edeskvarna (1967-2007) och Jungfrun (1978-2007). Regressionslinjen markerar en statistiskt säkerställd linjär förändring över tidsperioden. Felstaplarna visar max- och minimumvärden.



Figur 8. N/P-kvot baserad på årsmedelvärden för kväve och fosfor från mätstationerna Edeskvärna (1966-2007) och Jungfrun (1978-2007). Streckad trendlinje i diagrammet avser statistiskt säkerställd linjär förändring ($p < 0,05$).

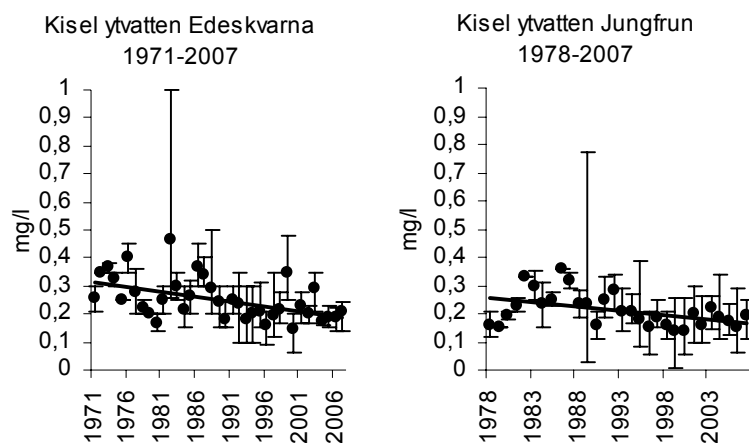
Ytvärdet för ammonium i Edeskvärna vid aprilprovtagningen var betydligt högre (140 mg/m^3) än normalt. Ingen naturlig förklaring har kunnat konstateras och värdet har därför avlägsnats som en outlier. Värdet ligger ca 8,5 standardavvikelser över långtidsmedelvärdet och den använda gränsen för att utesluta värden har satts till 3 standardavvikelser. Värdet ligger dock kvar hos datavärd för framtida utvärderingar.



Figur 9. Andelen organiskt kväve, nitrit/nitratkväve och ammoniumkväve i ytvattnet från Vättern. Diagrammet baseras på medelvärden från mätstationerna Edeskvärna (1966-2007) och Jungfrun (1978-2007).

Kisel

Kiselalger är dominerande i gruppen växtplankton i Vättern och fyller därför en viktig funktion som födokälla för djurplankton i sjön. Tillväxten av kiselalger är beroende av kiselhalt, fosforhalt, temperatur och ljusförhållanden. Ofta är mängden tillgängligt kisel begränsande för kiselalgernas tillväxt under blomningssekvenser, vilka företrädesvis inträffar under våren vid gynnsamma förhållanden. I Vättern förekommer dock inga kraftigare blomningar. Det är dock inte uppenbart vilken variabel som är begränsande för tillväxten. Både vid Edeskvärna och Jungfrun minskar totalhalten kisel i ytvattnet för respektive undersökta tidsperiod (Figur 10).



Figur 10. Tidsutveckling för kisel i Vättern vid mätstationerna Edeskvärna (1971-2007) och Jungfrun (1979-2007). Miljömålet är 6 µg/l. Regressionslinjen markerar en statistiskt säkerställd linjär förändring över tidsperioden. Felstaplarna visar max- och minimumvärden.

Med nuvarande analysmetod, där analysen utförs på surgjort, konserverat prov, motsvarar värdet för parametern kisel den totala halten kisel. Analysen gör således ingen skillnad på kisel bundet till kiselalger och biologiskt obundet kisel. Därtill är resultaten från metoden tämligen osäkra, då mängden kisel som går i lösning, och som sedan mäts i analysen, varierar starkt beroende på mängden partiklar i vattnet och partiklarnas karaktär.

Ur en biologisk synvinkel kan det vara intressant att känna till hur stor del av den totala kiselhalten som är tillgängligt för upptag av biologiska organismer. Detta skulle exempelvis kunna ge möjlighet att avgöra vad som begränsar tillväxten av kiselalger i Vättern. Vid undersökningen år 2007 analyserades parametern löst kisel för augustiprovtagningen. Jämförelsen mellan totalt kisel och ”löst” kisel visade att en stor del av kiselhalten var tillgängligt i augusti. Från och med 2008 års provtagning ingår parametern ”löst kisel” i kontrollprogrammet.

Växtplankton

Sten Backlund, Pelagia Miljökonsult AB

Sammanfattning

Årets växtplanktonutveckling var i stora drag jämförbar med tidigare år. Det är ingen större skillnad mellan Jungfrun och Edeskvarna, något mer växtplankton i Jungfrun jämfört med Edeskvarna. Vårutvecklingen dominerades av kiselalger främst av släktena *Asterionella*, *Anulacoseira* och *Cyclotella*. I juli dominerade dinoflagellater i Jungfrun och kiselalger och dinoflagellater dominerade i Edeskvarna. I augusti dominerade kiselalger såväl i Jungfrun som i Edeskvarna. Mängden vårutvecklande kiselalger bedöms vara liten och totalvolymen av växtplankton i augusti var mycket liten i Edeskvarna och liten i Jungfrun.

Inledning

Undersökningarna av växtplanktonsamhället i Vättern syftar till att beskriva artsammansättning, relativ förekomst av olika arter samt individtäthet och biomassa i den öppna vattenmassan. Denna beskrivning skall ge en kunskap om samhällets tillstånd och eventuella förändringar. Speciellt är det biologiska effekter till följd av förändringar av ljusförhållanden och näringsinnehåll som följs med växtplanktonundersökningarna. Växtplankton har en fundamental roll i ekosystemet som primärproducenter och information om biomassa och artsammansättning hos dessa är nödvändig för att kunna tolka förändringar i andra delar av näringskedjan.

Provtagnings- och analysmetoder

Provtagning av växtplankton i Vättern utförs 4 gånger per år, normalt i mitten av april, maj, juli och augusti. I år togs proverna 17 april, 21 maj (Jungfrun), 22 maj (Edeskvarna), 17 juli, 4 september (Jungfrun) och 5 september (Edeskvarna). Växtplanktonprovtagningen sker på samma platser som vattenkemiproverna (tabell 1). Prov för kvantitativ bestämning tas med en rörhämtare från varje tvåmetersintervall ned till 24 m (0-2, 2-4 etc.) och samlas till ett blandprov. Proverna konserveras med jodjodkalium-lösning och analyseras sedan med avseende på frekvens och biomassa av ingående arter. Parallellt med den kvantitativa provtagningen insamlas även ett kvalitativt håvprov (maskstorlek 25 µm) från 0-10 meters djup, för att möjliggöra kontroll av artbestämningar. De kvalitativa planktonproverna konserveras med formalin.

Provtagningsmetodik och nödvändig utrustning för kvantitativ och kvalitativ provtagning av växtplankton (BIN PR066 resp. BIN PR061) finns beskrivna i Naturvårdsverkets ”Handbok för miljöövervakning” (<http://www.naturvardsverket.se>). Det gäller även beskrivningen av den kvantitativa analysen som har utförts med omvänt mikroskop enligt Utermöhls metod.

Tabell 1. Provtagningsstationer för växtplankton i Vättern.

Namn	x	y	Djup(m)
1, Edeskvärna	6421370	1406420	115
2, Jungfrun	6486950	1434130	75

Resultat och diskussion

Växtplanktonfloran i Vättern karaktäriseras av kiselalger, guldalger, rekylalger och dinoflagellater (figur 1-4). Artantalet är stort, men ofta saknas tydliga dominanter och totalvolymerna är genomgående låga.

Vid Jungfrun i den norra delen av Vättern, var den totala växtplanktonbiovolymen 2007 genomsnittligt högre än tidigare år, om man bortser från år 1978 (figur 2). Biovolymen av kiselalger under april och maj utgjorde nästan två tredjedelar till tre fjärdedelar av den totala biovolymen. *Asterionella formosa* (45 %) och *Aulacoseira ambigua* (18 %) dominerade bland kiselalgerna under april och i maj dominerade *Fragilaria crotonensis* (28 %), *Cyclotella spp.* (16 %) och *Nitzschia linearis* (16 %). I juli dominerade dinoflagellater (51 %) växtplanktonsamhället och den mest framträdande arten var *Ceratium hirundinella* (49 %). I september är det en dominans av kiselalger (62 %) och en subdominans av dinoflagellater (22 %). Bland kiselalgerna dominerar tydligt *Fragilaria crotonensis* (50 %) medan *Ceratium hirundinella* (22 %) är den vanligaste dinoflagellaten. Den högsta totala biovolymen uppmättes i augusti i Jungfrun med halten 0,91 mm³/l.

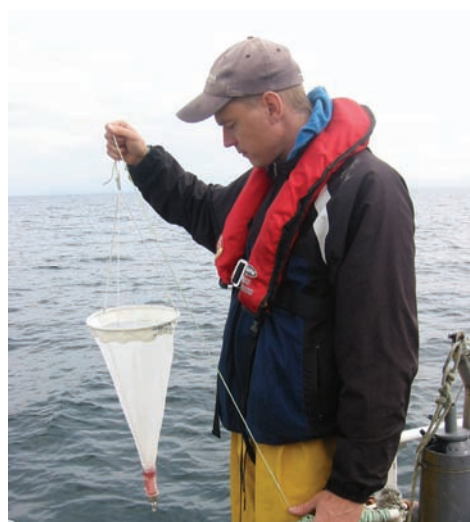
Biovolymen av växtplankton vid Edeskvärna var under 2007 i nivå med tidigare år (fig 1). Liksom vid Jungfrun dominerades växtplanktonsamhället av kiselalger (76 %) i april och i maj med 50 % (fig yy). Vanligast förekommande kiselalger i april är *Cymatopleura solea* (39 %) och *Asterionella formosa* (21 %) och i maj är *Asterionella formosa* (36 %) den dominerande kiselalgen. I juli dominerade kiselalger (35 %) med *Nitzschia sp.* (23 %) och dinoflagellater med *Ceratium hirundinella* (25 %) som de vanligaste. I september dominerade kiselalger (68 %), där *Fragilaria crotonensis* är vanligast med 44,3 %. Den högsta halten av den totala biovolymen uppmättes i juli och september i Edeskvärna med värdet 0,40 mm³/l respektive 0,41 mm³/l.

Totala volymen av samtliga växtplankton i augusti och volymen kiselalger i maj är några av de parametrar som kan användas för att bedöma miljötillståndet i sjöar (Naturvårdsverket 2000). Underlaget för

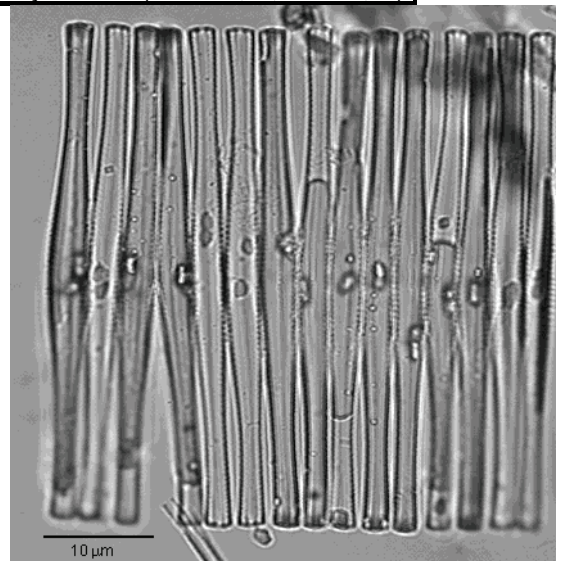
tillståndsbedömning bör utgöras av medelvärdet av 3 års undersökningar. Vid en sådan bedömning för åren 2005-2007 framgår att kiselalgernas biovolym på våren var liten (bedömningsklass 2) vid båda stationerna, medan totalvolymen i augusti var mycket liten (bedömningsklass 1) vid Edeskvärna och vid Jungfrun var biovolymen liten (klass 2) (tabell 2).

Tabell 2. Bedömning av miljötillståndet vid två stationer i Vättern 2005-2007 med avseende på vårutvecklande kiselalger samt totalvolymen av planktiska alger i augusti. Periodmedelvärdet samt årets resultat anges inom parentes. Bedömningar enligt Naturvårdsverket

Station	Volym av kiselalger i maj (mm ³ /l)	Totalvolymen i augusti (mm ³ /l)
Edeskvärna	Liten (medel=0,13; 2007=0,03)	Mycket liten (medel=0,28; 2007=0,41)
Jungfrun	Liten (medel=0,16; 2007=0,09)	Mycket liten (medel=0,56; 2007=0,91)



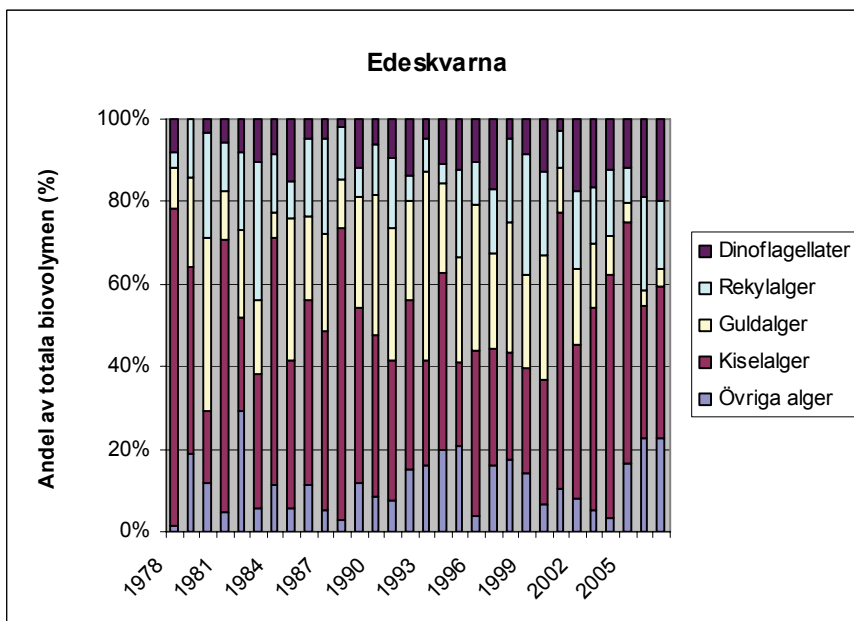
Förberedelser innan växtplanktonprovtagning



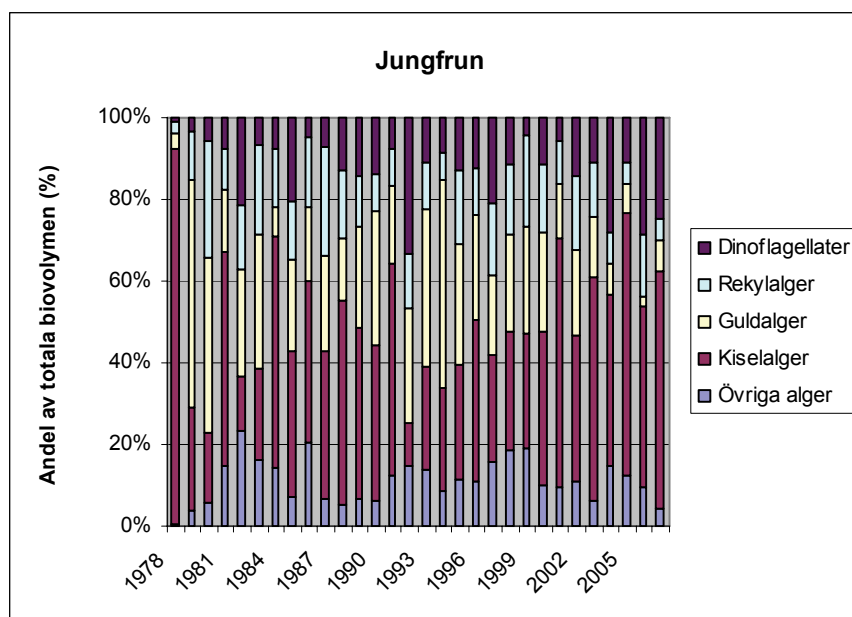
Fragilaria crotonensis (Kitton 1869)

Fragilaria crotonensis Kitton (1869) är ett växtplankton som tillhör alggruppen kiselalger. Den enskilda cellen är långsmal, något tjockare i mitten av cellen och avsmalnande mot cellens ändar. Cellens längd är 40-170 μm och bredden i mitten är 2-4 μm . Cellerna sitter ihop i kolonier, där mitten av cellerna är infästa i varandra. Detta gör att kolonin får ett utseende av en dubbelkam, dvs kolonin är öppen i kanterna. Antalet celler i kolonin kan variera, vanligen från ca 20 stycken till minst det dubbla.

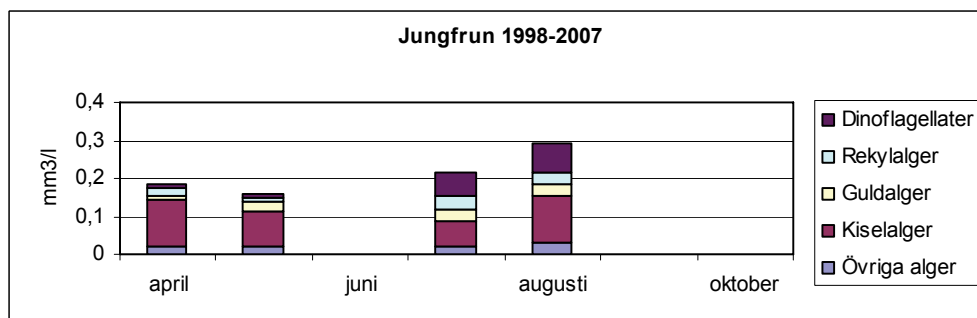
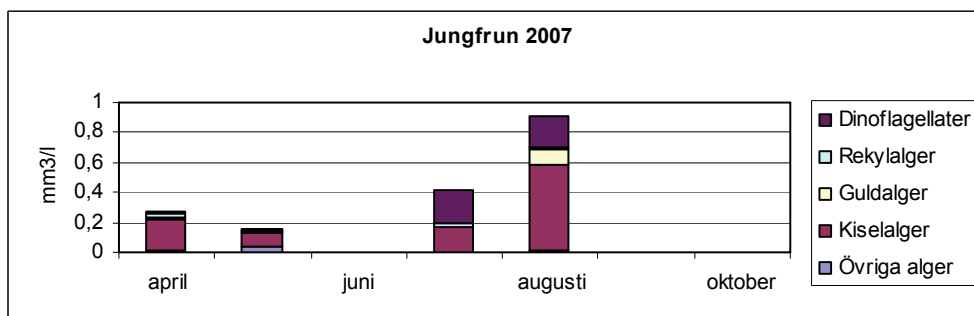
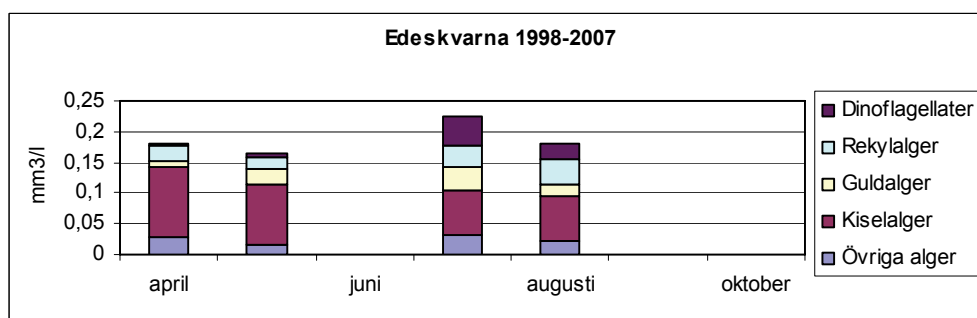
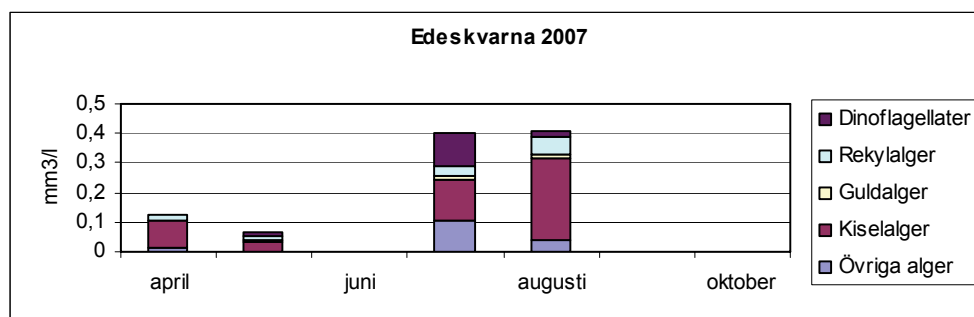
Fragilaria crotonensis förekommer vanligen som plankton i sjöar och långsamt rinnande vatten, men kan även förekomma i kustnära brackvatten. Arten har en vid ekologisk amplitud, dvs den förekommer i allt mellan näringsfattiga och måttligt näringsrika vatten. Den kan bilda en massutveckling i måttligt näringsrika sjöar med upp till 30-35 miljoner celler/liter. Den förekommer vanligt under våren och kan vara dominant under högsommar och tidig höst.



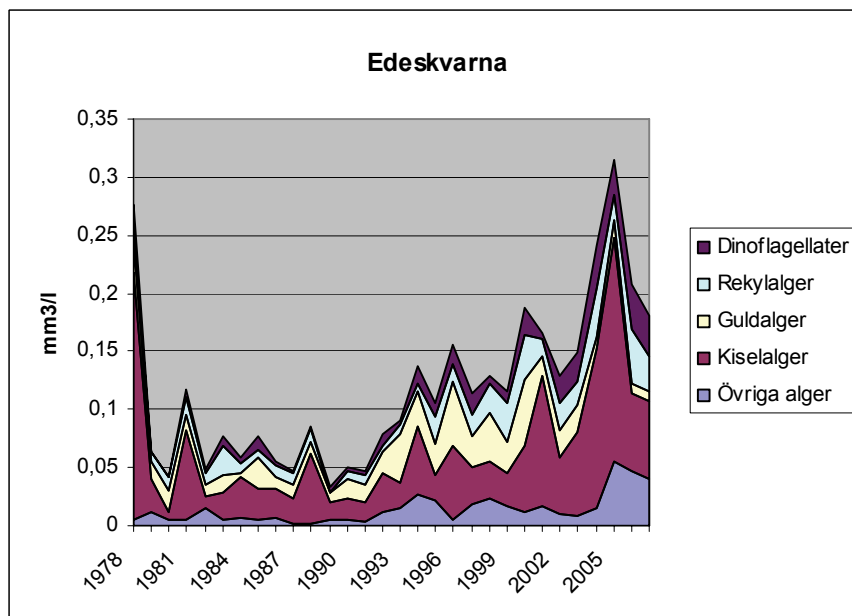
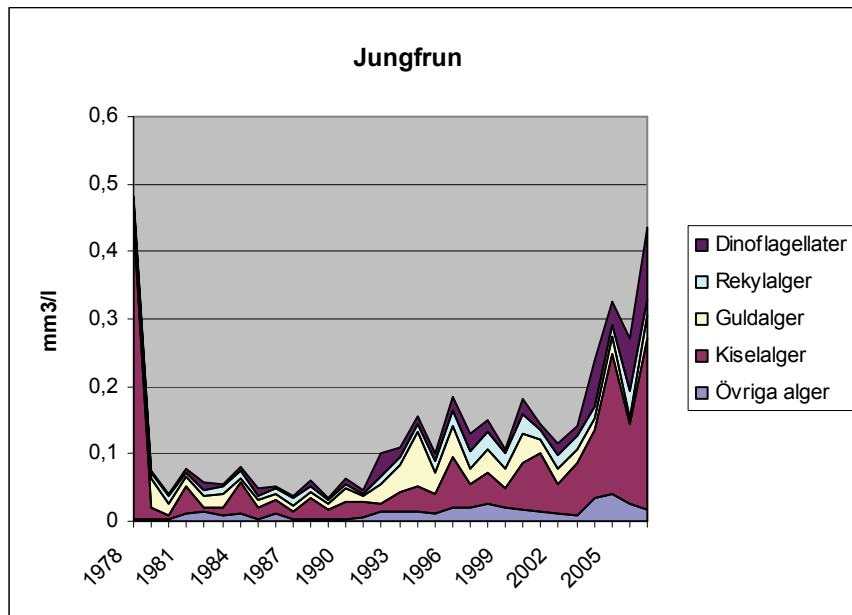
Figur 1. De viktigaste växtplanktongruppernas procentuella andel av biovolymen i Edeskvärna mellan 1978-2007. Andelarna baseras på säsongsmedelvärden av biovolymen.



Figur 2. De viktigaste växtplanktongruppernas procentuella andel av biovolymen på Jungfrun mellan 1978-2007. Andelarna baseras på säsongsmedelvärden av biovolymen.



Figur 3. Växtplanktonvolym (mm³/l) under provtagnings-säsongen 2007 samt månadsmedelvärden 1998-2007, i Vättern vid Edeskvarna i den södra delen av sjön och Jungfrun i den norra delen.



Figur 4. Säsongsmedelvärden av biovolymen (mm³/l) för dominerande växtplanktongrupper 1978-2007 vid Edeskvarna i den södra delen av Vättern samt vid Jungfrun i den norra delen av sjön.

Djurplankton

Mårten Söderquist, Pelagia Miljökonsult AB.

Sammanfattning

Under 2007 har djurplanktonsamhället dominerats av hoppkräftor och små hinnkräftor. En rekordlåg nivå av hjuldjur har observerats. Den totala biovolymen har dock varit högre sett till föregående år. Artsammansättningen tyder på ett betydligt predationstryck från pelagisk fisk så som nors och siklöja. Trendanalyser visar att för hinnkräftor har storleksstrukturen gått mot fler men mindre individer på senare år, detta till följd av predation

Inledning

Djurplankton är en viktig del av den pelagiska födoväven, varför övervakning av denna organismgrupp är nödvändig för att få förståelse för ekosystemets funktion och tillstånd. De flesta djurplanktonarter är beroende av växtplankton som födoresurs, varför förändringar i djurplanktonsamhällets artsammansättning även kan medföra långtgående förändringar på växtplanktonsamhällets artsammansättning och biovolym. Det motsatta förhållandet gäller då förändringar i växtplanktonsamhället också påverkar djurplanktonsamhället.

Samtliga fiskarter i Vättern är under delar av sitt liv beroende av djurplankton som födoresurs. Man kan därför vänta liknande interaktioner mellan fisk och djurplankton som tidigare beskrivits för djur- och växtplankton (fig. 1).

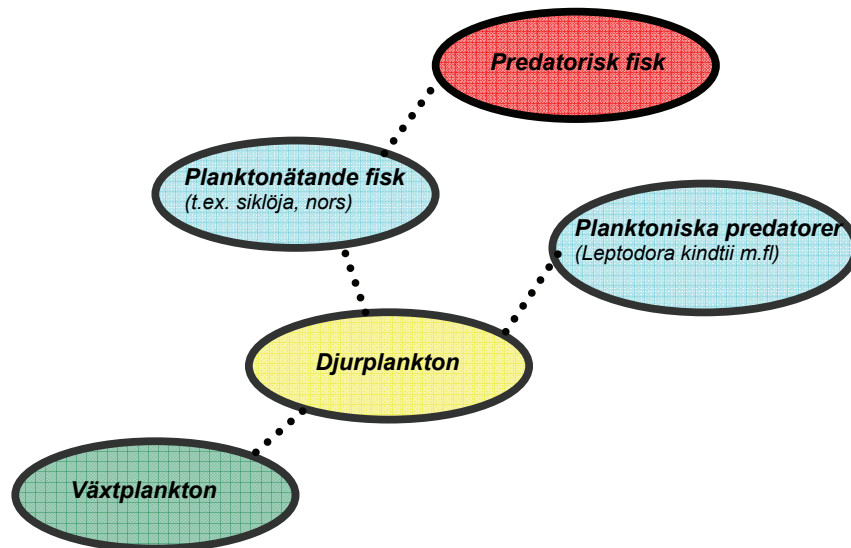
Syftet med undersökningarna är att möjliggöra tolkningar av förändringar hos andra organismgrupper. Djurplanktonundersökningarna innefattar grupperna hjuldjur (*Rotatoria*), hinnkräftor (*Cladocera*), och hoppkräftor (*Copepoda*).

Material och metod

Provtagningsstationerna är desamma som för vattenkemiprovtagningen; Station 1, Edeskvärna (X 642137;Y 140062) som har provtagits regelbundet sedan 1996, och station 2, Jungfrun (X 648695;Y 143413) som har provtagits sedan 1978. Stationerna provtas två gånger årligen, normalt i juli och i augusti.

Prover tas från tre djupnivåer på varje station; 0-10 m, 10-20 m och 20-40 m. En förslutbar håv med 150 µm maskvidd används för provtagning av större djurplankton (mesozooplankton). För provtagning av hjuldjur tas tre

volymer från varje nivå med Ruttnerhämtare (5 L). Dessa volymer sammanförs till en volym och koncentreras genom filtrering genom 41 µm filter. Proverna konserveras med Lugols lösning.



Figur 1. Schematisk bild över den pelagiska födoväven i Vättern

Proverna analyseras i inverterat ljusmikroskop. I de fall det är nödvändigt analyseras endast delprover för snabbare analys. De variabler som skattas är artsammansättning, storleksstruktur, individtäthet och biomassa. Regressionsanalys utförs i syfte att upptäcka långtidstrender i materialet. Analysen av proverna tagna 2007 utfördes av Krister Fjällstedt.

Sedan djurplanktonprovtagningarna i Vättern påbörjades, har biovolym använts för att uttrycka tätheten av djurplankton. Det finns dock vissa fördelar med att istället uttrycka tätheter som biomassa, då detta speglar organismens ekologiska egenskaper på ett bättre sätt än biovolym. Som exempel korrelerar biomassa bättre med näringsinnehåll och metabolism än vad biovolym gör. Avsaknaden av artdistinktion från tidigare provtagningssäsonger omöjliggör dock omvandling av äldre biovolymdata till biomassa. Biovolym bör därför även i framtiden användas för att kunna studera långtidstrender i materialet.

Resultat

Hoppkräftor

På grund av tekniska problem som uppstod i samband med provtagningarna vid station 1, Edeskvärna, i juli så saknas data för djup under 10 m för detta tillfälle. Att inte beakta detta ger en falsk bild av

situationen vid provtagningsstillfället. Därför kommer denna datapunkt inte att beaktas.

Biovolymen på station 1, Edeskvärna i september var betydligt högre än medelvärdet för de senaste fem åren. Det beror både på att individstorleken ökat samt att den faktiska tätheten var mycket högre (fig. 2).

Vid station 2, Jungfrun hade biovolymen av hoppkräftor vid båda tillfällena ökat sedan föregående år. Detta är en följd av att både medelstorleken och det faktiska antal individer ökat (fig. 3).

Vid båda stationerna består biovolymen av hoppkräftor till största delen av calanoida copepoder t.ex. *Eudiaptomus gracilis* och *Eurytemora lacustris*. Procentuell biovolymfördelning mellan arter är den samma vid samtliga provtagningar. Vid Jungfrun kan det ses att djuren blir större över säsongen. Orsaken till denna ökning är att enskilda individer växer (fig. 4).

Regressionsanalys av materialet visade signifikanta uppåtgående trender för individstorlek på station 2, Jungfrun framförallt vid 10 årsregressionen. Den totala biovolymen av hoppkräftor ökar också signifikant eftersom djuren inte minskat i antal. Vid Edeskvärna är mönstret detsamma i september (tabell 1 & 2).

Hinnkräftor

Bortfallet av prover som tidigare nämnts påverkar även data för hinnkräftor. På station 1, Edeskvärna var den dominerande arten sett till biovolym i september *Daphnia cristata*. Denna art, som är vanlig i större sjöar, återfanns föregående år endast i lägre tätheter. Den hinnkräfta som föregående år utgjorde en stor del av biovolym *Bosmina longispina* utgjorde även under 2007 en stor del av biovolymen. Den dominerande arten under föregående år var *Holopedium gibberum*, där individerna kan bli mycket stora. Under detta år utgjorde denna art endast en liten del av den totala biovolymen av hinnkräftor (fig. 2 & 4).

På station 2, Jungfrun var mönstret det samma (fig. 3 & 4). Dock kan det noteras att *B. longispina* var mer dominant tidigare på säsongen under juli provtagningen. Under septemberprovtagningen utgjorde *D. cristata* den större delen av biovolymen hinnkräftor. *H. gibberum* återfanns endast sparsamt i juli i ytvattnet (0 -10m). I september återfanns *H. gibberum* djupare i vattenkolumnen (20- 40m) och då i ännu lägre täthet.

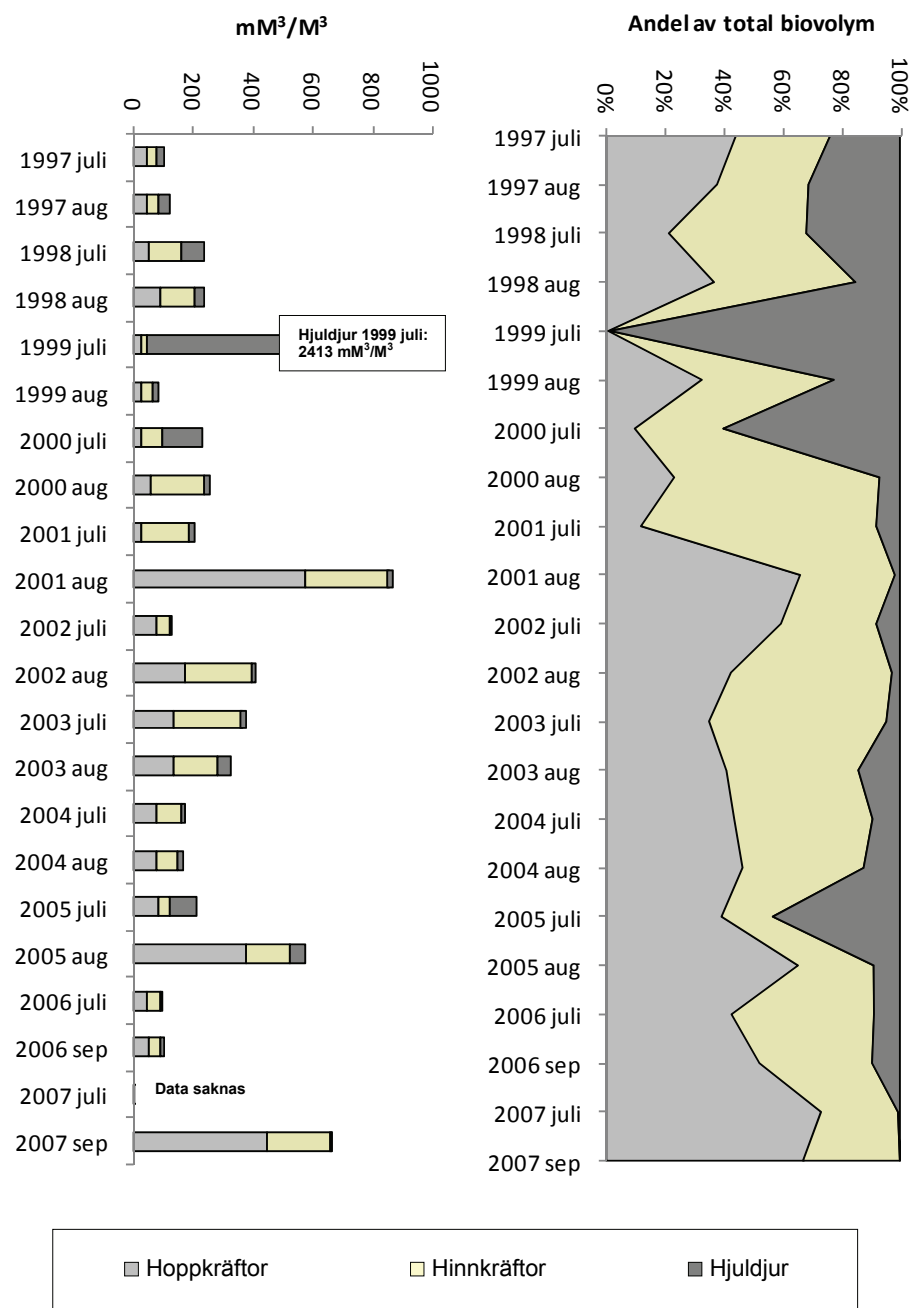
Regressionsanalyser indikerar en skiftning från större till mindre arter på båda stationerna under sensommaren. Biovolymen däremot visar ingen signifikant trend, dvs. det finns lika mycket hinnkräftor till volym men de är fler och av mindre storlek (tabell 1 & 2).

Tabell 1. Resultat från regressionsanalys av parametrarna individtäthet, biovolym och individstorlek på material från station 1, Edeskvärna, tidsperioden 1997–2007. Benämningarna ”10 år” respektive ”5 år” avser den tidsperiod som analysen spänner över. Pilen anger trendens riktning, NS anger att inga statistiskt säkerställda trender kunnat ses i materialet. De datapunkter där data saknas markeras med ”-”.

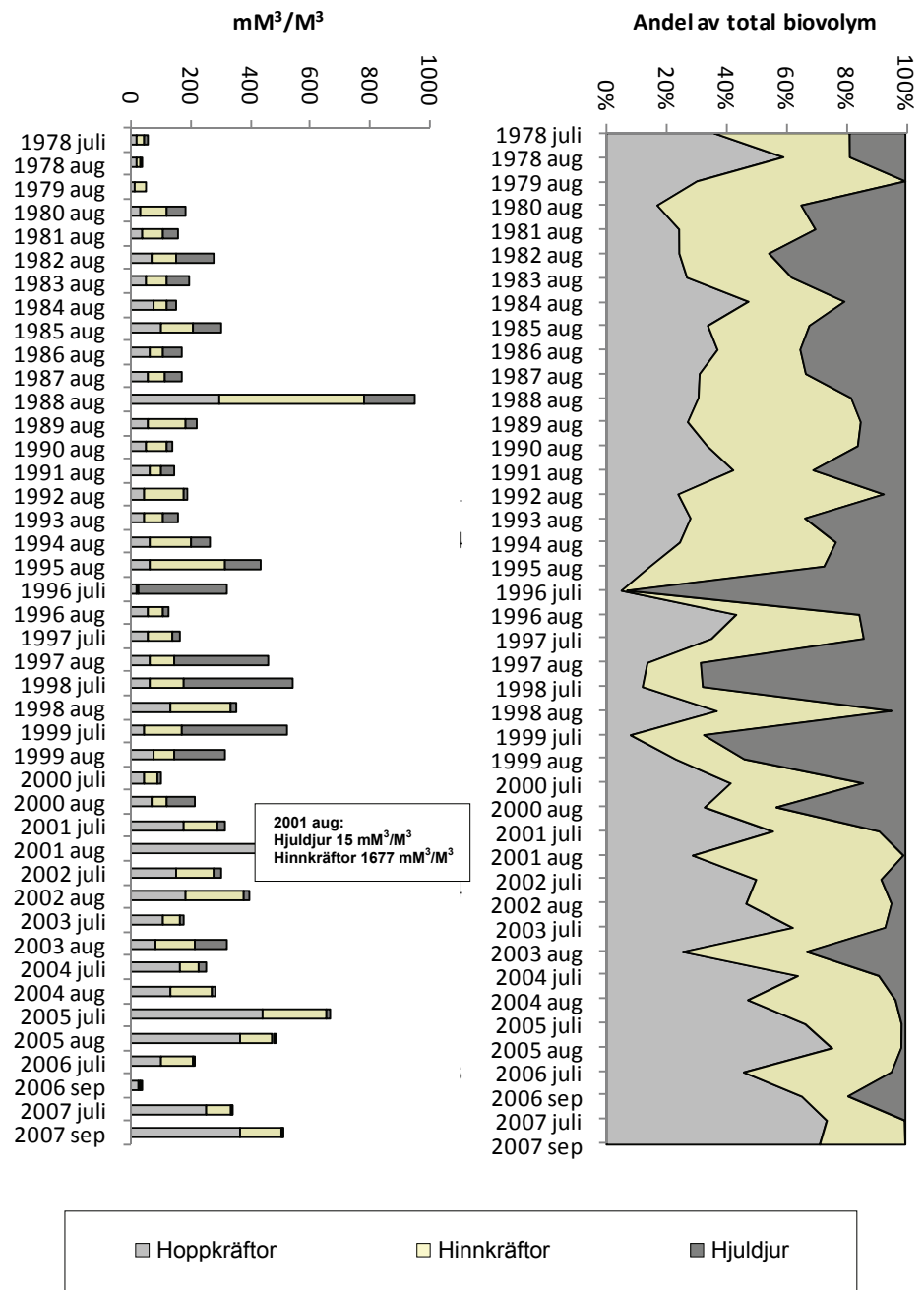
Edeskvärna			
2007-07-17	Hjuldjur	Hinnkräftor	Hoppkräftor
Individtäthet (n/M ³)	NS	-	-
Biovolym (mM ³ /M ³)	NS	-	-
Individstorlek (mM ³ /ind)	NS	-	-
2007-09-04			
Individtäthet (n/M ³)	NS	10 år ▲ (p=0,014)	NS
Biovolym (mM ³ /M ³)	NS	NS	NS
Individstorlek (mM ³ /ind)	NS	5 år ▼ (p=0,042) 10 år ▼ (p=0,046)	5 år ▲ (p=0,027) 10 år ▲ (p<0,001)

Tabell 2. Resultat från regressionsanalys av parametrarna individtäthet, biovolym och individstorlek på material från station 2, Jungfrun, tidsperioden 1978–2007. Benämningarna ”Lång”, ”10 år” och ”5 år” avser den tidsperiod som analysen spänner över, där ”lång” betyder att hela tidsserien (1978–2007) legat till grund för analysen. Pilen anger trendens riktning, NS anger att inga statistiskt säkerställda trender kunnat ses i materialet.

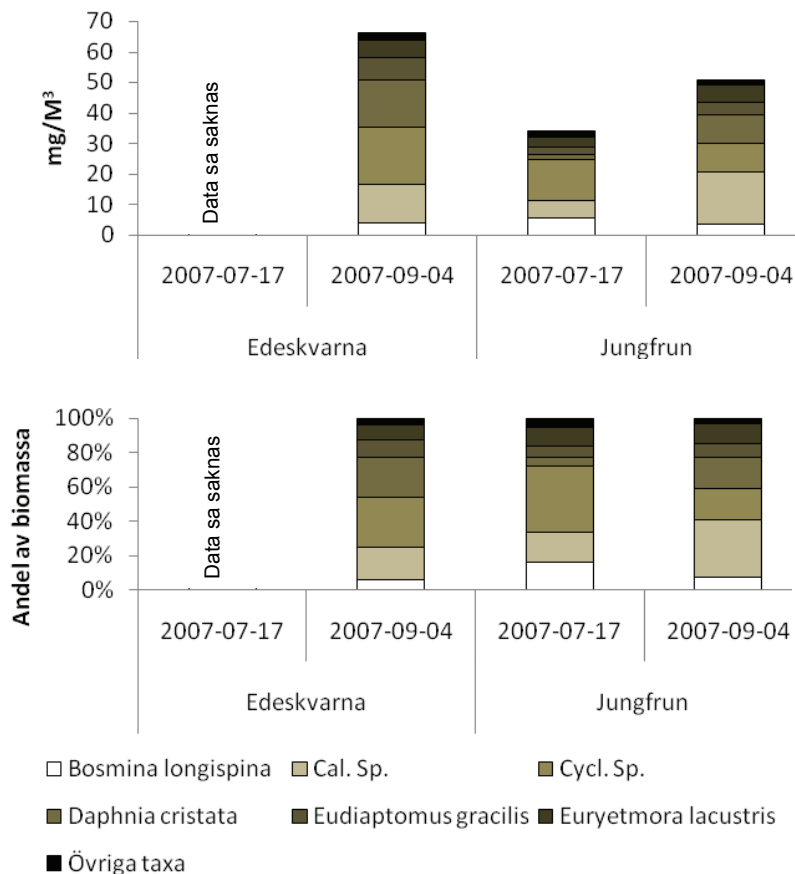
Jungfrun			
2007-07-17	Hjuldjur	Hinnkräftor	Hoppkräftor
Individtäthet (n/M ³)	10 år ▼ (p=0,009)	NS	NS
Biovolym (mM ³ /M ³)	NS	NS	10 år ▲ (p=0,037)
Individstorlek (mM ³ /ind)	NS	10 år ▼ (p=0,002)	5 år ▲ (p=0,037) 10 år ▲ (p<0,001)
2007-09-04			
Individtäthet (n/M ³)	NS	10 år ▲ (p=0,014)	NS
Biovolym (mM ³ /M ³)	10 år ▼ (p=0,025)	NS	Lång ▲ (p=0,013)
Individstorlek (mM ³ /ind)	10 år ▼ (p=0,013)	5 år ▼ (p=0,034)	10 år ▲ (p=0,003)



Figur 2. Biovolym (vänstra diagrammet) och andel av totala biovolymen (högra diagrammet) för grupperna hjuldjur, hinnkräftor och hoppkräftor på station 1, Edeskvärna, under perioden 1997-2007.



Figur 3. Biovolym (vänstra diagrammet) och andel av totala biovolymen (högra diagrammet) för grupperna hjuldjur, hinnkräftor och hoppkräftor på station 2, Jungfrun, under perioden 1978-2007.

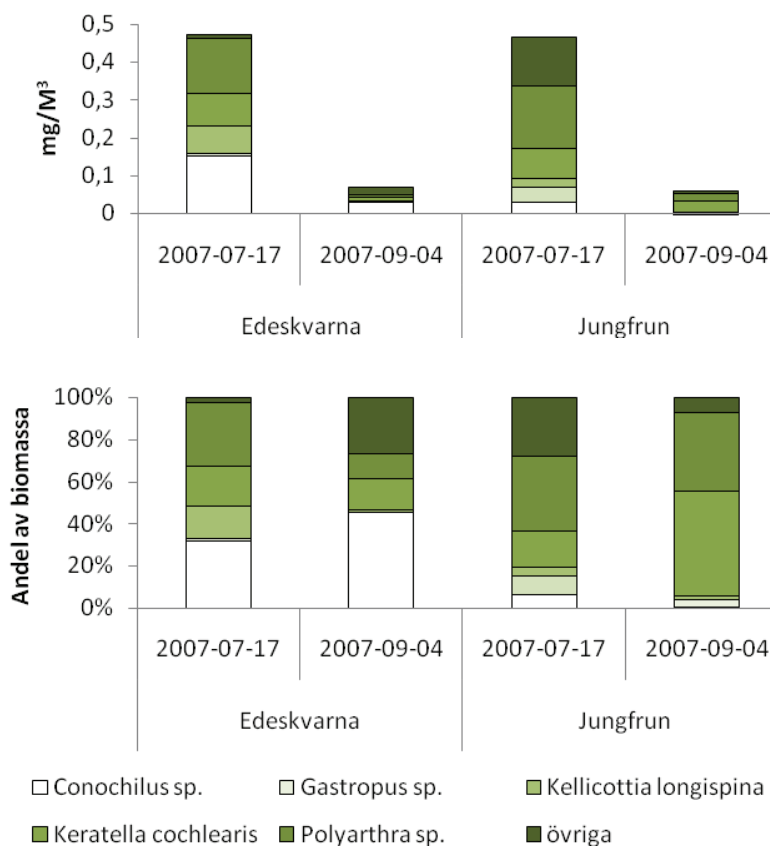


Figur 4. Biomassa för mesozooplankton för respektive station och provtagningsstillfälle. Övre diagrammet visar total biomassa med gruppindelning. Nedre diagrammet visar procentuell fördelning av biomassa mellan grupperna.

Hjuldjur

2007 års provtagningar uppvisade en stor nedgång av tätheten (n/M^3) vid båda stationerna och tillfällena. Även medelstorleken per individ var generellt låg pga. dominans av mindre arter (t.ex. *K. cochlearis*, *Conochilus spp.* & *Polyartha spp.*). Större, rovlevande arter som t.ex. *Asplancha priodonta* återfanns endast mycket sparsamt i proverna. Följaktligen var den totala biovolymen också mycket låg (fig. 2-3 & 5). Tätheten var speciellt låg under andra provtagningen och över hela tidserien har den aldrig tidigare varit så låg. Detta kan delvis förklaras av den höga tätheten copepoder som kan vara delvis predatoriska med hjuldjur som föda.

Signifikanta trender att notera är nedåtgående biovolym på station Jungfrun under andra provtagningen över 10 år (tabell 2).



Figur 5. Biomassa för hjuldjur för respektive station och provtagningstillfälle. Övre diagrammet visar total biomassa med gruppindelning. Nedre diagrammet visar procentuell fördelning av biomassa mellan taxa.

Vattentemperatur

Ytvattentemperaturen på station 1, Edeskvärna var vid provtagningarna i juli 16 °C och temperatursprångskiktet låg vid 12 m. I september var ytvattentemperaturen 14 °C och temperatursprångskiktet låg vid 22 m.

Vid provtagningarna på station 2, Jungfrun, under juli månad var ytvattentemperaturen 16 °C och temperatursprångskiktet låg på vattendjupet 24 m. I september var ytvattentemperaturen 14 °C och temperatursprångskiktet låg på 33 m.

Sammanfattande diskussion

Tyvärr så orsakade ett tekniskt problem bortfall av datapunkten vid Edeskvärna i juli. Problemet karaktär omöjliggjorde även att prover skulle kunna tas om. Denna datapunkt innehåller därför endast data från djur funna på 0 – 10m och dessa data är inte jämförbara med tidigare års

provtagningar. Lyckligtvis så drabbade detta enbart data för mesozooplankton (hinn- och hoppkräftor) och ej hjuldjur.

Under 2007 har den totala biovolymen djurplankton varit hög sett till de närmast föregående åren. Dock har tätheten av hjuldjur varit exceptionellt låg. Procentuell fördelning mellan de tre grupperna hjuldjur, hinnkräftor och hoppkräftor av den totala biomassan har även den varit likartad över säsongen och mellan stationerna. Den dominerande gruppen har varit hoppkräftor på båda stationerna som utgjort ungefär 75 % av den totala biovolymen. Resterande biovolym har till största del utgjorts av mindre arter av hinnkräftor.

Artsammansättningen på djurplanktonsamhället med höga tätheter av mindre arter och låga av större arter hinnkräftor tyder på predation från pelagiska fiskar. I Vättern har detta varit liktydligt med nors (*Osmorus eperlanus*) och siklöja (*Coregonus albula*) (se tidigare årsskrifter från Vätternvårdsförbundet). Hoppkräftor drabbas inte i lika stor utsträckning av predation då de är mer rörliga. Detta leder då till att de gynnas gentemot hinnkräftor. Detta visar sig genom att de utgör en större procentuell andel av biovolymen. Under 2007 tyder dock, den totalt sett högre, biovolymen på att predationstrycket inte varit lika högt som föregående år. Detta stämmer med de pulser av reproduktion av pelagisk fisk som observerats vartannat år.

Normalt så utförs den andra provtagningen på båda stationerna i slutet av augusti. De senaste två åren har dock provtagningarna utförts i början av september. I och med att djurplanktonsamhällets artsammansättning ser olika ut över säsongen kan de skillnader som observerats även till viss del bero på denna avvikelse. Det är därför viktigt att påpeka att man inte bör övertolka resultaten eftersom variationen över säsongen av djurplankton kan vara stor.

Referenser

- Institutionen för miljöanalys, SLU. 2008-10-01: Miljöövervakningsdata, sjöar och vattendrag; sötvatten <http://www.ma.slu.se/>
- Vätternvårdsförbundets årsskrift 2002: Djurplankton. Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 69. 42-45
- Vätternvårdsförbundets årsskrift 2003: De pelagiska bytesfiskbestånden i Vättern 2002. Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 79. 82-84.
- Vätternvårdsförbundets årsskrift 2003: Djurplankton. Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 79. 48-50.
- Vätternvårdsförbundets årsskrift 2004: De pelagiska bytesfiskbestånden i Vättern. Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 84. 87-89.
- Vätternvårdsförbundets årsskrift 2004: Djurplankton. Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 84. 47-50.

Vätternvårdsförbundets	årsskrift	2005:	Djurplankton.
Vätternvårdsförbundet,	Rapport nr 90.		32-40.
Vätternvårdsförbundets	årsskrift	2006:	Djurplankton.
Vätternvårdsförbundet,	Rapport nr 92.		43-51.

Bottendjur

Mats Uppman och Per-Ola Hoffsten. Pelagia Miljökonsult AB

Sammanfattning

Bottendjursbeståndet dominerades som tidigare år av vitmärlor och glattmaskar. Sett i ett längre perspektiv har vitmärlorna ökat och glattmaskarna minskat vid Omberg och Visingsö, om man ser till procentuell fördelning mellan djurgrupperna. Detta tyder på förbättrad vattenkvalitet.

BQI-index, som beräknats utifrån artsammansättningen av fjädermygglarver visar på god vattenkvalitet med avseende på organisk belastning för alla tre provtagningsstationerna.

Provtagnings- och analysmetoder

Årets provtagning utfördes den 4-5 september. Liksom de tre föregående åren togs vid varje provtagningsstillfälle 5 prover per station med van Veen-hämtare (total area 0,535 m²; 0,107 m²/hugg), jämfört med 10 prover per station med Ekman-huggare (total area 0,250 m²; 0,025 m²/hugg) fram till och med 2003.

Fokusart 2006

Ishavsgråsugga

Ishavsgråsugga. (vet.: *Saduria entomon*; syn.: skorv, skötskorv, skrubba, krävika, skrävika, spånakäring) är ett kräftdjur i gruppen gråsuggor som förekommer som ishavsrelikt, främst i Östersjön men även i ett fåtal djupa insjöar under högsta kustlinjen. Skorven antas ha invandrat från Norra Ishavet, där arten har sin huvudförekomst, i samband med inlandsisens avsmältning för 7000 år sedan.

Ishavsgråsuggan är ett bottendjur som kan leva på mycket stora djup. I Östersjön har den fångats på djup uppemot 300 meter! Djuret kan bli upp emot 8-9 cm långt och lever av andra bottendjur, främst vitmärlor, östersjömusslor, fjädermygglarver, mindre individer av den egna arten, samt as. Den äts själv av torsk och andra bottenfiskar.

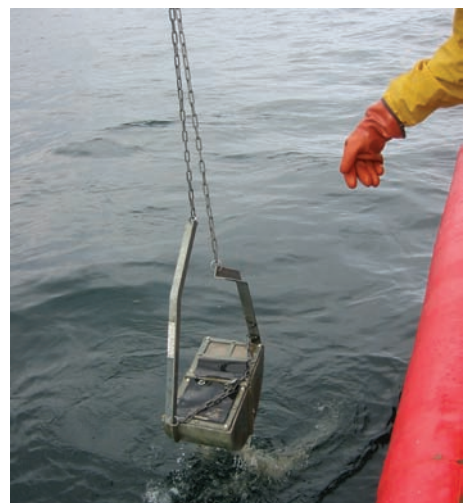
Eftersom skorven är känslig för låga syrgashalter brukar den användas vid miljöövervakningen av Östersjön.



Ishavsgråsugga (*Saduria entomon*)

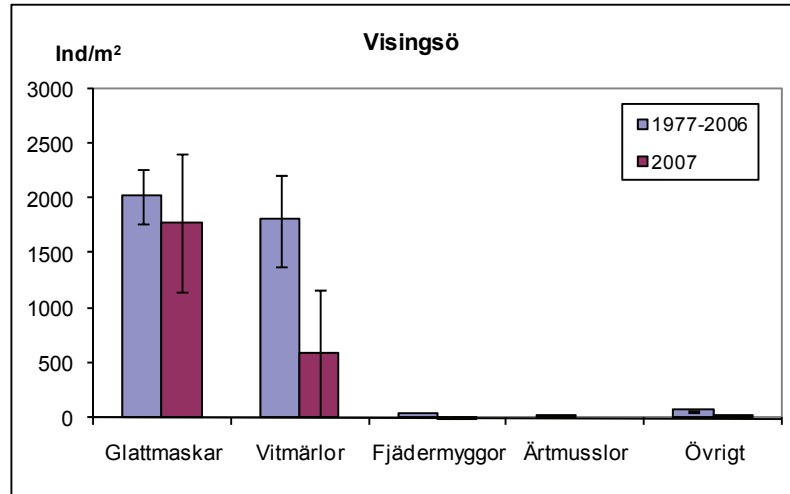
Resultat

2007 års provtagning resulterade i ett antal fångade glacialrelikter förutom vitmärsla: Märkräftan *Pallasea quadrosinosa* påträffades vid Omberg och St. Aspön. Skorv, *Saduria entomon*, återfanns liksom föregående år endast vid St. Aspön, Märkräftan *Relictacanthus lacustris*, som föregående år påträffades vid Visingsö, återfanns med ett exemplar vid Omberg. Pungräkan *Mysis relicta*, som föregående år påträffades på samtliga stationer, saknades helt detta år.

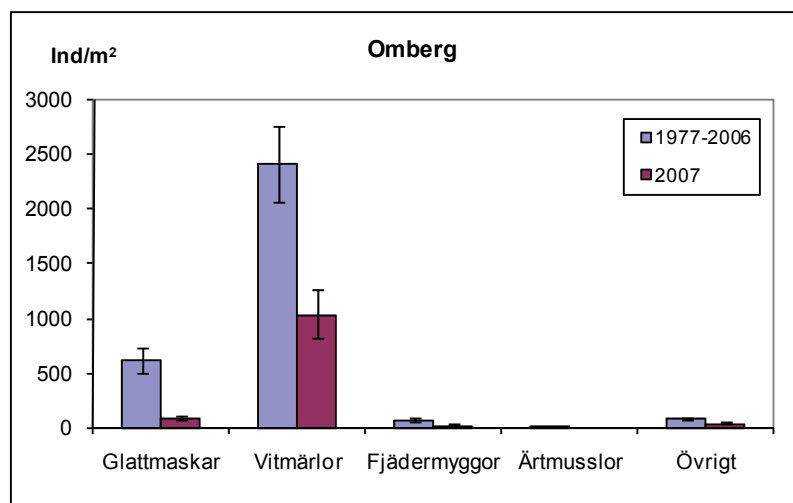


Stora djup och tunga lyft kräver vinsch (tv). Vinschen har snart slutfört sitt jobb(th).

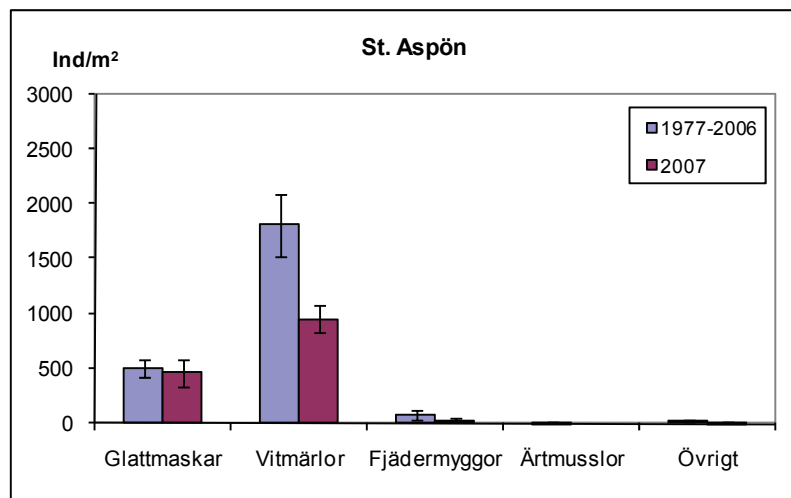
Bottenfaunans sammansättning 2007 visar god överensstämmelse med tidigare år, vitmärla och glattmaskar dominerar på samtliga stationer (Figur 1-3).



Figur 1. Individtäthet för de vanligaste profundaltaxa vid Visingsö 2007 jämfört med perioden 1977 – 2006. Medelvärden och 95-procentiga konfidensintervall.



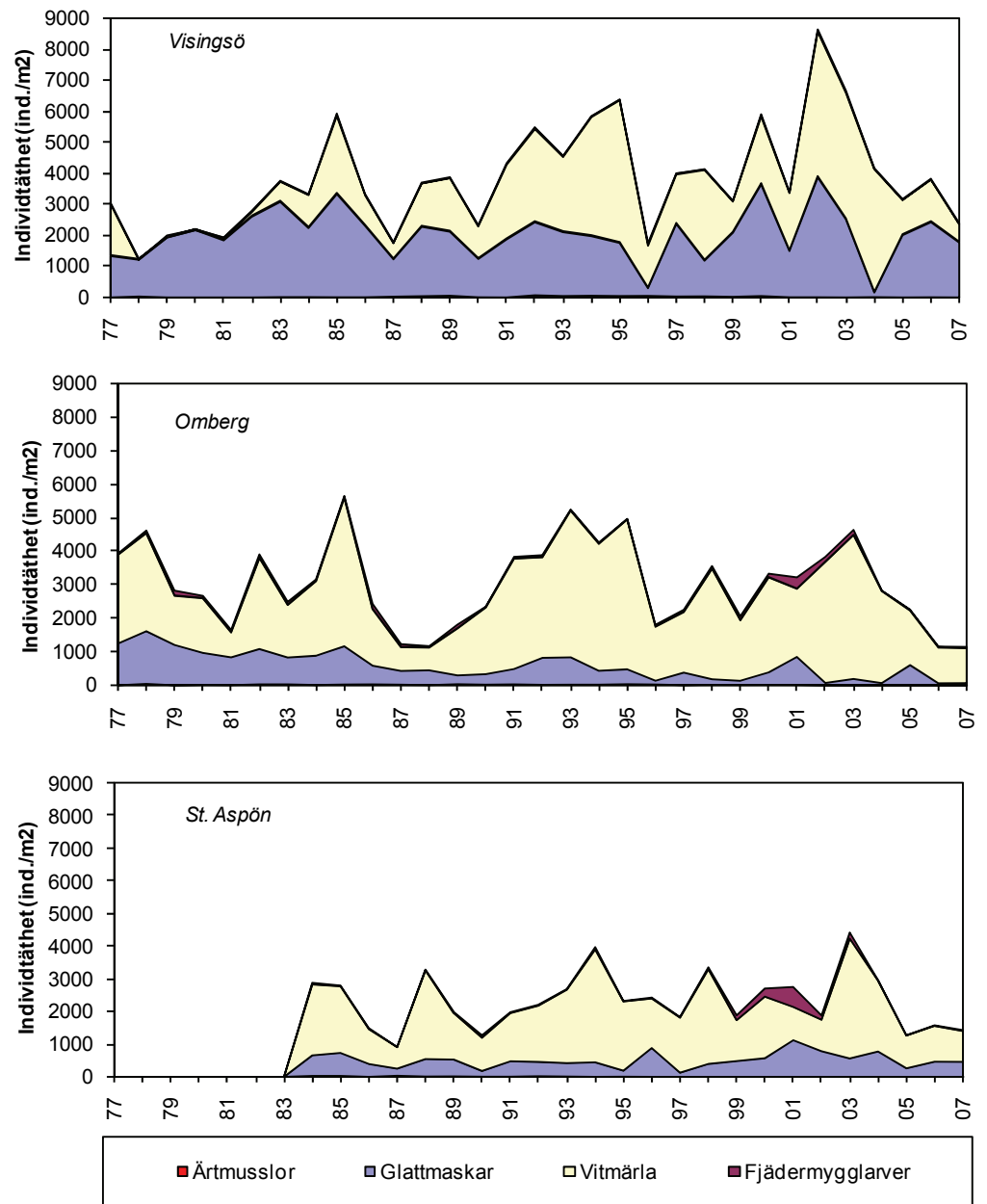
Figur 2. Individtäthet för de vanligaste profundaltaxa vid Omberg 2007 jämfört med perioden 1977 – 2006. Medelvärden och 95-procentiga konfidensintervall.



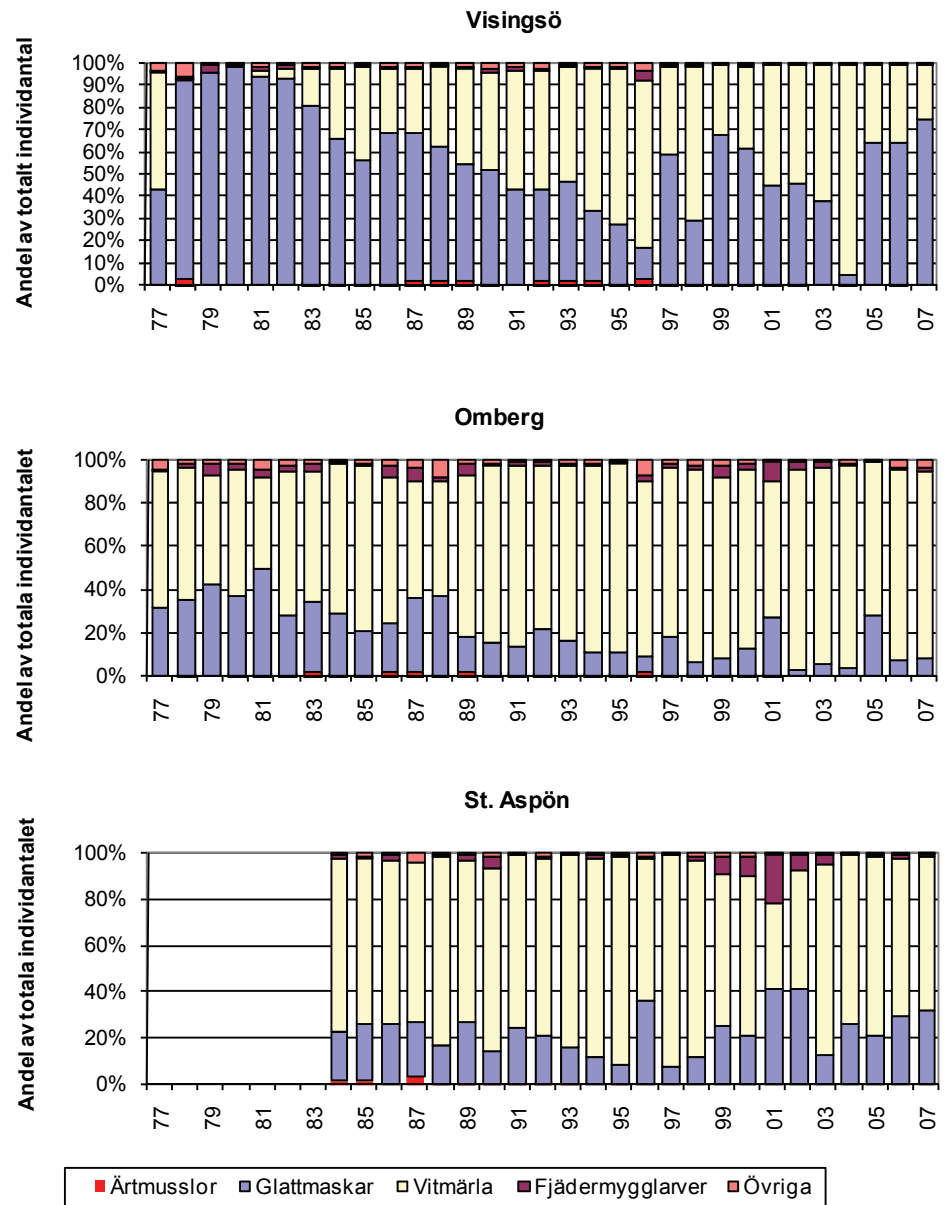
Figur 3. Individtäthet under augustiprovtagningar för de vanligaste profundaltaxa vid t. Aspön 2007 jämfört med perioden 1977 – 2006. Medelvärden och 95-procentiga konfidensintervall.

I jämförelse med närmast föregående år har endast små förändringar i tätheterna av vitmärlor och glattmaskar skett på de tre provtagningslokalerna (Figur 4 och 5).

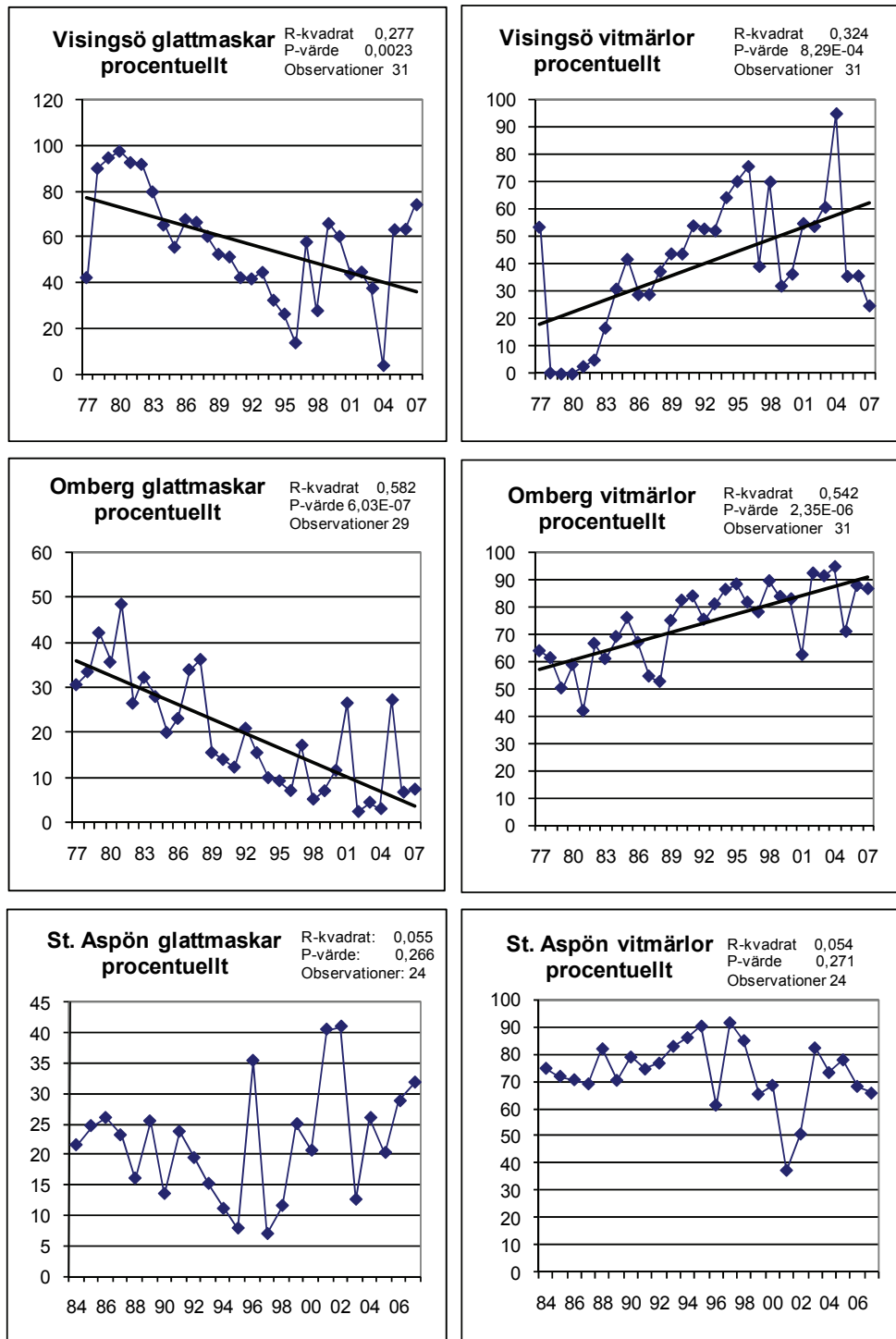
Sett i ett längre perspektiv har vitmärlorna ökat och glattmaskarna minskat vid Omberg och Visingsö, om man ser till procentuell fördelning mellan djurgrupperna (Figur 6). Detta tyder på förbättrad vattenkvalitet. St Aspön uppvisar inte någon trend i någondera riktningen. Om man å andra sidan ser till abundans (Figur 7) är de enda tydliga trenderna att glattmaskarna har minskat vid Omberg och att vitmärlorna har ökat vid Visingsö.



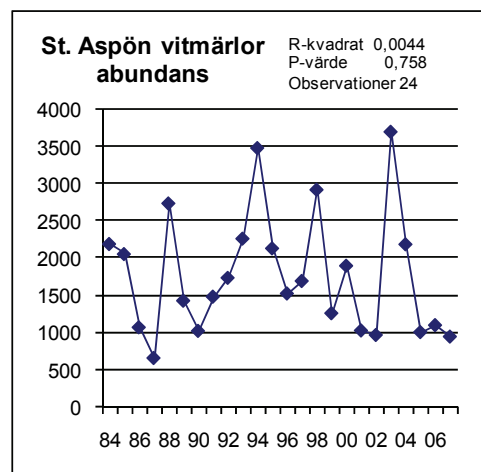
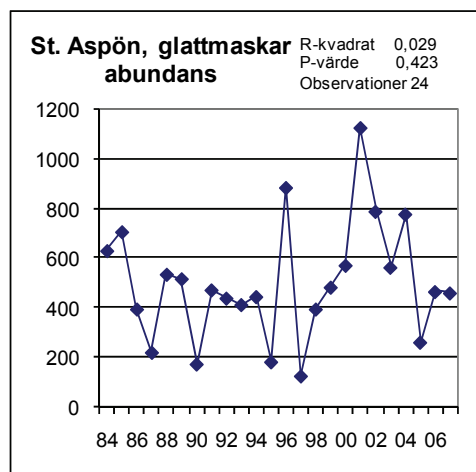
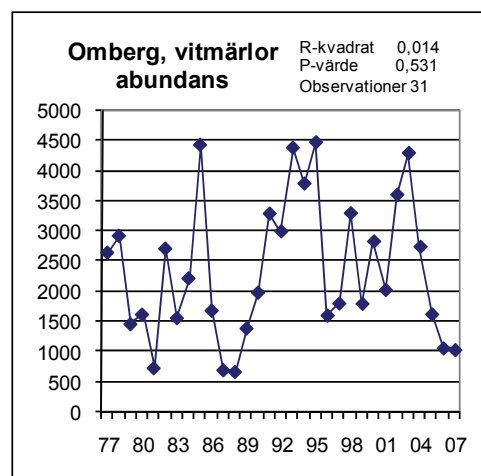
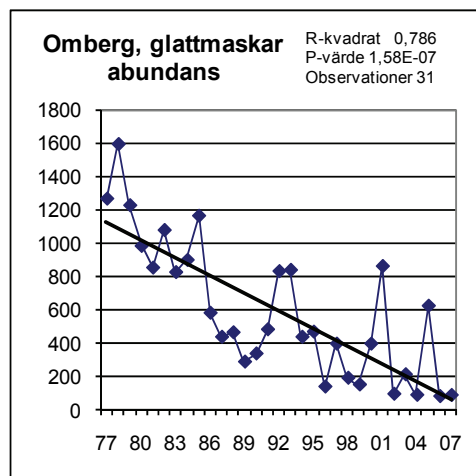
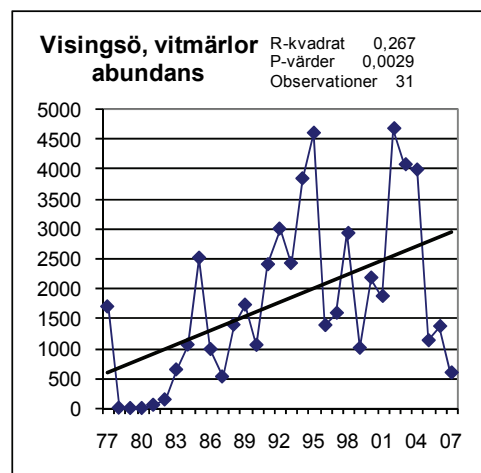
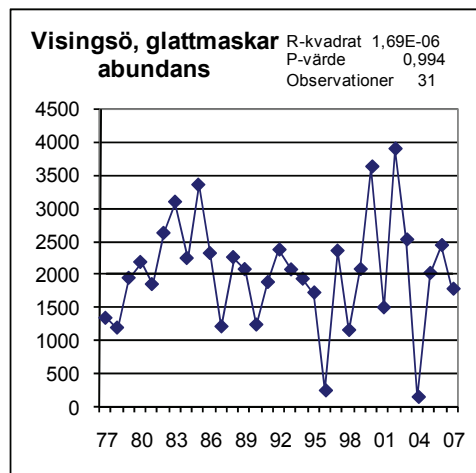
Figur 4. Individtäthet (ind./m²) för de fyra vanligaste bottenfaunagrupperna vid augusti-provtagningar 1977- 2007 vid tre stationer i Vättern. Inga provtagningar ut-fördes vid St. Aspön 1977- 1983.



Figur 5. De viktigaste bottenfaunagruppernas procentuella andel av det totala antalet individer i augusti/september 1977-2007.

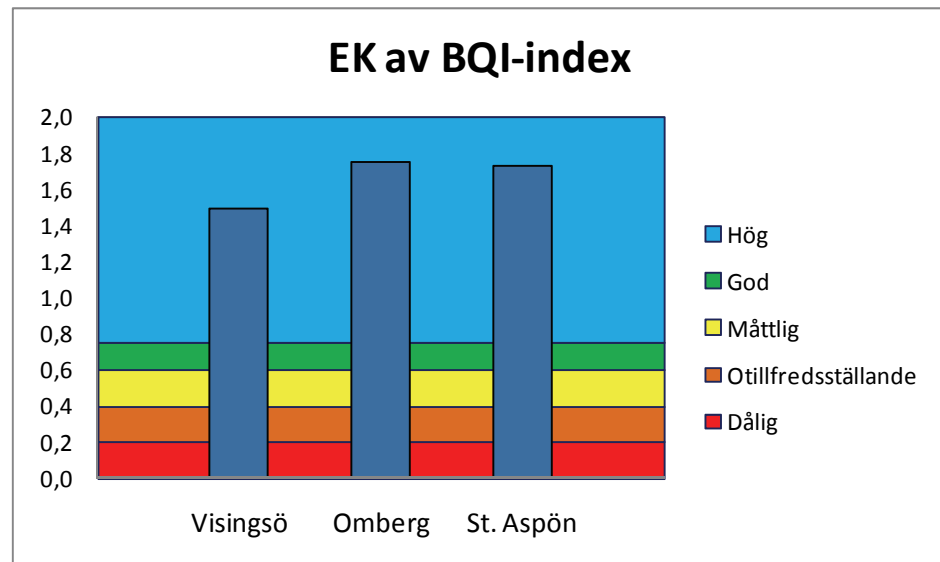


Figur 6. Mängden glattmaskar och vitmärlor som procent av totala antalet djur vid augustiprovtagningar 1977- 2007 vid tre stationer i Vättern. Inga provtagningar utfördes vid St. Aspön 1977- 1983.



Figur 7. Abundansen av glattmaskar och vitmärlor vid augusti-provtagningar 1977- 2007 vid tre stationer i Vättern. Inga provtagningar utfördes vid St. Aspön 1977- 1983.

Utifrån artsammansättningen av infångade fjädermygglarver har BQI-index enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder beräknats för de tre stationerna. Detta index bygger på olika arters tolerans mot låga syrgashalter och beskriver vattenkvaliteten med avseende på organisk belastning. Med hjälp av ett referensvärde för den aktuella regionen har en Ekologisk Kvalitetskvot (EK) beräknats med vilken stationerna klassas efter vattenkvaliteten. Samtliga stationer klassas till *hög kvalitetskvot* (Figur 8).



Figur 8. Ekologisk kvalitetskvot (EK) av BQI-index för de tre stationerna. Färgfälten anger de olika kvalitetsklasserna enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Referenser

Leonardsson, K. & Sparrevik, E. 1995. Metoder för insamling och övervakning av glaciala kräftdjur. I: Vätternvårdsförbundet, Rapport 36. s. 157-171.

Naturvårdsverkets författningssamling. NFS 2008:1

Vattenkemi i Vätterns till- och utflöden

Björn Rydvall, Pelagia Miljökonsult AB

Sammanfattning

Halterna av närsalterna fosfor och kväve uppvisar olika mönster över tiden i Vätterns tillflöden. Fosforhalterna minskar generellt medan kvävehalterna i sin tur generellt sett är oförändrade. Fosforhalterna i tillflödena varierar från låga till mycket höga medan kvävehalterna generellt bedöms som höga. De alla högsta årsmedelhalterna av fosfor och kväve under 2007 uppmättes i Ålebäcken. Halterna av TOC i vattendragen år 2007 klassificeras allmänt som måttligt höga till höga.

I undersökningen år 2007 lades parametern ammonium till. Ammoniumhalterna i vattendragen är generellt sett oförändrade eller minskande över tiden. Högst ammoniumvärde uppmättes i Munksjöns utlopp. Undersökningen omfattade även parametrarna kisel, pH, alkalinitet och vattenfärg. Bortsett från kisel, som generellt sett är oförändrad över tiden, så har dessa parametrar generellt ökat. Vattendragen i Vätterns tillflöden karakteriseras av höga pH-värden, mycket god buffertkapacitet och ett relativt starkt färgat vatten.

Inledning

Pelagia Miljökonsult AB tillsammans med Lantmännen AnalyCen AB utför på uppdrag av Vätternvårdsförbundet vattenkemiska undersökningar i Vätterns tillflöden och utlopp. Undersökningen är del i det miljöövervakningsprogram som påbörjades 1966 och som, med vissa tillägg, löpt kontinuerligt under de fyra decennier som förflutit sedan dess.

Metod

Vattenkemidata från 16 vattendrag (Tabell 1) som mynnar i Vättern sammanställdes och analyserades för 2007 samt för en tidsperiod före, de alla flesta data sträcker sig tillbaka till 1970 då mätningarna började utföras kontinuerligt. De parametrar som studerades var liksom ifjol fosfor, kisel, kväve pH, alkalinitet, vattenfärg och organiskt kol. I år studerades dessutom ammonium.

Regressionsanalyser på trendutveckling över åren genomfördes på alla dessa parametrar. Regressionsanalyser genomfördes på mätvärdena så att eventuella trender över åren kunde säkerställas statistiskt. Parametervärden för de olika vattendragen erhöles från Länsstyrelsen i Jönköping och Institutionen för Miljöanalys, SLU, Uppsala.

Tabell 1. Vattendrag som inkluderades i denna rapport med koordinater, mätperioder samt länsstillhörighet eller övrig anmärkning.

Vattendrag	Koordinater (X;Y)	Mätperiod	Anmärkning
Domneån	641827, 139990	1967-2007	Jönköpings län
Forsviksån	649556, 142025	1967-2007	V. Götalands län
Gagnån	643185, 140068	1967-2007	Jönköpings län
Hammarsundet	652265, 145085	1996-2007	Örebro län
Hjoån	646536, 141117	1967-1981 1986-2007	V. Götalands län
Huskvarnaån	640881, 140842	1987-2007	Jönköpings län
Hökesån	642246, 139745	1968-2007	Jönköpings län
Knipån	642538, 139877	1986-2007	Jönköpings län
Lillån	641732, 140096	1986-2007	Jönköpings län
Mjölnaån	647909, 144480	1967-2007	Östergötlands län
Motala ström	649032, 145563	1967-2007	Östergötlands län
Munksjöns utl.	640750, 140260	1996-2007	Jönköpings län
Orrnäsån	645620, 143104	1967-2007	Östergötlands län
Röttelån	643092, 141875	1967-2007	Jönköpings län
Svedån	643455, 140114	1967-2007	Jönköpings län
Ålebäcken	646330, 143218	2000-2007	Östergötlands län

Tabell 2. Resultat från regressionsanalyser (tidsutveckling) för totalfosfor och totalkväve i vattendrag runt Vättern. Signifikanta trender har markerats enligt: $p < 0,001$: ●●●, $p < 0,01$: ●●, $p < 0,05$: ●. Trendens riktning har markerats med pil. "NS" indikerar att inga signifikanta trender observerats. Årtalen inom parentes anger undersökt period.

Vattendrag	Fosfor	Kväve (hela perioden)	Kväve (1987-2007)
Domneån (1970-2007)	NS	NS	NS
Forsviksån (1970-2007)	●●▼	NS	NS
Gagnån (1986-2007)	NS	NS	-
Hammarsundet (1996-2007)	NS	●●▼	-
Hjoån (1970-2007)	NS	●●▼	NS
Huskvarnaån (1986-2007)	●▼	NS	-
Hökesån (1970-2007)	●●●▼	NS	NS
Knipån (1986-2007)	●●●▼	NS	-
Lillån* (1977-2007)	●●▼	●●●▲	NS
Mjölnaån (1970-2007)	●▲	NS	NS
Motala ström (1971-2007)	●●●▼	NS	NS
Munksjöns utl. 1996-2007)	NS	NS	-
Orrnäsån (1970-2007)	NS	●▼	●▼
Röttelån (1970-2007)	●●●▼	NS	NS
Svedån (1970-2007)	●●●▼	NS	NS
Ålebäcken (2000-2007)	●●▼	●▲	-

Fosfor och kväve

I 10 av de 16 vattendragen uppvisar fosforhalterna signifikant minskande trender över åren (Tabell 2). Endast i ett vattendrag (Mjölnaån) är halterna signifikant ökande över tiden.

Klassificering av totalfosforhalter görs utifrån arealspecifika förluster och inte av aktuella uppmätta halter (se istället avsnitt om Areal specifika förluster). Det som ändå kan sägas om halterna i de sexton vattendragen år 2007 är att de varierar kraftigt. För utförligare uppgifter se avsnitt Transporter och Areal specifika förluster.

Totalkväve i vattendragen började mätas först 1987 och värden från åren före detta grundas på parametern Kjeldahlkväve. Av denna anledning utfördes två olika regressioner, dels en på perioden 1970 – 2007 där värden före 1987 representerades av kjeldahlkväve och en regresssion som sträckte sig tillbaka till 1987 och endast grundas på totalkvävehalter. För helat den undersökta tidsperioden (1970-2007) uppvisar kvävehalterna ökande halter i Lillån och Ålebäcken (Tabell 2). Den motsatta utvecklingen observerades i Hammarsundet, Hjoån och Orrnäsån. Endast Orrnäsån visade på en signifikant förändring (minskning) för perioden 1987-2007.

Klassificering av totalkvävehalter görs, liksom för fosfor, utifrån arealspecifika förluster och inte av aktuella uppmätta halter (se istället avsnitt om Areal specifika förluster).

Ammonium

Ammonium bildas naturligt vid nedbrytning av kväverika organiska föreningar. Ammonium ingår även i de flesta kvävegödselmedel och tillförs därmed vattendragen via avrinning från åkermark.

Generellt sett är ammoniumhalten oförändrad eller minskande hos de studerade vattendragen. Endast Mjölnån uppvisade en stigande trend. Klart högst årsmedelvärde uppmättes i Munksjöns utlopp, där ammoniumhalten på 0,777 mg/liter överstiger Livsmedelsverkets rekommendation för tjänligt dricksvatten då värden över 0,50 mg/liter kan indikera avloppspåverkan.

Tabell 3. Resultat från regressionsanalyser (tidsutveckling) för Ammonium (NH₄) på vattendrag runt Vättern. Signifikanta trender har markerats enligt: p<0,001: ●●●, p<0,01: ●●, p<0,05: ●. Trendens riktning har markerats med pil. "NS" indikerar att inga signifikanta trender observerats.

vattendrag	Medelhalt 2007 (µg/l)	Trend
Domneån (1970-2007)	46	●● ▼
Forsviksån (1970-2007)	39	NS
Gagnån (1986-2007)	61	●●● ▲
Hammarsundet (1996-2007)	28	NS
Hjoån (1970-2007)	42	●●● ▼
Huskvarnaån (1986-2007)	151	NS
Hökesån (1970 –2007)	39	NS
Knipån (1986-2007)	36	NS
Lillån (1977-2007)	Data saknas	-
Mjölnån (1970-2007)	101	● ▲
Motala ström (1971-2007)	16	●● ▼
Munksjöns utl. 1996-2007)	777	NS
Orrnäsån (1970-2007)	37	● ▼
Röttleån (1970-2007)	28	●●● ▼
Svedån (1970-2007)	12	●●● ▼
Ålebäcken (2000-2007)	115	NS

Organiskt kol (TOC)

Parametern organiskt kol infördes i Vätterns kontrollprogram 1996. Värden äldre än 1996 har beräknats med utgångspunkt från värden för permanganatförbrukning som analyserats under en betydligt längre tid. Det finns inget egentligt matematiskt samband mellan permanganatförbrukning och TOC, varför denna estimering antas tillföra ett ökat mått av osäkerhet i skattningen av TOC för åren före 1996. Av denna anledning utfördes regressionsanalyser för två olika perioder, dels en mätperiod med beräknade KMNO_4 värden och uppmätta TOC-halter samt en för perioden 1996 – 2007 med enbart uppmätta TOC-halter. Ökande trender för halterna av organiskt kol mellan år 1970-2007 observerades i Forsviksån, Hjoån, Huskvarnaån, Hökesån, Knipån, Lillån, Mjölnaån, Orrnäsån och Röttleån (Tabell 4). Inga signifikanta förändringar av TOC halter finns i materialet mellan åren 1996-2007.

För år 2007 var halterna av TOC i vattendragen generellt måttligt höga till höga (Tabell 4). I Domneån, Hökesån, Orrnäsån och Ålebäcken var halterna mycket höga vilket innebär medelhalter över 16 mg/l. I Motala ström var halterna mycket låga vilket innebär medelhalter under 4 mg/l.

Tabell 4. Resultat från regressionsanalyser (tidsutveckling) och tillståndsklass (Naturvårdsverket 1999) för TOC i vattendrag runt Vättern. Signifikanta trender har markerats enligt: $p < 0,001$: ●●●, $p < 0,01$: ●●, $p < 0,05$: ●. Trendens riktning har markerats med pil. "NS" indikerar att inga signifikanta trender observerats. Årtalen inom parentes anger undersökt period.

Vattendrag	TOC (Hela perioden)	TOC (1996-2007)	Tillståndsklass 2007 Klassificering
Domneån (1970-2007)	NS	NS	Mycket höga halter
Forsviksån (1970-2007)	●●● ▲	NS	Måttligt höga halter
Gagnån (1986-2007)	NS	NS	Höga halter
Hammarsundet (1996-2007)	NS	-	Låga halter
Hjoån (1970-2007)	●●● ▲	NS	Höga halter
Huskvarnaån (1986-2007)	●●● ▲	NS	Höga halter
Hökesån (1970 –2007)	● ▲	NS	Mycket höga halter
Knipån (1986-2007)	● ▲	NS	Höga halter
Lillån (1977-2007)	● ▲	NS	Måttligt höga halter
Mjölnaån (1970-2007)	●●● ▲	NS	Höga halter
Motala ström (1971-2007)	NS	NS	Mycket låga halter
Munksjöns utl. 1996-2007)	NS	-	Måttligt höga halter
Orrnäsån (1970-2007)	●●● ▲	NS	Mycket höga halter
Röttleån (1970-2007)	●●● ▲	NS	Måttligt höga halter
Svedån (1970-2007)	NS	NS	Måttligt höga halter
Ålebäcken (2000-2007)	NS	-	Mycket höga halter

Kisel

Kisel har en central roll i de akvatiska systemen då ämnet används av kiselalger för dess strukturella uppbyggnad. Kiselalger är ett viktigt födoslag för djurplankton, vilka i sin tur är en viktig födokälla för fisk.

I Vätterns kontrollprogram motsvarar parametern kisel den totala mängden kisel i vattnet. I detta värde inkluderas alltså kisel som är bundet av kiselalger samt biologiskt obundet kisel, även kallat löst kisel.

Koncentrationerna av kisel i Vättern och dess tillflöden har under en längre tid varit låga. Halterna av kisel fortsätter, liksom ifjol, att vara signifikant minskande i Motala ström och Svedån (Tabell 5). Medelhalterna i vattendragen varierar kraftigt mellan olika vattendrag, från 0,29 µg/l i Motala ström till 5,3 µg/l i Lillån. Kiselhalterna i tillflödena år 2007 låg generellt set något högre än året innan.

Tabell 5. Resultat från regressionsanalyser (tidsutveckling) för kisel i vattendrag runt Vättern. I Tabellen anges förutom trender även aktuella medelhalter för 2007. Signifikanta trender har markerats enligt: p<0,001: ●●●, p<0,01: ●●, p<0,05: ●. Trendens riktning har markerats med pil. "NS" indikerar att inga signifikanta trender observerats.

Vattendrag	Medelhalt 2007 (µg/l)	Trend
Domneån (1970-2007)	4,4	NS
Forsviksån (1970-2007)	1,3	NS
Gagnån (1986-2007)	4,3	NS
Hammarsundet (1996-2007)	1,3	NS
Hjoån (1970-2007)	3,0	NS
Huskvarnaån (1986-2007)	2,8	NS
Hökesån (1970 –2007)	4,9	NS
Knipån (1986-2007)	3,3	NS
Lillån (1977-2007)	5,3	● ▲
Mjölnaån (1970-2007)	2,6	NS
Motala ström (1971-2007)	0,3	●●● ▼
Munksjöns utl. 1996-2007)	2,6	NS
Orrnäsån (1970-2007)	2,9	NS
Röttleån (1970-2007)	3,4	NS
Svedån (1970-2007)	4,7	● ▼
Ålebäcken (2000-2007)	3,7	NS

pH och alkalinitet

Vattnets surhet är av stor betydelse för vattenlevande organismer. Surheten påverkar balansen mellan organismens inre miljö och omgivningen. Surheten är också av stor betydelse för vattenkemin i stort då den bland annat reglerar i vilken kemisk form exempelvis metaller uppträder.

I samtliga vattendrag runt Vättern är pH-värden och buffertkapacitet mycket tillfredsställande. Samtliga årsmedianvärden för pH för 2007 hamnar i tillståndsklass 1 dvs. nära neutrala pH-värden. Buffertkapaciteten hamnar i tillståndsklass 1, dvs mycket god buffertkapacitet för 12 av vattendragen. Forsviksån, Gagnån, Knipån och Svedån hamnar i tillståndsklass 2, god buffertkapacitet.

Både pH-värden och alkalinitet har ökat generellt över tiden (Tabell 6). pH-värdet och alkaliniteten har ökat i tretton respektive sex av de sexton vattendragen. Det finns inget i data i materialet som indikerar att låga pH-värden eller låg buffertkapacitet skulle drabba vattendragen i området.

Tabell 6. Resultat från regressionsanalyser (tidsutveckling) för pH och Alkalinitet. Tillståndsklass enligt Naturvårdsverket (1999). Signifikanta trender har markerats enligt: $p < 0,001$: ●●●, $p < 0,01$: ●●, $p < 0,05$: ●. Trendens riktning har markerats med pil. ”NS” indikerar att inga trender observerats.

Lokal	pH		Alkalinitet	
	Tend	Tillståndsklass 2007 Klassificering	Trend	Tillståndsklass 2007 Klassificering
Domneån	NS	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet
Forsviksån	●●● ▲	Nära neutral	●●● ▲	God buffertkapacitet
Gagnån	●● ▲	Nära neutral	●● ▲	God buffertkapacitet
Hammarsundet	● ▲	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet
Hjoån	●●● ▲	Nära neutral	●● ▲	Mycket god buffertkapacitet
Huskvarnaån	●●● ▲	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet
Hökesån	● ▲	Nära neutral	●● ▲	Mycket god buffertkapacitet
Knipån	●●● ▲	Nära neutral	NS	God buffertkapacitet
Lillån	●●● ▲	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet
Mjölnaån	●● ▲	Nära neutral	●●● ▲	Mycket god buffertkapacitet
Motala ström	NS	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet
Munksjöns utl.	●●● ▲	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet
Orrnäsån	●●● ▲	Nära neutral	●●● ▲	Mycket god buffertkapacitet
Röttleån	●●● ▲	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet
Svedån	NS	Nära neutral	NS	God buffertkapacitet
Ålebäcken	● ▲	Nära neutral	NS	Mycket god buffertkapacitet

Vattenfärg

Ljusförhållandena i vattnet påverkar livsbetingelserna för organismerna som lever i vattnet. Vatten från myrar och mossar ger vanligtvis ett vatten med hög humushalt och därmed höga färgtal. Genom olika processer i vattnet sker en viss avfärgning av vattnet efter en tid. Av denna anledning har sjöar med lång uppehållstid betydligt lägre färgtal än vad som är fallet i de tillrinnande vattendragen.

Vattenfärgen i de aktuella vattendragen har ökat generellt över tiden. Totalt uppvisar tio av de sexton vattendragen signifikanta ökningar av vattenfärgen (Tabell 7). Endast i Motala ström har vattenfärgen minskat över tiden.

Aktuella halter under år 2007 klassificeras allt från obetydligt färgat vatten (Motala ström) till starkt färgat vatten (Domneån, Gagnån, Hjoån, Huskvarnaån, Hökesån, Kniån, Munksjöns utlopp, Orrnäsån och Svedån). Antalet vattendrag som klassats som starkt färgade har ökat från fjolårets undersökning. Att vattnet är obetydligt färgat i Motala ström förklaras helt naturligt av att vattnet som kommer från Vättern, med sin extremt långa uppehållstid, avfärgats genom olika kemiska och biologiska processer.

Tabell 7. Resultat från regressionsanalyser (tidsutveckling) för (absorbans) på vattendrag runt Vättern. Signifikanta trender har markerats enligt: $p < 0,001$: ●●●, $p < 0,01$: ●●, $p < 0,05$: ●. Trendens riktning har markerats med pil. "NS" indikerar att inga signifikanta trender observerats. Tillståndsklass enligt Naturvårdsverket (1999).

vattendrag	Trend	Tillståndsklass 2007 Klassificering
Domneån (1970-2007)	●●● ▲	Starkt färgat vatten
Forsviksån (1970-2007)	●●● ▲	Måttligt färgat vatten
Gagnån (1986-2007)	● ▲	Starkt färgat vatten
Hammarsundet (1996-2007)	NS	Måttligt färgat vatten
Hjoån (1970-2007)	●●● ▲	Starkt färgat vatten
Huskvarnaån (1986-2007)	●● ▲	Starkt färgat vatten
Hökesån (1970 –2007)	●●● ▲	Starkt färgat vatten
Knipån (1986-2007)	●●● ▲	Starkt färgat vatten
Lillån* (1977-2007)	NS	Betydligt färgat vatten
Mjölinaån (1970-2007)	NS	Måttligt färgat vatten
Motala ström (1971-2007)	●● ▼	Obetydligt färgat vatten
Munksjöns utl. 1996-2007)	NS	Starkt färgat vatten
Orrnäsån (1970-2007)	●●●▲	Starkt färgat vatten
Röttleån (1970-2007)	●●● ▲	Betydligt färgat vatten
Svedån (1970-2007)	●●● ▲	Starkt färgat vatten
Ålebäcken (2000-2007)	NS	Betydligt färgat vatten

* Färgtal (mgPt/l)

Årstransport och arealspecifika förluster

Kenneth Karlsson, Pelagia Miljökonsult AB

Sammanfattning

Sedan fjolåret har den totala transporten av kväve minskat med ca 25 ton medan fosfortransporten ökat med ett ton. Vid årets undersökning har Mjölnaån och Huskvarnaån bytt plats vad gäller den högsta årstransporten av både fosfor och kväve. Transporten av både kväve och fosfor har nära nog fördubblats i Mjölnaån medan de nästan halverats i Huskvarnaån. Transporten av totalt organiskt kol (TOC) under 2007 var liksom vid fjolårets undersökning högst i Huskvarnaån och lägst i Lillån. Huskvarnaåns transport av TOC ligger i nivå med fjolåret medan transporten mer än fördubblats i Mjölnaån till 2400 ton i år. Transporten av TOC samvarierar till större del med flödet än vad näringsämnena (kväve och fosfor) gör men markanvändningen inverkar även stort.

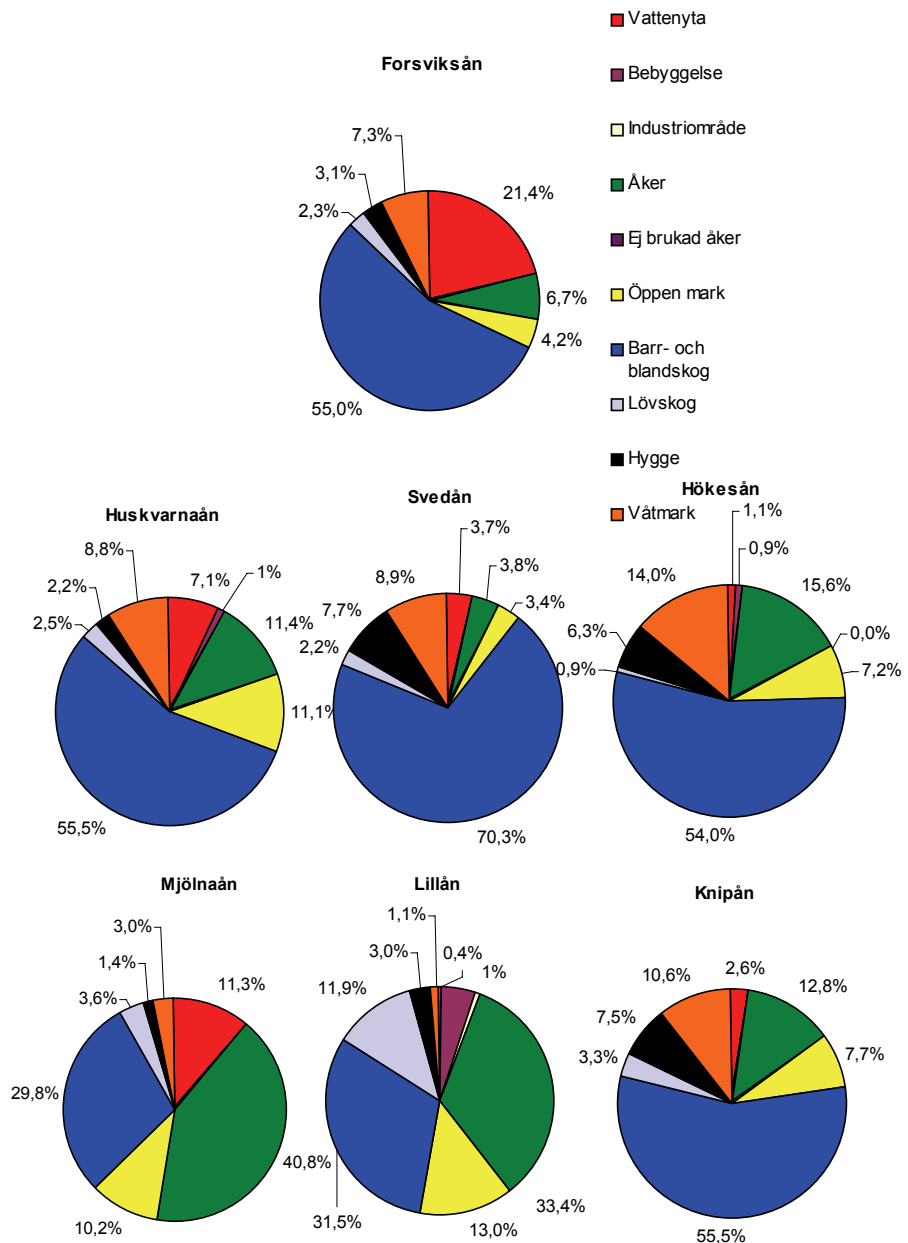
De högsta arealspecifika förlusterna av både fosfor och kväve ("höga") uppmättes även detta år i Lillån. De höga förlusterna förklaras av omgivande jordbruksmark samt närheten till uppströms liggande Bankeryds avloppsreningsverk.

Förlusten av TOC var, även år 2007, högst i Hökesån vilket kan förklaras med att Hökesån har den största andelen myrmark, relativt hög andel hyggesmark, hög andel barr/blandskog samt låg sjöandel. I årets undersökning uppvisade Forsviksån den lägsta arealspecifika förlusten av TOC av samtliga vattendrag.

Metod

Årstransport beräknades för åtta vattendrag och arealspecifik förlust av fosfor, kväve och TOC för sju vattendrag. Eftersom det endast fanns månadsvärden på koncentrationer och veckovärden på vattenföringen (utom Svedån som hade dagsvärden och Huskvarnaån som hade månadsvärden) integrerades värden för resterande dagar under 2007 – både för vattenkemi och vattenföring. Detta var nödvändigt för att kunna beräkna årstransport. För att illustrera hur mycket fosfor och kväve varje vattendrag bidrog med till Vättern under 2007 presenteras årstransporten och den arealspecifika förlusten för vattendragen i fallande skala i figurerna. Den totala årstransporten i ton kunde beräknas genom att både koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) av fosfor och kväve och vattenföringen (m^3/s) var känd. Data erhöles från Länsstyrelsen i Jönköping (www.f.lst.se) och från institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala (www.ma.slu.se). Den

arealspecifika förlusten (kg/ha år) beräknades genom att dividera årstransport med ytan för respektive avrinningsområde. För stationen Hammarsundet beräknades inga arealspecifika förluster eftersom uppgifter om avrinningsområdets storlek saknas. De erhållna värdena på arealspecifik förlust och information om de dominerande marktyperna i respektive avrinningsområde (Figur 1) kan jämföras med Naturvårdsverkets klassindelning på normalt läckage för olika marktyper (Tabell 1).



Figur 1. Procentuell fördelning av marktyper för sju av Vätterns tillflöden. Data för marktyper i Hammarsundets avrinningsområde saknas.

Tabell 1. Klassificering av vattendrags tillstånd med avseende på arealspecifika förluster av fosfor och kväve (Naturvårdsverket 2000).

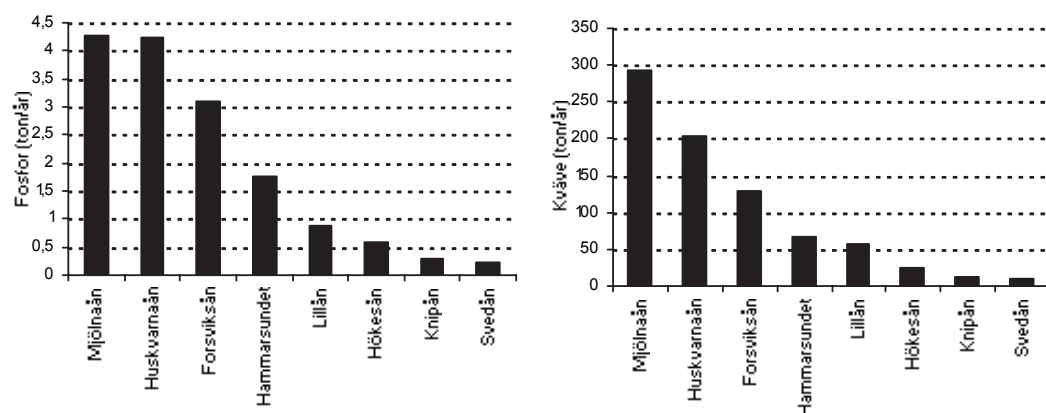
Klass	Benämning	Förlust (kg/ha år)	Normalt läckage - olika marktyper
Fosfor			
1	Mycket låga	< 0,04	Opåverkad skogsmark
2	Låga	0,04 – 0,08	Vanlig skogsmark
3	Måttligt höga	0,08 – 0,12	Hyggen, myr-/torvmark, mindre erosionsbenägen åkermark
4	Höga	0,12 – 0,16	Åkermark i öppet bruk
5	Mycket höga	> 0,16	Erosionsbenägen åkermark
Kväve			
1	Mycket låga	< 1,0	Fjällhed, fattiga skogsmarker
2	Låga	1,0 - 2,0	Icke kvävemättad skogsmark
3	Måttligt höga	2,0 - 4,0	Opåverkad myrmark, påverkad skogsmark, ogrödslad vall
4	Höga	4,0 – 16,0	Åkermark i slättbygd
5	Mycket höga	> 16,0	Odlade sandjordar, ofta med djurhållning

Resultat

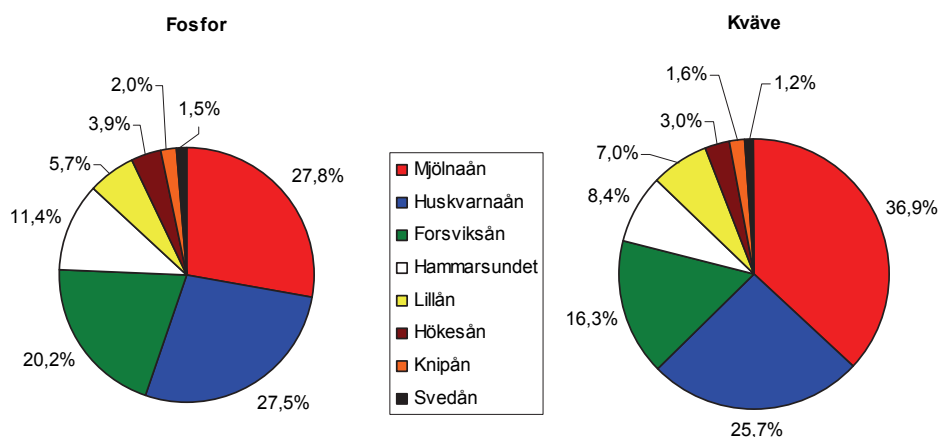
Transport

Vid årets undersökning har Mjölnaån och Huskvarnaån bytt plats vad gäller den högsta årstransporten av både fosfor och kväve (Figur 2). Transporten av både kväve och fosfor har nära nog fördubblats i Mjölnaån. Fosfortransporten har ökat från 2,5 till 4,2 ton per år och kvävetransporten från 160 ton till 190 ton. I Huskvarnaån har fosfortransporten nästan halverats och för kväve är minskningen ca 25 procent i jämförelse med föregående år.

Procentuellt sett har Huskvarnaåns andel av den totala årstransporten av fosfor minskat med ca 20 procent till 28 procent. Andelen kväve i Huskvarnaån av den totala transporten till Vättern har minskat med ca 12 procent till 37 procent (Figur 3). Eftersom Huskvarnaåns andel drastiskt minskat så har de flesta andra ökat. Mest har Mjölnaåns andel av kväve ökat (ca 17 %) och för fosfor är ökningen ca 11 % från föregående år. I fjolårets undersökning minskade Mjölnaåns andel av den totala transporten med 7 procent vilket återtagits med råge detta år. Även Forsviksåns andel av transporten har ökat från fjolårets undersökning medan övriga vattendrag ligger i nivå med densamma.

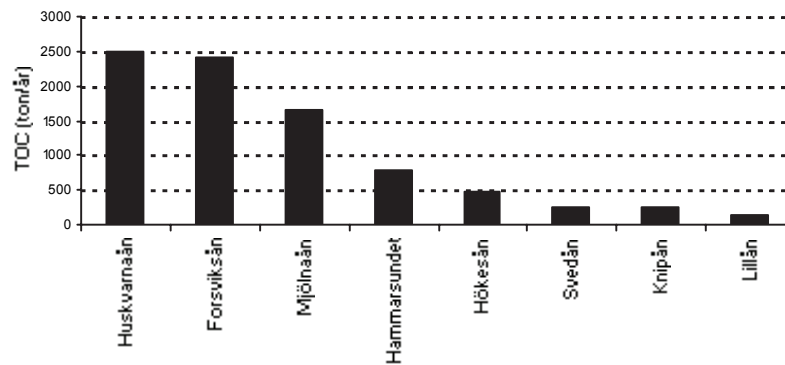


Figur 2. Årstransport av fosfor och kväve under 2007, rankade från högsta till lägsta, för åtta av Vätterns tillflöden

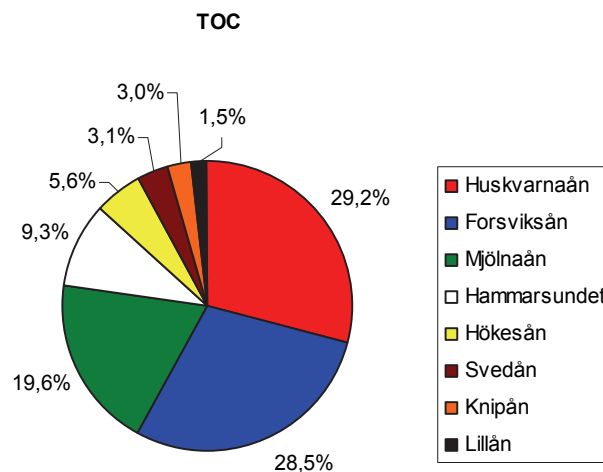


Figur 3. Procentuell fördelning av årstransporten mellan de olika vattendragen.

Transporten av totalt organiskt kol (TOC) under 2007 var liksom vid fjolårets undersökning högst i Huskvarnaån och lägst i Lillån. Huskvarnaåns transport av TOC ligger i nivå med fjolårets medan transporten mer än fördubblats i Mjölnaån till 2400 ton i år. Forsviksåns transport ligger i nivå med Huskvarnaån och har i jämförelse med fjolåret ökat med ca 700 ton. Övriga vattendrag uppvisar transporter som ligger i nivå med fjolårets värden (Figur 4). Den procentuella omfördelningen av den totala transporten av TOC sker framförallt mellan Huskvarnaån, Mjölnaån och Forsviksån (Figur 5).



Figur 4. Årstransport av totalt organiskt kol (TOC) under 2007, rankade från högsta till lägsta transport, för åtta av Vätterns tillflöden.



Figur 5. Procentuell fördelning av årstransport av TOC mellan de olika vattendragen.

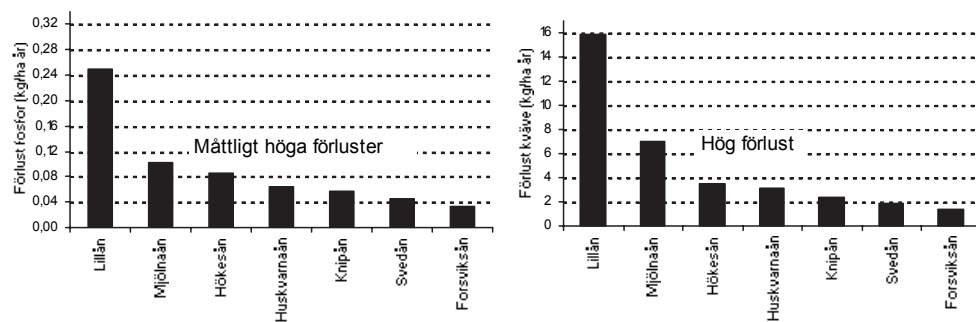
Den totala transporten av näringsämnen och organiskt kol till Vättern har ökat från 2005 och framåt (Tabell 2). 2006 var toppåret för transport av kväve medan i årets undersökning var halten av fosfor högst under treårsperioden. TOC beräknades inte år 2005 men mellan åren 2006 och 2007 har transporten ökat med ca 1600 ton.

Tabell 2. Total transport av kväve, fosfor och TOC till Vättern år 2005 - 2007.

Transport till Vättern			
År	Kväve (ton)	Fosfor (ton)	TOC (ton)
2007	795	15,4	8487
2006	821	14,4	6874
2005	545	12,5	-

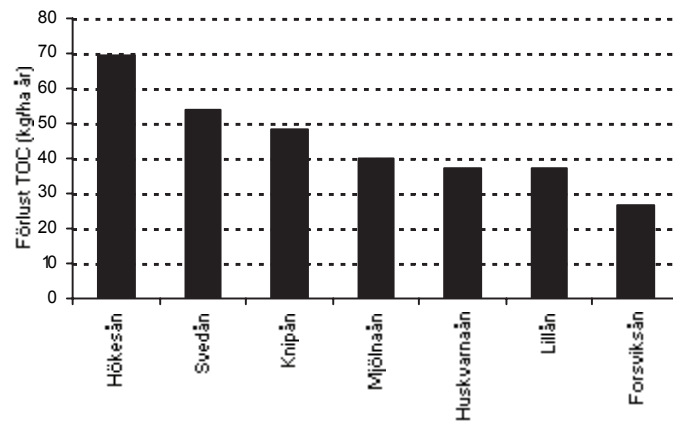
Arealspecifik förlust

Lillån uppvisade liksom vid fjolårets undersökning de högsta arealspecifika förlusterna av både fosfor och kväve (Figur 6). Både förlusterna av fosfor och kväve klassificeras år 2007 som ”hög”. Förlusten av kväve har i år närmast sig gränsen för mycket höga förluster. Lillåns avrinningsområde domineras av åkermark vilket bör förklara de högre förlusterna samt att Bankeryds avloppsreningsverk ligger ca 100 m uppströms provpunkten. I Huskvarnaån ligger förlusterna av fosfor kvar på ”måttligt höga” och kväveförlusterna på ”hög” nivåer liksom vid fjolårets undersökning. För att koppla till markanvändning så rinner Lillån genom marker med stor andel åker och öppna ytor samt låg andel sjöyta. I motsats till detta rinner Forsviksån, som har lägst förlust av kväve och fosfor, genom marker med stor andel av både barr/blandskog samt med stor andel sjöyta.



Figur 6. Arealspecifik förlust av fosfor och kväve under 2007, rankade från högsta till lägsta, för sju tillflöden till Vättern. De heldragna linjerna nerifrån och upp anger klassgränserna (Naturvårdsverket 2000) för arealspecifik förlust (mycket låg, låg, måttligt hög, hög och mycket hög förlust).

Den arealspecifika förlusten av totalt organiskt kol (TOC) var liksom vid fjolårets undersökning högst i Hökesån. Däremot har Mjölnaån i år ersatts av Forsviksån på sistaplatsen (Figur 7). Transporten av TOC har sedan i fjol ökat från ca 45 till ca 70 kg/ha och år i Hökesån. I Mjölnaån har transporten mer än fördubblats och i Forsviksån ökat ca 1,5 gånger. Huskvarnaån, Svedån och Knipån uppvisar däremot jämförbara siffror med fjolåret.



Figur 7. Areal specifik förlust av TOC under 2007, rankade från högsta till lägsta förlust, för sju tillflöden till Vättern

Bedömning av pelagiska fiskbestånd

Thomas Axenrot och Per Nyberg, Fiskeriverket

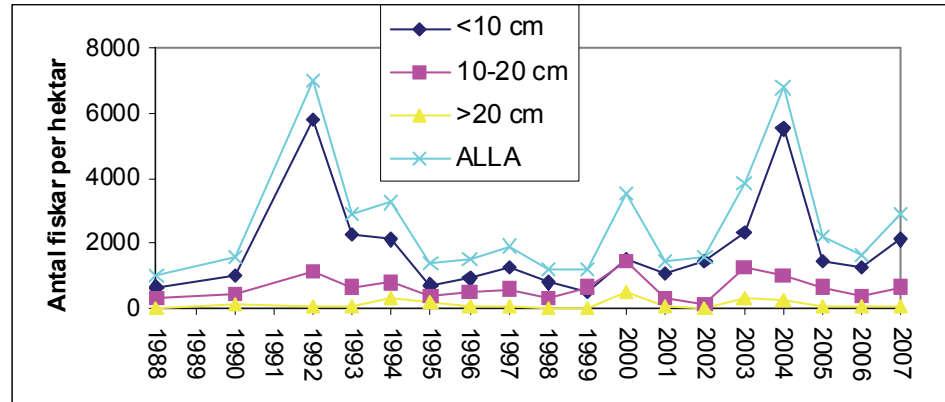
Sammanfattning

Efter några år av minskande fiskbestånd noteras år 2007 en ökning av mängden fisk, huvudsakligen i de mindre storleksklasserna upp till ca 10 cm (figur 1). Årets ökning beror inte huvudsakligen på stark rekrytering av årsyngel hos nors och siklöja, som studeras särskilt i detta avseende, utan av ökande antal mindre norsar ett år eller äldre (figur 2). Norsen har haft en regelbunden och god årlig rekrytering under lång tid och utgör nu över 80 % av det totala antalet fiskar i pelagialen (den fria vattenmassan). Även antalet fiskar i storleksklasserna över 10 cm ökar något och bryter en nedåtgående trend sedan 2003. Fiskbiomassan för hela Vättern ökade med 2 kg/ha till i genomsnitt 14 kg/ha (1 hektar = 100 x 100 m), men skillnaderna mellan olika delar av sjön är stora där den södra delen (upp till norra udden på Visingsö) bara håller 3,7 kg/ha. Detta år genomfördes en mindre studie som syftade till att undersöka om det är möjligt att även bestämma mängden pungräkor (*Mysis relicta*) med hjälp av hydroakustik. Pungräkan anses vara en viktig del av näringsväven i Vättern men är svår att kvantifiera med traditionella metoder. Resultatet presenterades vid Havsforskningsrådets symposium Seafacts i Bergen i juni 2008 som var inriktat på hur ekosystemansatsen kan implementeras i reguljära övervakningsprogram som använder hydroakustik och tillhörande teknik. Slutsatsen av årets studie är att identifiering och kvantifiering av *M. relicta* är möjlig men för att ingå i den årliga övervakningen av fiskbestånden krävs en del komplettering av nuvarande utrustning.

Det pelagiska fisksamhället viktigast i sjön

Vättern är djup med mestadels branta stränder och bara små skärgårdsområden varför pelagialen dominerar sjöns biologiska produktion. Det pelagiska fisksamhället är också det mest betydelsefulla för fisket. Med pelagiska fiskar avses de som huvudsakligen uppehåller sig och jagar föda i den fria vattenmassan. Till dessa hör större röding, lax, nors, siklöja och storspigg samt till viss del även sik och öring. Arter som gärs, hornsimpa, lake och även gädda och abborre är mer bottenbundna. Nors, siklöja och storspigg är viktiga bytesfiskar för rovfiskarna i sjön. En annan viktig födoresurs för flera fiskarter, bl a ung röding, sik och lake, är vitmärlor och pungräkor. Dessa båda arter lever också av vad som produceras eller har producerats pelagiskt. Vitmärlorna lever bottennära och i sedimentet på stora djup medan pungräkorna säsongvis nattetid, i skydd av mörkret,

företar födovandringar från botten högt upp i vattenmassan för att konsumera djurplankton. Därmed konkurrerar de med en del fiskarter.



Figur 1. Fisktäthet i Vättern 1988 – 2007 som totalt antal fiskar per hektar och uppdelat på tre storleksklasser. Beräkning baserad på data från ekolodning och trålning i augusti-september. Åren 1989 och 1991 genomfördes inga undersökningar.

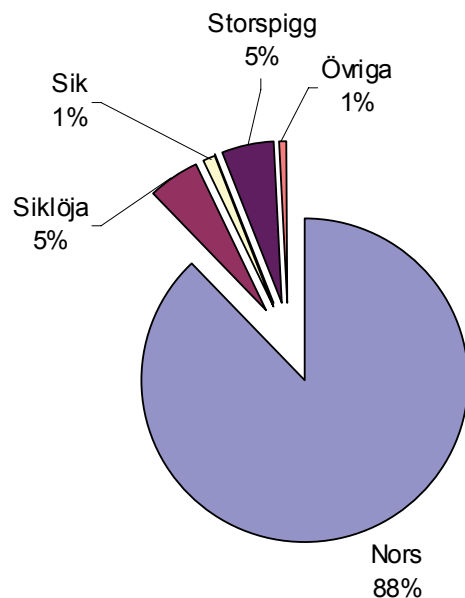
De pelagiska bestånden övervakas årligen med hjälp av ekolodning i samarbete med Vätternvårdsförbundet och utgör en del av miljöövervakningsprogrammet i sjön. Undersökningarna utförs med ett vetenskapligt ekolod längs 14 transekter tvärs över sjön kompletterat med begränsade trålningar på olika djup i norra, mellersta och södra delarna av sjön. Trålningen ger information om art- och storleksammansättning i de övervakade fiskbestånden. Metodik mm beskrevs mer utförligt i Vätternvårdsförbundets årsskrift för år 2000. Undersökningarna påbörjades 1988 och har genomförts årligen sedan 1992. Från 2006 används ett nytt ekolod (Simrad EK60 och ES120 7C).



Trålning sker på natten, i anslutning till ekolodningen, då fisken lämnat botten och generellt är mer jämnt fördelad.

Nors dominerar i bytesfisksamhället

Nors, som inte beskattas alls av fisket annat än som bifångst, har varit den dominerande arten vid alla undersökningstillfällen och har 2007 ökat till 2410 individer/ha vilket motsvarar över 80 % av antalet pelagiska fiskar (figur 2). Detta är betydligt över medelvärdet (66 %) för de arton år som undersökningarna pågått, men tätheterna varierar avsevärt över åren från ca 400 till 4 500 individer per hektar, d v s med en faktor 10. Stora avvikelser från medelvärdet förekommer ibland vid höga tätheter som t ex 1992, 2000, 2003, 2004 och 2007. Mycket låga tätheter förekommer mer sällan och under 500 individer per hektar har bara uppmätts en gång (1993). Det aritmetiska medelvärdet och medianen är 1656 respektive 1198 individer/ha. Nors är en eftertraktade bytesfisk och flertalet blir inte så långlivade. Beståndsstorleken är därför beroende av regelbunden förnygring med tillskott av unga individer. Variationen i förnygring mellan åren kan dock vara stor. Starka årsklasser uppstod åren 1992, 1995-98, 2002 och 2004, då de ensomriga norsarna kunde utgöra 60 - 90 % av det totala antalet norsar i sjön. Åren 2005-2007 har förnygringen varit svagare och andelen ensomriga norsar hade minskat till 11 % år 2007 (figur 3). Årets ökning baseras huvudsakligen på nors som är ett år eller äldre men fortfarande <10 cm. Andelen ensomriga individer varierar i trålfångsterna mellan sjöns olika delar och är som regel högre i de mellersta och norra delarna. En förklaring till detta kan vara att förutsättningarna för tillväxt för de ensomriga norsarna vanligtvis är mindre gynnsamma i den södra delen. Vid förhärskande sydliga och sydvästliga vindar sommartid blåser det varmare ytvattnet norrut och kallt djupvatten förs upp närmare ytan i den södra delen av sjön.

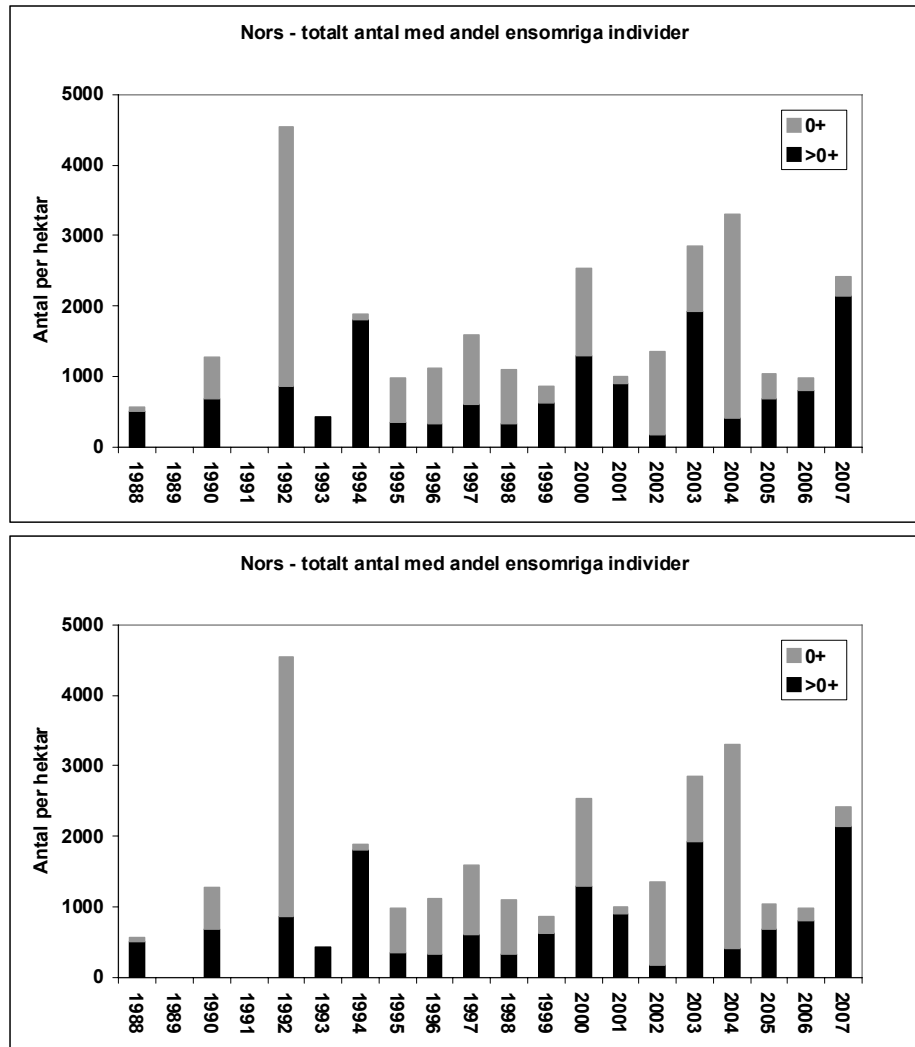


Figur 2. Andel per art av pelagiska fiskar i Vättern baserat på ekoräkning och trålfångster under augusti – september 2007. I "Övriga" ingår två arter där endast enstaka individer fångades vid trålning.

Siklöja har, sett över alla undersökta år, varit den näst vanligaste fisken i pelagialen men vanligtvis bara upp till 20 % av norsbeståndet. Även höga tätheter av storspigg registreras enstaka år och för 2007 noteras lika mycket siklöja som storspigg (figur 2). Siklöjan är relativt småvuxen (upp till 18 cm i Vättern) och fiskas i ringa omfattning på sommaren för färskkonsumtion. Den används även som agn vid krokfiske efter röding och lax. Tätheten för alla åren är i medeltal 249 siklöjor/ha men har varierat från drygt 30 till 680 ind./ha (1988 respektive 2003) till följd av ojämn föryngring vilket inte är ovanligt hos siklöja. I likhet med nors noterades de högsta tätheterna 1992 och 2003 (580 respektive 680 ind./ha). De senaste åren har beståndet minskat och är 2007 nere i 149 individer/ha. Beståndet har emellertid varit ännu svagare med 50-100 ind./ha åren 1990, 1998, 2001 och 2002 (figur 3). Siklöjan får i Vättern starka årsklasser med längre mellanrum än nors. Under den studerade perioden har riktigt starka årsklasser bara uppstått 1992, 2000 och 2004 (figur 3). Flera år har ingen eller bara ett fåtal ensomriga siklöjor fångats vid trälning, vilket har varit fallet även de tre senaste åren (2005-2007). Flera av de rika siklöjeåren sammanfaller med bra årsklasser av nors. Andelen unga siklöjor varierar, i likhet med nors, mellan de tre områdena där trälningar utförs. År 2000 var t ex andelen årsungar 92 % i den norra lokalen, 98 % i den mellersta och endast 16 % i det södra området.



Fiskeriverkets forskningsfartyg Ancylus – gjord för att kunna slussa till och från Vättern.



Figur 3. Mängden nors och siklöja som totalt antal med andel ensamriga (0+) fiskar per hektar. Data insamlade vid ekolodning och trålning under augusti-september. Åren 1989 och 1991 genomfördes inga undersökningar.

Det är vanligt att starka årsklasser hos siklöja bara uppstår enstaka år. Utöver orsaker som rör klimatet anses detta bero på att en stark årsklass, som resulterar i ett tätt bestånd, håller tillbaka föryngringen de närmast följande åren. Siklöja är vår mest utpräglade djurplanktonätare och en av få fiskarter där alla åldersklasser och storlekar äter samma föda. Detta medför att siklöjan konkurrerar starkt om födan med sina egna artfränder oavsett ålder eller storlek. Det är känt från flera studier att en stark årsklass kan hålla tillbaka föryngringen under flera år och att en ny stark årsklass uppstår först när den starka årsklassen tunnats ut. Detta illustreras ganska väl av beståndsutvecklingen efter 1992 års starka årsklass, då tätheten minskade utan avbrott fram till 1998-99 och en ny stark årsklass uppstod först år 2000 (figur 3). Ytterligare en indikation på detta är att den rika årsklassen 2004 följdes av en mycket svag föryngring år 2005 (figur 3). Det är känt att det kan vara ganska jämna cykler i föryngringen och att cyklernas längd kan

påverkas av fiske. I finska sjöar med intensivt fiske på siklöja kan rika årsklasser uppstå vartannat år, medan det var omkring 10 år mellan starka årsklasser i en norsk sjö där inget fiske bedrevs. Vättern har med början 1992 uppvisat en tendens till cykel om fyra år av starkare årsklasser av siklöja.

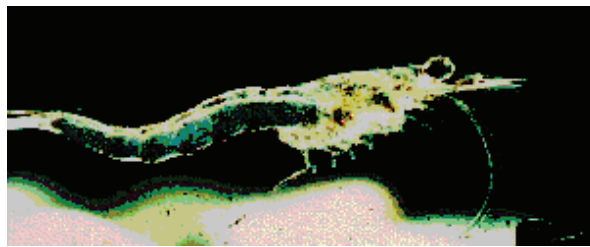
Den tredje vanligt förekommande pelagiska bytesfisken är storspigg som år 2007 var lika vanlig som siklöja (figur 2). Arten förekommer nära ytan, bildar täta stim och uppehåller sig gärna intill vakare, i fiskredskap mm. Det faktum att arten uppträder så ytligt gör att en stor del av individerna sannolikt inte registreras av ekolodet vars transduktor sitter monterad under båten (U/F Ancylus) på 2,6 m djup. Även trålningen sker med minsta djup på ca 5 m för att komplettera data från ekolodningen. Det förekommer att storspigg fångas i trålen vid trålning på större djup, men då har dessa fiskar följt med vid ytan i samband med att trålen tagits upp och räknas inte in i fångsten på det ursprungligen större djupet. Nuvarande metodik är således inte anpassad för att få ett bra mått på mängden storspigg och beräkningarna bör tolkas försiktigt.

Övriga arter som fångas i trålen är främst sik och vid sporadiska tillfällen röding och lax. Även andra arter fångas vid enstaka tillfällen. År 2007 fångades enstaka individer av lax och lake.

Pungräkor – en faktor att räkna med?

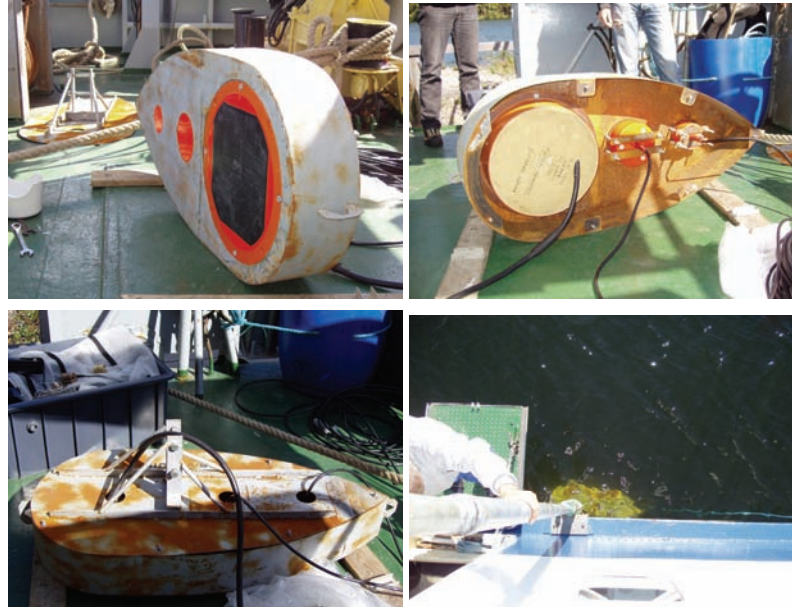
Pungräkan *Mysis relicta* (Lovén 1862, figur 4) förekommer i norra Europa och Asien samt i Nordamerika. Den är allätare och uppehåller sig och äter dagtid på eller nära botten för att under natten i skydd av mörker företa vertikal vandring upp till nedre delen av metalimnion (dvs övergångszonen mellan varmt och kallt vatten under tiden sjöar är temperaturskiktade) där den konsumerar djurplankton. Där den förekommer är *M relicta* en väsentlig del av födoväven såväl i större som mindre sjöar och studier har visat att biomassan kan vara lika stor som eller t o m större än biomassan av planktonätande fisk. Flera fiskarter äter pungräkor under den tidiga tillväxten och för några arter fortsätter pungräkor att vara en viktig del av födan även efter planktonstadiet. Kvantitativ information om pungräkor kommer traditionellt från vertikala eller horisontella håvdrag. Dessa metoder är arbetsintensiva och tidskrävande och ger dålig upplösning såväl vertikalt som horisontellt på grund av pungräkornas vanligen oregelbundna utbredning. Hydroakustik kan emellertid erbjuda sådana data och används regelmässigt för att skatta t ex mängden krill i olika havsområden. Jämfört med fisk reflekterar flertalet evertebrater (rygggradslösa djur) mycket svagt den ljudpuls som sänds ut från ekolodet. För att uppskatta mängden pungräkor är det därför nödvändigt att identifiera och eliminera ekon från fisk. Akustisk reflektion är olika för olika organismer och skiljer sig åt för olika ljudfrekvenser. *M relicta* har nyligen

studerats i detta avseende och uppvisar låg reflektion vid 38 kHz och avsevärt högre reflektion för 120 och 200 kHz. Då fisk (med simblåsa) ger mycket god reflektion vid 38 kHz är det således möjligt att identifiera fisk i hydroakustiska data från 38 kHz och eliminera motsvarande ekon i data från 120 och 200 kHz. Målsättningen för denna studie var att undersöka om det är möjligt att i hydroakustiska data från Vättern identifiera och avlägsna ekon från fisk och därmed kunna urskilja områden och djupintervall med olika koncentrationer av *M. relicta*. Med stöd av resultat från trålning efter pungräkor och jämförelser med bearbetade hydroakustiska resultat ville vi också undersöka möjligheten att utveckla en metodik att uppskatta mängden pungräkor.



Figur 4. Pungräkan Mysis relicta är vanligt förekommande i större och mindre sjöar och en viktig del i näringskedjan. Pungräkorna som fångades i Vättern var omkring 10 mm långa.

Hydroakustiska data samlades in med hjälp av ekolodning i ljus och i mörker på Vättern den 28-29 augusti 2007. Två ekolod (38 och 200 kHz) lånades för denna studie från Simrad AS i Norge för att kunna ta upp hydroakustiska data för tre olika frekvenser – 38, 120 och 200 kHz. Ekolodens transduktorer var alla av typen sfärisk split-beam och med en vinkel för utgående ljudpuls nära 7°. För att så långt som möjligt täcka samma vattenvolym, i enlighet med publicerade rekommendationer, var transduktorerna monterade i en speciellt tillverkad hållare som lånats från Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutet i Finland. Hållaren fästes på babords sida på Fiskeriverkets forskningsfartyg U/F Ancylus med transduktorerna på 1 m djup och riktade nedåt (figur 5). De tre ekoloden sände simultant ljudpulser (pingade) med en hastighet av 3 ping per sekund. Pulslängden var satt till 512 μ s, och effekten till 1000, 400 och 300 W för 38, 120 respektive 200 kHz. Under trålning var fartygets hastighet 1 knop och under övrig tid då enbart hydroakustiska data samlades in ca 8 knop. Hydroakustiska data med de tre frekvenserna samlades in under sammanlagt 43 km. De tre ekoloden (Simrad EK60, med programvara ER60 version 2.2.0) kalibrerades i samband med undersökningarna i enlighet med rekommenderade metoder och visade inga väsentliga avvikelser mot tidigare kalibreringar. Provtagning av mängden *M. relicta* gjordes med en speciell trål (s.k. Tucker-trål) som har tre separata fack som kan öppnas respektive stängas under provtagning. Trålen hade lånats från Institutionen för Systemekologi, Stockholms Universitet.

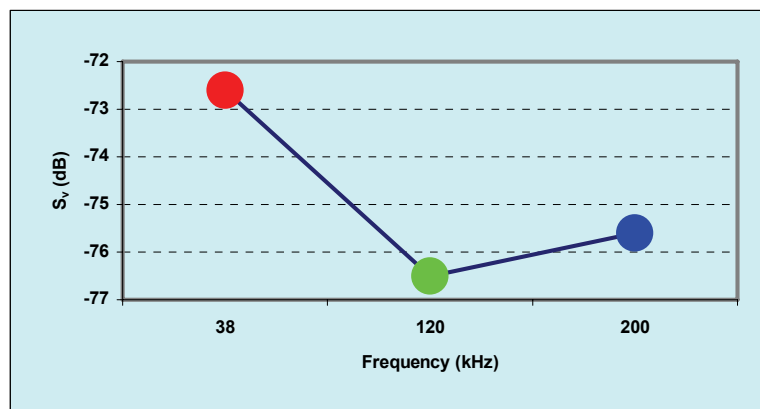
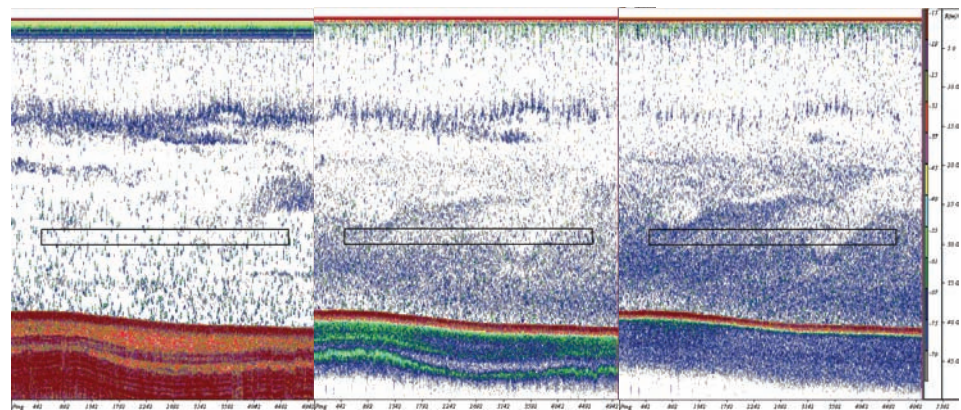


Figur 5. Tre transduktorer till ekolod – 38, 120 och 200 kHz – monterade i särskild hållare som sänktes ner till 1 m djup på babords sida på U/F Ancylus.

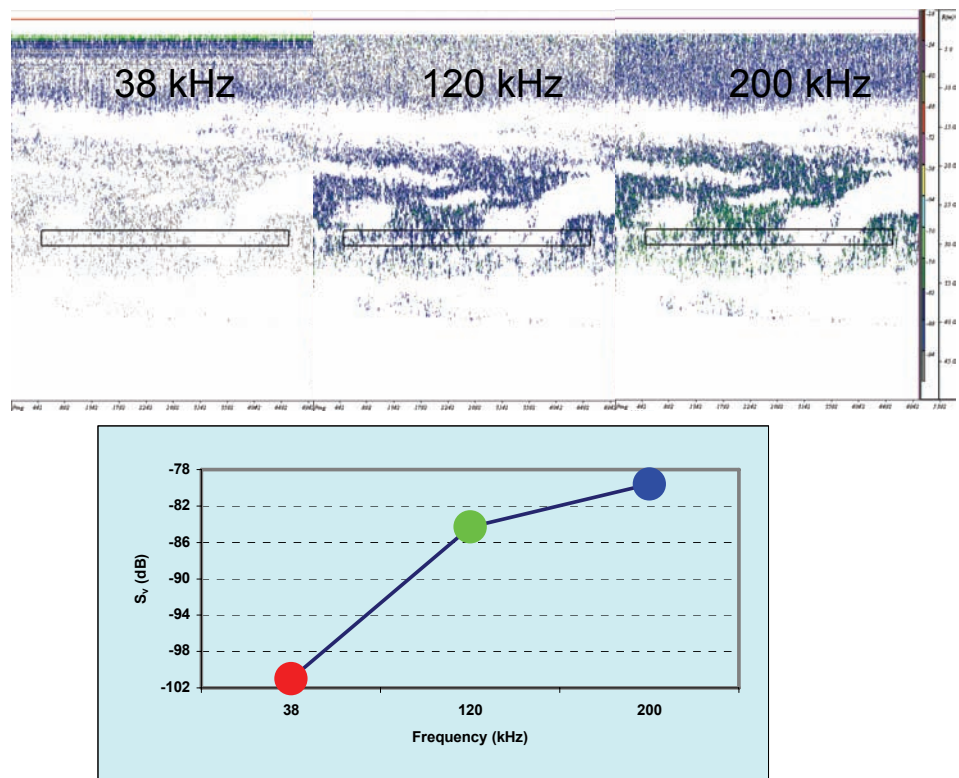
Trålning genomfördes i tre olika områden i dagsljus (n=1) och i mörker (n=2), och på tre djup i varje område. Trälens djup under provtagning kunde avläsas i realtid med hjälp av en särskild sensor (Simrad PI portable hydrophone). Trålningen varade ca 30 minuter för varje djup vilket motsvarade i genomsnitt 1 500 m och 375 m³ (tabell 1). Trålfångster bevarades i formalin och sorterades, artbestämdes, räknades, mättes och vägdes (torrvikt) på Systemekologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Vattnets temperatur och syrehalt mättes från ytan till botten vid tre tillfällen i de undersökta områdena i samband med trålningen. Vid analys av hydroakustiska data användes reflekterade ekon från fisk i 38 kHz för att konstruera ett filter som avlägsnade all reflekterad ekoenergi (S_v , dB) som genererats av fisk. Detta filter användes därefter för samtliga tre frekvenser (figur 6-7). Filttrade data från 120 och 200 kHz analyserades för de vattenvolymer som trålats med avseende på resterande reflekterad ekoenergi. Filttrade data för alla tre frekvenserna undersöktes även med avseende på frekvensberoende reflektion för *M. relicta* (s.k. frequency response; figur 6-7). Jämförelse kunde inte göras för trålning 7 då hydroakustiska data saknades för del av tiden trålningen varade.

Tabell 1. Tråldrag med s.k. Tucker-trål (ramstorlek $0,5 \cdot 0,7 \text{ m}^2$) i Vättern 28-29 augusti 2007. Drag 1-3 i dagsljus, övriga i mörker. Trålhastighet 1 knop.

Tråldrag	Tid	Position (start och stopp)			Djup, m	Längd, m	Volym, m^3	
		Start Lon	Lat	Lat				
1	17:23	14,541	58,392	14,538	58,381	15	1444	361
2	17:47	14,538	58,379	14,534	58,368	22	1190	298
3	18:09	14,534	58,367	14,531	58,356	34	1912	478
4	00:06	14,383	58,238	14,361	58,239	11	1491	373
5	00:28	14,360	58,239	14,345	58,231	21	1712	428
6	00:50	14,345	58,230	14,330	58,220	29	1798	457
7	01:28	14,324	58,216	14,309	58,206	7	1400	350
8	01:49	14,309	58,206	14,296	58,197	15	1564	391
9	02:09	14,296	58,197	14,296	58,187	20	1677	421

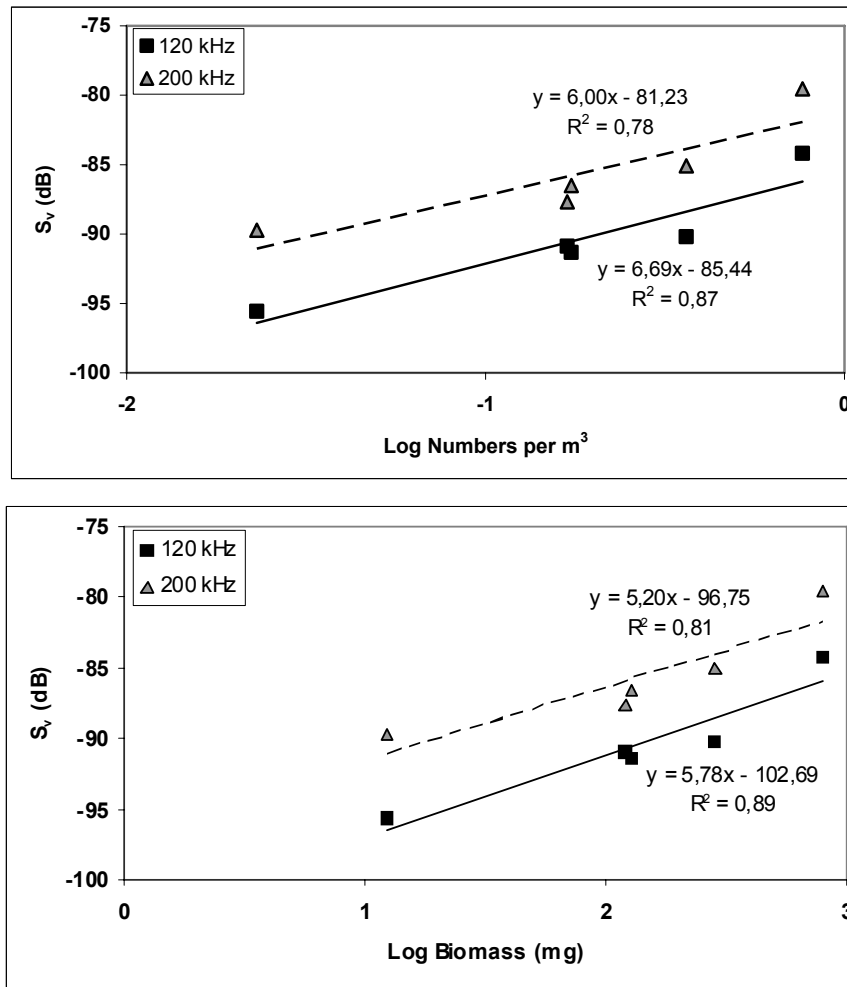


*Figur 6. Ekogram från 38, 120 respektive 200 kHz med markerat område för tråldrag efter *M. relicta*. Det undre diagrammet visar den frekvens-beroende respons som erhålls för respektive frekvens i det analyserade området (jmf motsvarande i figur 7).*



Figur 7. Ekogram från 38, 120 respektive 200 kHz där ekon från fisk har filtrerats bort. Markerat område avser tråldrag efter *M. relicta*. Det undre diagrammet visar den frekvens-beroende respons som erhålls för respektive frekvens i det analyserade området (jmf motsvarande i figur 6).

Språngskiktets övre gräns mot varmare vatten (epilimnion) var väl definierad vid 14-17 m djup. Den nedre gränsen mot kallare vatten (hypolimnion) var inte lika tydlig men kunde bestämmas till omkring 20 m djup. Syremängden var god över alla djup vid alla tre områdena. Dagtid fångades inga pungräkor oavsett djup. Nattetid fångades flest pungräkor i nedre delen av språngskiktet och i hypolimnion, dvs 20 m eller djupare. Jämförelse av mängden pungräkor (antal respektive biomassa) och reflekterad ekoenergi (S_v) för 120 och 200 kHz resulterade i en positiv korrelation där variationen förklarades till 89 och 81 % respektive 87 och 78 % (figur 8). I figur 8 representerar exempelvis de lägsta och högsta S_v -värdena (-95,6 dB och -84,2 dB för 120 kHz) tätheter på 2-3 respektive 76 pungräkor per 100 m³.



Figur 8. Mängden *M. relicta* (antal respektive biomassa) som trälats med sk Tucker-träl jämfört med reflekterad ekoenergi (S_v) från ekolodning med 120 och 200 kHz i motsvarande volym vatten. I hydroakustiska data har fiskekon som identifierats i 38 kHz filtrerats bort (Vättern augusti 2007).

Som väntat fångades inga *M. relicta* under dagtid i öppet vatten. Frånvaro av pungräkor dagtid bekräftades även i bearbetade hydroakustiska data där den typiska frekvens-beroende responsen för dessa saknades (figur 7). Denna respons fanns emellertid i motsvarande data nattetid från 20 m och djupare. Kombinationen av frekvenser hos de använda ekoloderna gjorde det således möjligt att uppskatta mängden pungräkor (antal eller biomassa) efter att fiskekon identifierats i data från 38 kHz som därefter användes som filter för data från 120 och 200 kHz. Att biomassa gav något bättre värden vid jämförelsen än antal pungräkor kan möjligen förklaras av att enskilda individer av *M. relicta* reflekterar ljud (dvs ekoenergi) svagt. I jämförelse med traditionella metoder att hämta in kvantitativ information om mysider, som pungräkan *M. relicta*, medger nyttjande av hydroakustiska data att hela vattenvolymen som undersökts kan granskas snabbt och effektivt. Om undersökningarna exempelvis görs i kombination med reguljär övervakning av fiskbestånd samlas hydroakustiska data in som kan användas för båda

uppgifterna under samma tid. Det som behöver kompletteras med, för att utöver fisk även uppskatta mängden pungräkor, är ett begränsat antal tråldrag inriktade mot dessa. Hydroakustiska data kan även enkelt delas upp i segment med avseende på såväl sträcka som djup vilket gör analyser och statistiska/geostatistiska bearbetningar av materialet möjliga för att uppskatta och beskriva rumsliga skillnader i utbredning. Det återstår att undersöka om resultaten i denna studie från Vättern, en oligotrof sjö med låg täthet av såväl fisk som andra organismer, kan överföras till mer individrika och komplexa system.

Slutsatser och framtidsutsikter

För Vättern innebär resultaten av denna studie att övervakning av mängden *M relicta* skulle kunna inkluderas i den årliga övervakningen av de pelagiska fiskbestånden. Förutsättningar för detta är att nuvarande utrustning kompletteras med ett 38 kHz ekolod och en trål avsedd för mindre organismer som t ex pungräkor. De årliga undersökningarna av fiskbestånden i Vänern visar på högre tätheter av fisk och troligen därmed även andra organismer. För att bedöma möjligheten att uppskatta mängden *M relicta* i Vänern på ett liknande sätt som beskrivits för Vättern bör därför en mindre studie genomföras där hydroakustiska data jämförs med trålresultat som inriktats på fångst av pungräkor.

Inventering av lekfisk i Vätternbäckar

Johnny Norrgård, Länsstyrelsen i Jönköpings län

Sammanfattning

Inventering av lekfisk i Vätterns tillflöden har numera antagit en allt mer permanent form. Under 2007 fortsatte verksamheten expandera och fler frivilliga tillsynsmän och lekfishräknare anslöts, bla förstärktes tillsynslagen med personer från Karlsborg. I och med detta bedrivs numera lekfishräkning av frivilliga tillsynsmän och initierade lekfishräknare runt hela sjön.

Harrens aktivitet i vätterbäckarna följdes i ökad utsträckning under våren 2007, detta skedde framför allt i samband med en studie av flodnejonögats lekvandring. Vårens lekfishräkningar bjöd på positiva nyheter i form harrobservationer från tre vattendrag därifrån harrlek inte tidigare inrapporterats inom ramarna för lekfishräkningarna. Samtidigt som det höga vattenståndet i Vättern underlättade fiskens uppsteg i bäckar med svårpasserade mynningsområden innebar det även att vattenhastigheten på de lägst nedströmsbelägna lekområdena i flera fall var lägre än normalt. Den högsta aktiviteten noterades i slutet på april och början på maj då vattentemperaturen steg till 8-9°C. Totalt har rapporter inkommit från 17 vattendrag, sammanlagt rör det sig om 78 enskilda besökstillfällen. I 13 av vattendragen observerades lekfisk och i två av vattendragen noterades även tecken på lekgropar.

Den ökade aktiviteten under hösten 2007 innebär att det numera sker lekfishräkning i så gott som samtliga prioriterade vattendrag runt Vättern. De första lekvandrande öringarna rapporterades in redan i september, aktiviteten i bäckarna ökade därefter successivt för att nå kulmen i slutet på oktober och början på november. Toppen i lekaktiviteten sammanföll med ökade flöden och en sjunkande vattentemperatur. Totalt inkom uppgifter från mer än 200 enskilda besök fördelat på 31 vattendrag. Vätteröring och/eller lekgropar observerades i 28 av vattendrag. Under hösten 2007 ordnades även en öringträff för samtliga frivilliga tillsynsmän och lekfishräknare vid i Gagnån, Habo kommun. Förutom en gemensam räkning av lekfisk informerades om biotopkarteringar, lekfishräkningar och de kulturvärden som finns vid vätterbäckarna.

Klimat och nederbörd 2007

Jämfört med medeltemperaturen 1961-1990 var året som helhet cirka 1,5°C varmare än normalt i Motala ströms avrinningsområde. Vintern och våren

var något varmare, medan det i oktober var cirka en grad kallare än normalt. December var 2-3 grader varmare än normalt.

Nederbörds mängden i Motala ströms avrinningsområde var över den normala år 2007 (+ ca 9-24 %). Störst nederbörd förekom i juni och juli, undantaget SMHI:s station i Jönköping där det var höga nederbörds mängder även i januari. Oktober och november var dock torrare än normalt i större delarna av avrinningsområdet. I de nordligare delarna av avrinningsområdet var det torrare än normalt även i september. December hade nederbörd över den normala på flertalet stationer. Årsmedelvattenföringen var den näst högsta under perioden 1994-2007 vid Vätterns utlopp till Motala ström (59 m³/s). Flödet var som högst i juli-augusti, och lägst under oktober-december. (Årsrapport från Motala ströms Vattenvårdsförbund 2007) För ytterligare information se klimatavsnitt i Årsskriften.

Harrleken

De yttre förhållandena under våren 2007 var relativt fördelaktiga ur harrleksperspektiv, det inrapporterade vattenflödet bedömdes vara måttligt i de flesta av de besökta bäckarna. Vätterns höga vattenstånd gjorde att vattenhastigheten på de längst nedströmsbelägna lekområdena i flera fall var lägre än normalt (lugnflyt istället för strömmande).

Tabell 1. Besökta vattendrag våren 2007.

Vattendrag	Antal besökstillfällen	Observerad lekfisk	Aktiv lek	Lekgröpar
Domneån	1	nej	nej	nej
Dunkehallaån	1	nej	nej	nej
Gagnån	14	ja	nej	ja
Granviksån	1	ja	nej	ja
Hjoån	7	ja	ja	ja
Hjällöbäcken	5	ja	nej	nej
Holmån	1	ja	ja	nej
Hornån	1	ja	nej	nej
Hökesån	5	ja	nej	nej
Knipån	6	ja	nej	nej
Kärsbyån	17	ja	nej	nej
Lillån Bankeryd	1	nej	nej	nej
Rödån	4	ja	nej	nej
Skrämmabäcken	1	ja	nej	nej
Skämmingsforsån	14	ja	ja	nej
Svedån	1	nej	nej	nej
Ålebäcken	2	ja	ja	nej

Första rapporten om lekharr kom den 14 april (Kärsbyån), i slutet på april och början på maj då vattentemperaturen steg noterades en ökad aktivitet

hos harren. Liksom tidigare år föreföll den kritiska temperaturen för att leken skulle komma igång ligga runt 8-9°C.

Våren 2007 bjöd på positiva nyheter i form harrobservationer från tre vattendrag därifrån harrlek inte tidigare inrapporterats inom ramarna för lekfishräkningarna. I Ålebäcken observerades harr vid två besök, vid det senare kunde även lekande fisk iakttas! I samband med en riktade inventering av flodnejonöga i Vätterns tillflöden (publiceras separat) noterades även harr i Granviksån och Skrämmabäcken. Totalt har rapporter inkommit från 17 vattendrag, sammanlagt rör det sig om 78 enskilda besökstillfällen. I 13 av vattendragen observerades lekfish och i två av vattendragen noterades även tecken på lekgröpar.

Öringleken

Under hösten 2007 utökades tillsynslagen med personer från Karlsborg. Det betyder att det numera finns frivilliga tillsynsmän och initierade lekfishräknare runt hela sjön! Detta syns tydligt i resultatet och antalet räkningsstillfällen. Från hösten 2007 finns uppgifter från 31 vattendrag (inkl biflöden). Totalt rör det sig om över 200 enskilda besök utmed vattendragen, därtill har det inkommit ytterligare både skriftliga och muntliga lägesrapporter. I tabellen nedan framgår vilka bäckar som besökts under hösten 2007, samt i vilken mån lek observerats. I 28 av de besökta vattendragen observerades vätteröring eller lekgröpar som vittnade om dess tidigare närvaro.

Både i Hjoån och Kårsbyån observerades lekvandrande fisk redan i slutet av september och början på oktober. Båda dessa vattendrag är flacka i de nedre delarna och lekfishvandringen är därmed inte lika hårt styrd av flödessituation som fallet är t ex med de brantare sydvästra vätterbäckarna. I flera av de västra vätterbäckarna ökade vattenföringen under en kortare period i månadsskiftet september-oktober, och från och med mitten av oktober började antalet observerade lekfish öka även i dessa bäckar. Generellt inrapporterades måttliga flöden och vattentemperaturen på 7-8°C under mitten av oktober. Antalet observerade lekfish steg generellt successivt under oktober och nådde sedan kulmen under första dagarna i november. Sannolikt hade det något ökande flödet som inrapporterades från flera vattendrag i slutet av oktober en positiv inverkan.

Den lilla Nykyrkebäcken fortsätter förvåna, den första november observerades hela 30 lekfish på sträckan mellan mynningen och väg 195! Rörande de ”nya” bäckarna i Västra Götaland rapporterades om smått sensationella 45 lekfish den 28 oktober i Tobäcken (mynningen-väg 49). Även i Djäknabäcken observerades vid vissa tillfällen stora mängder lekfish.

Under hösten 2007 ordnades en öringträff för samtliga frivilliga tillsynsmän och lekfiskräknare vid i Gagnån, Habo kommun. Först informerades om biotopkarteringar, lekfiskräkningar och de kulturvärden som finns vid vätterbäckarna. Där efter genomfördes en gemensam räkning av lekfisk på en given vattendragssträcka i Gagnån, som sedan elfiskades för att samla in avelsmaterial. Därmed fick deltagarna även en uppfattning om hur stor procent av totalantalet fisk man observerar vid ett tillsynstillfälle. Ynglen från avelsmaterialet sattes under våren 2008 ut i Odensbergsbäcken på Vätterns östra sida samt i Mullsjöån i Tidans avrinningsområde. Båda utsättningarna ingår i försök med att återetablera öring i restaurerade vattendrag och i båda fallen har avelsmaterial från Gagnån satts ut vid tidigare tillfällen.

Tabell 1. Besökta vattendrag hösten 2007

Vattendrag	Antal besökstillfällen	Observerad lekfisk	Aktiv lek	Lekgröpar
Domneån	1	nej	nej	nej
Dunkehallaån	2	ja	nej	nej
Gagnån	3	ja	ja	ja
Granviksån	6	ja	ja	nej
Hjoån	32	ja	ja	ja
Hjällöbäcken	4	ja	ja	nej
Hornån	3	ja	nej	nej
Hökesån	12	ja	ja	nej
Igelbäcken	1	ja	ja	ja
Kallebäcken	4	nej	nej	ja
Knipån	9	ja	ja	ja
Krikån	3	ja	nej	nej
Kvarnabäcken	2	ja	ja	ja
Kärsbyån	10	ja	ja	ja
Laxbäcken	18	ja	ja	ja
Lillån Bankeryd	15	ja	ja	ja
Lillån Huskvarna	5	ja	nej	ja
Lufsebäcken	2	ja	ja	ja
Nykyrkebäcken	4	ja	ja	nej
Rödån	6	ja	ja	ja
Röttleån	1	nej	nej	ja
Skämningforsån	17	ja	ja	ja
Svartebäcken	1	nej	nej	nej
Svedån	8	ja	ja	ja
Tobäcken	1	ja	nej	nej
Tabergsån	10	ja	ja	nej
Tingsjöbäcken	13	ja	ja	ja
Tivedsdalsbäcken	1	nej	nej	nej
Tobäcken	1	ja	nej	nej
Tumbäcken	3	ja	ja	ja
Ullasandsbäcken	1	ja	nej	nej

Öringar runt hörnet

Allt sedan den externa övervakning i Vätterns tillflöden inleddes 2004 har verksamheten vuxit. Vätterns fisketillsynsman har Vättern och dess tillflöden ända upp till det första definitiva vandringshindret som sitt arbetsfält, och som tidigare nämntes finns nu ett utökat tillsynslag bestående av frivilliga tillsynsmän och lekfiskräknare som täcker hela sjön. Under 2008 har det även tillkommit ytterligare personer och vattendrag. En stor del av dessa eldsjälar är även aktiva inom fysiska restaureringsåtgärder och andra aktiviteter med koppling till fisket i Vättern. Bland de engagerade föreningarna kan nämnas Motala Flugfiskare, Vätterns Trolligklubb och Hjoåns fvof. Därtill finns det många enskilda personer som lagt ner många timmar på "sina" bäckar, t ex Laxbäcken, Odensbergsbäcken och Skämningsforsån. Materialet som samlas in vid lekfiskräkningarna används i det löpande myndighetsarbetet med rapporter och utvärderingar, samt fungerar som ett underlag för framtida åtgärder. Vätternvårdsförbundet bekostar och ansvarar för sammanställningen av materialet, med det är dock i regel varje enskild länsstyrelse som förvaltar det insamlade materialet och ansvarar för att åtgärder utförs, i vissa fall är kommunen huvudman och/eller utförare. Under 2009 kommer "Åtgärdsplan Vätterbäckar" att färdigställas som en del av den kommande förvaltningsplanen för fisket i Vättern, lekfiskräkningarna utgör en del av bakgrundsmaterialet i denna rapport.

Ett mångårigt arbete inom ramarna för biologisk återställning i form av damnutrivningar, anläggandet av fiskvägar och biotopvård i Vätterbäckarna börjar nu bära frukt. I flera vattendrag når numera fisken sina ursprungliga leksträcker långt upp i vattensystemen, detta har vi sett både i form av stora blanka vätteröringar som kämpat sig upp till tidigare avskurna platser som Kopparhults kvarn (Skämningsforsån) och sträckorna ovan Åsafors i Kallebäcken (Tabergsån), men även i faktisk data från provfisken ute i Vättern (Vätternvårdsförbundets rapport 96). För harren ser dock situationen mindre ljus ut, samtliga kategorier fiskande har lämnat uppgifter om minskade fångster under de senaste åren. Något som även återspeglas i lekfiskräkningarna. Med anledning av detta har en harrstudie genomförts under 2008, studien innefattar sammanställning av befintlig kunskap, en enkätundersökning samt framtagande av förslag på metodik för övervakning och undersökningar av harrbeståndet. Studien publiceras i Vätternvårdsförbundets rapportserie under 2009.

Referenser

Sandström, A., Norrgård J., Dannewitz J. och E. Bergstrand. 2008. Kan införandet av fiskefria områden vända trenden för fisken i Vättern? Rapport nr 96 från Vätternvårdsförbundet. s.84-91.
Årsrapport från Motala ströms Vätternvårdsförbund 2007, ALcontrol Laboratories

Fisk i vissa Vätternbäckar

Arne Johlander och Fredrik Nöbbelin, Fiskeriverket

Inledning

Många av de vattendrag som rinner till Vättern har en viktig ekologisk funktion genom att de innehåller lekområden för olika av sjöns fiskarter. Särskilt öringen i Vättern är känd att under hösten vandra upp för att leka i vissa bäckar och åar. Öringens ungar nyttjar sedan strömvattensmiljön i vattendragen som uppväxtområde ett par år innan de vandrar ut till sjön. Att säkerställa god vattenkvalitet i tillrinningsbäckarna, liksom att bibehålla naturliga biotoper, är därför av stor betydelse för fiskfaunan i sjön. Vätternbäckarna ses som viktiga även ur nationellt perspektiv för bevarande av den naturliga mångfalden i strömvattensmiljön.

Fiskeriverkets utredningskontor har på uppdrag av Vätternvårdsförbundet under 2007, på motsvarande sätt som tidigare år, genomfört elfiskeundersökningar i några av Vätterns tillrinnande vattendrag. Undersökningarna, som i första hand inriktats på kontroll av öringreproduktionen, ingår som en del i den regionala miljöövervakningen av Vättern. Öringen, tillsammans med andra förekommande fiskarter, fungerar i detta sammanhang som indikator på bäckarnas miljö tillstånd. Avläsningen av öringreproduktionen i vissa vattendrag är också av betydelse för att kunna göra en bedömning av öringbeståndens status och utveckling.

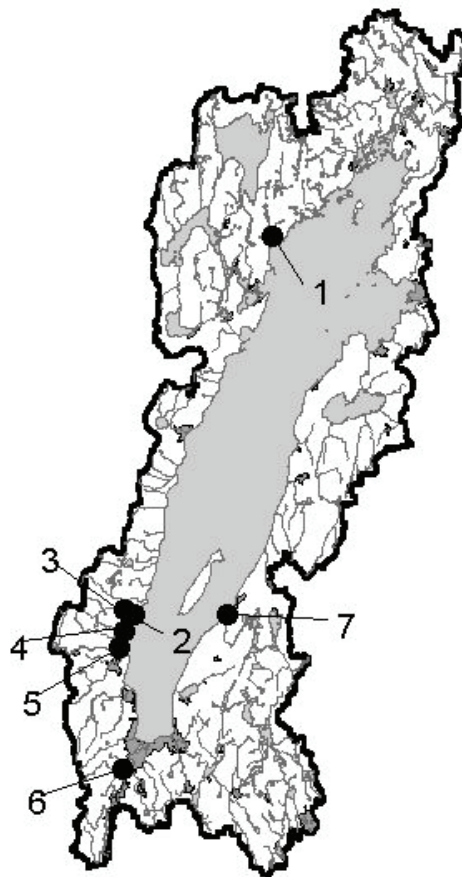
Undersökta vattendrag

De fem undersökta vattendragen under 2007 framgår av nedanstående tabell (tabell 1). Ett vattendrag, Tabergså, som normalt ingår i elfiskeprogrammet, kunde inte elfiskas på grund av högt vattenstånd. Fyra av de elfiskade vattendragen finns inom Jönköpings län medan Granvikså rinner genom Västra Götalands län. En av lokalerna i Gagnån (övre) elfiskades sommaren 2007 inom ramen för länsstyrelsens kalkeffektuppföljningsprogram. För att få en kontinuitet i föreliggande sammanställning redovisas denna lokal. Vattendragens läge kring Vättern framgår av bifogad översiktskarta (se figur 1).

Tabell 1. Vattendrag och provlokaler som ingår i 2007 års elfiskeundersökning.

Vattendrag	Fiskedatum	Provlokals koordinater (RAK)	
		X	Y
Granvikså	2007-09-19	650170	142690
Gagnån (nedre)	2007-09-19	643100	140155
Gagnån (övre)	2007-09-06	643205	139965
Hornån	2007-09-19	642805	139975
Knipån	2007-09-14	642500	139880
Röttleån	2007-09-18	643120	141875

De övre delarna av Vätterns tillrinningsområde är belägna på en höjd av drygt 300 meter över havet medan Vätterns yta ligger ca 89 m ö h. Höjdskillnaderna medför en väsentlig lutning i flera vattendrag, vilket bl a ger upphov till de långa strömsträckor som utgör lämpliga biotoper för uppväxande öring. De fem undersökta vattendragen innehåller alla strömsträckor som lämpar sig för öringproduktion. Vandringshinder för uppvandrande fisk, i form av dammar och fall, medför dock att det i flera vattendrag främst är de nedre delarna som nyttjas som reproduktionsområde av Vätteröringen. Inom ramen för länsstyrelsernas program för biologisk återställning pågår dock ett kontinuerligt arbete för att återskapa påverkade miljöer och fria vandringsvägar för fisk i kalkade vattendrag.



Figur 1. Översiktskarta över elfiskade vattendrag. (Tabergsån undantaget)

Elfiske

Undersökningarna 2007 har skett genom elfiske på motsvarande sätt som tidigare år på vissa bestämda provytor. Eftersom hög vattenföring rådde under augusti utfördes elfiskena i de aktuella vattendragen under september månad. Öringungarna uppehåller sig då på uppväxtområdena och årsynglen har nått sådan storlek att de kan fiskas på kvantitativt sätt. Högt vattenstånd i Tabergsåån medförde att undersökningslokalen inte kunde elfiskas hösten 2007.

Vid elfiskeundersökningarna användes ett motordrivet elfiskeaggregat. Använd spänning har varit ca 400 - 600 V. Elfiskena har genomförts med successiv utfiskning, med tre upprepade fiskeomgångar, vilket möjliggör bl a skattning av öringförekomsten med viss säkerhet. Avfiskning har i respektive vattendrag skett på ett bestämt avsnitt (provyta), omfattande en yta på mellan 105 och 225 m². Platsen för elfisket har ursprungligen valts med utgångspunkt från att den skall representera en lämplig uppväxtbiotop för öringungar.

För att kunna belysa utvecklingen i vattendragen har stor vikt lagts vid att på varje lokal utföra elfiskena så att resultaten blir så jämförbara som möjligt med tidigare års kontroller. Det kan nämnas att det i två av vattendragen, Knipån och Hornån, var vattenflödet högt, medan vattenföringen i övriga undersökta vattendrag bedömdes vara normal.

Vid elfiskena har förhållanden kring fisket antecknats i elfiskeprotokoll. All fisk har noterats med avseende på art, antal och storlek. Längdmätning av alla öringar har skett som tidigare år. Klassning av åldersgrupper hos öringungar (0+ = årsunge, >1+ = fjolårsunge eller äldre) har gjorts med utgångspunkt från längdfördelning. Vikten hos den samlade fångsten har noterats i flera av bäckarna. Efter avslutat fiske har fångad fisk återutsatts inom provytan.

Elfiske, på det sätt som nu har utförts, innebär att merparten av populationen av öring och andra fiskarter på en provsträcka fångas upp. Vid successiv utfiskning med tre fiskeomgångar fås normalt ca 85 - 95 % av den fångstbara öringpopulationen. Skattning av antalet kvarvarande fångstbara öringar liksom det totala antalet öringungar inom de olika provytorna har sedan gjorts från fångstdata med hjälp av Zippin's metod. Separat beräkning har gjorts för öring 0+ respektive öring > 1+. Öringtätheten på den avfiskade provytan har beräknats genom att dividera det beräknade antalet öringar inom provytan med provytans areal.

Resultat

Vid 2007 års elfiskeundersökningar utfördes kontroll i fem av Vätterns tillflöden; Granviksån, Gagnån, Hornån, Knipån samt Röttleån. I enlighet med undersökningsprogrammet har fiske skett på en angiven lokal i respektive vattendrag. Komplettering av undersökningen har dock skett i Gagnån där två lokaler har fiskats. I nedanstående tabell redovisas en sammanställning av resultaten av aktuella provfisken (tabell 2).

Tabell 2. Sammanställning av resultat från 2007 års elprovfisken i fem av Vätterns tillflöden.

Vattendrag	Areal (m ²)	Antal öringar (st)		Ber. täthet (st/100m ²)		Ber. biomassa (kg/100m ²)	Övriga arter
		0+	≥1+	0+	≥1+		
Granviksån	105	15	6	15,5	5,7	0,66	Abb, gä, la, sgkr
Gagnån (nedre)	150	8	35	5,4	24,4	0,78	Flnj, sgkr
Gagnån (övre)	225	13	48	4,4	21,6	-	Sgkr
Hornån	105	18	29	17,4	28,0	0,75	
Knipån	150	88	14	63,0	12,6	-	Flnj
Röttleån	160	222	42	158,6	27,9	-	Mö, gä, elr, bs, sgkr

Förkortningar: Abb = abborre, bs = bergsimpa, elr = elritsa, flnej = flodnejonöga, gä = gädda, la = lake, mö = mört, sgkr = signalkräfta.

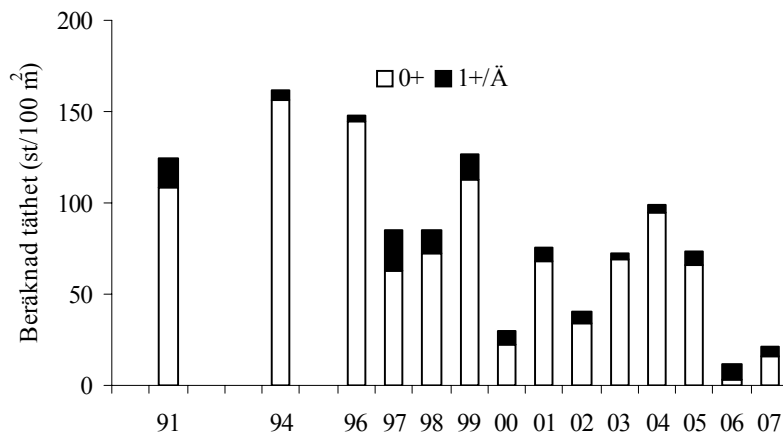
På följande sidor redovisas 2007 års elfiskeresultat i respektive vattendrag. Vissa kommentarer till resultaten lämnas också och speciellt fokuseras förekomsten av öringungar. Jämförelse görs även med tidigare års resultat för att belysa beståndsutvecklingen. Inledningsvis ges en kort beskrivning av miljöförhållandena i och kring vattendraget.

Granviksån: resultat och kommentarer

Granviksån har ett avrinningsområde på ca 16-19 km² och mynnar till norra delen av Vättern, ca 12 km norr om Karlsborg. Bäckens avvattnar ett flertal sjöar, bl a Bergsjön, Kvarnsjön och Ottersjön. Avrinningsområdet är till stor del skogsbevuxet och marken är känslig för försurning. För att minska försurningspåverkan i området påbörjades kalkning i flera sjöar av sjöarna inom tillrinningsområdet 1985-86 och har sedan dess upprepats i olika omgångar.

Elfiskelokalen, som är belägen i den nedre delen av vattendraget i höjd med värdshuset, utgör en god öringbiotop, särskilt för årsungar. Störningar (se vidare nedan) under sommarmånaderna 2006 och 2007 resulterade i att tätheterna av såväl årsungar som äldre öringungar är betydligt lägre än normalt. Öringbeståndets beräknade täthet uppgick till totalt 21,2 st öringar/100 m² fördelad på 15,5 öringårsungar/100 m² och 5,7 äldre

öringungar/100 m². Beräknad täthet av öring på lokalen, uttryckt som biomassa, uppgick till ca 0,66 kg/100m². Den beräknade tätheten av öring åren 1991-2007 framgår av nedanstående diagram (figur 2). Förutom öring påträffades även abborre, gädda, lake och signalkräfta vid elfisket 2007.



Figur 2. Elfiske i Granviksån, lokal Vårdshuset, perioden 1991- 2007.

Sommaren 2006 var Granviksån starkt påverkad av torka vilket sannolikt var orsaken till att inga fjolårsungar fångades vid elfisket 2007. Riklig nederbörd sommaren 2007 orsakade mycket höga vattenflöden i många vattendrag i södra Sverige. Detta har troligen medfört att tätheten av öring, i synnerhet av årsungar, minskat avsevärt. Svårigheter för årsungar att hitta lämpliga ståndplatser vid högvatten har troligen medfört en förflyttning bort från lokalen, något som troligen kan ha medfört en ökad mortalitet hos örningen.

Gagnån: resultat och kommentarer

Gagnåns avrinningsområde uppgår till ca 29 km² och omfattar de mellersta delarna av Hökensås. Avrinningsområdet är sjöfattigt och innehåller endast några mindre sjöar och gölar, bl a Kroksjöarna och Fisklösen. Gagnån var tidigare försurningspåverkad och kalkning av våtmarker längs vattendraget påbörjades 1985. Kalkningsinsatser görs även i ett par av sjöarna inom avrinningsområdet. Gagnån anses ha ett mycket högt naturvärde och från väg 195 upp till källflöden är Gagnån med biflöden avsatt som naturreservat.

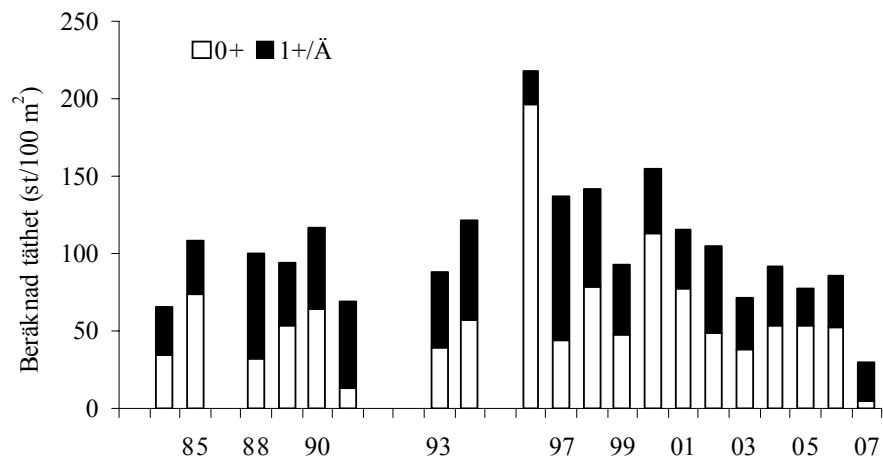
I Gagnåns nedre delar finns strömsträckor som lämpar sig väl för både Vätteröringens och harrrens reproduktion. Längre uppströms i bäcken, ovan befintliga vandringshinder, finns stationär, strömlevande öring. Här finns dessutom bestånd av amerikansk bäckröding. Övriga arter som noterats vid elfiske i vattendraget är abborre, gädda, bergsimpa, flod- och bäcknejonöga. Även signalkräfta har påträffats.

Elfisken i Gagnån år 2007 skedde på två lokaler, dels i den nedre delen av ån, dels på en sträcka uppströms Fagerhult. I den nedre delen av ån domineras öringbeståndet av sjövandrande Vätteröring. I området ovan Fagerhult är beståndet av öring strömlevande och stationärt. På båda lokalerna har elfiske skett tidigare år. Resultaten på respektive lokal i Gagnån redovisas nedan.

Gagnån nedre, vid Bjälkatorpet

Elfisken 2007 i nedre Gagnån, skedde på en provsträcka som utgör uppväxtområde för ungar till den sjölevande Vätteröringen. Utifrån fångsten av öringungar på provsträckan beräknades tätheten till totalt 29,8 st/100m² varav tätheten årsungar (0+) var 5,4 st/100m². Beräknad täthet av öring på lokalen, uttryckt som biomassa, uppgick till 0,78 kg/100m² (se tabell 3). En del av öringungarna på sträckan bedömdes som tresomriga (2+) och ofta vandrar öringen i Gagnån ut först efter tre år i vattendraget.

Återkommande elfisken har gjorts i Gagnån, i stort sett årligen, sedan 1984. Den beräknade öringtätheten på den aktuella provytan, åren 1984–2007, framgår av nedanstående diagram (figur 3).



Figur 3. Elfiske i nedre Gagnån, vid Bjälkatorpet, perioden 1984-2007

Den omfattande nederbörden under sommaren 2007 medförde kraftigt ökade vattennivåer i Gagnån. Högvattnet ledde till att, i synnerhet öringårsungarna påverkades negativt. Brist på ståndplatser till följd av högvattnet, eventuellt i kombination med förändrade konkurrensförhållanden, orsakade en förflyttning av årsungar från de normala uppehållsplatserna. Resultatet 2007 uppvisar den lägsta noterade tätheten av öringungar sedan elfisken startade 1984.

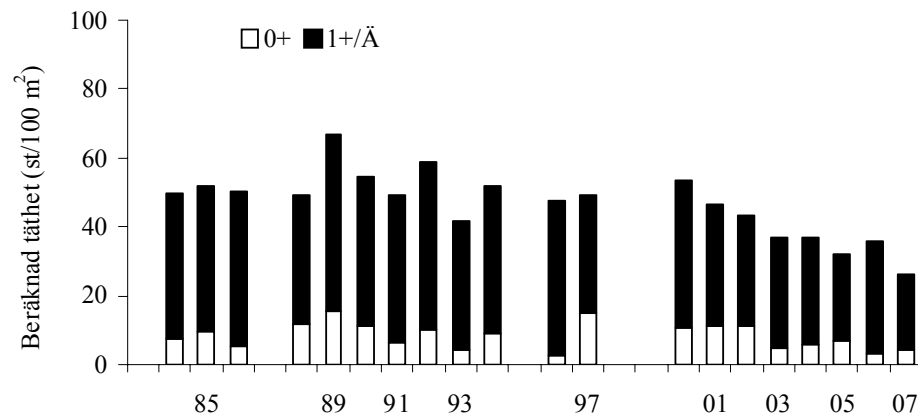
Övriga fiskarter på provytan har under åren varit mer sparsamt förekommande, med undantag för nejonöga som ibland påträffats tämligen

rikligt. År 2007 fångades flodnejonöga, men även signalkräfta på lokalen. Någon successiv förändring av fiskfaunans sammansättning har inte noterats under den period som lokalen kontrollerats.

Gagnån, ovan Fagerhult

Elfisket år 2007 i övre delen av Gagnån, skedde på en sträcka där öringen är mer eller mindre stationär. Beståndet innehåller flera årsklasser. Utifrån fångsten av öringungar på provsträckan beräknades besättningstätheten uppgå till totalt 26,0 st/100m² varav tätheten årsungar (0+) var 4,4 st/100m². (Problem med vågen gjorde att ingen vägning kunde göras.)

Återkommande elfisken har gjorts även i denna del av Gagnån sedan 1984. Beräknad besättningstäthet av öring på den aktuella provytan i övre delen av Gagnån under åren 1984 - 2007 framgår av nedanstående diagram (figur 4).



Figur 4. Elfiske i övre Gagnån vid Fagerhult perioden 1984-2007

Under åren som undersökningar utförts i Gagnån har resultaten från provfiskena på lokalen ovan Fagerhult visat på ett stabilt bestånd av öring. Tätheten av öring har under undersökningsperioden varierat mellan ca 35–70 st/100m². En minskande trend kan dock observeras från 2000 och framåt. Under de senaste säsongerna, 2006 och 2007, har extrema vädersituationer troligen haft en negativ inverkan på öringbeståndet. En stark torka sommaren 2006 följdes av mycket höga vattenflöden sommaren 2007. Även flera av de föregående åren har uppvisat höga vattenflöden som kan ha haft en negativ effekt på öringbeståndet. 2007 års låga tätheter av öring, de lägsta som noterats sedan 1984, kan troligen härledas till högvattnet under sommaren. Förutom öring fångades även signalkräfta vid elfisket 2007.

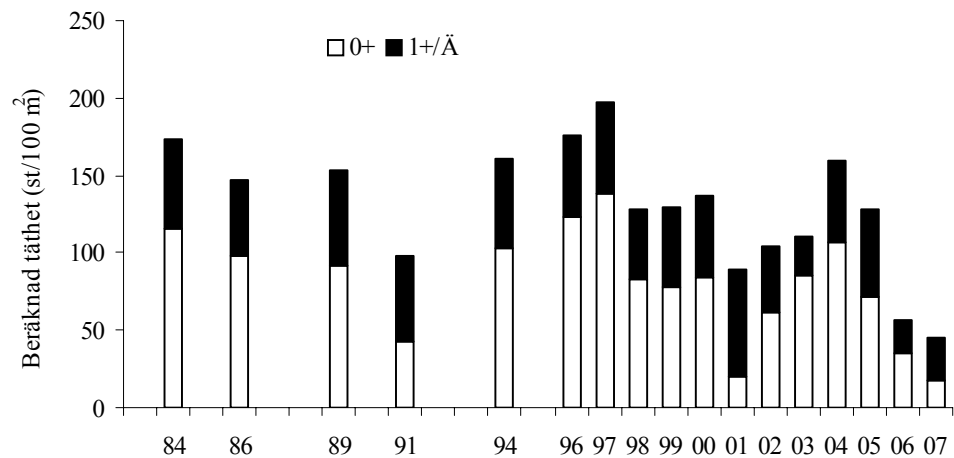
Hornån: resultat och kommentarer

I Hornåns vattensystem ingår Hornsjön samt några mindre sjöar. Hornån avvattnar den mellersta och södra delen av Hökensås, och mynnar sedan i

Vättern ca 5 km norr om Habo. För att motverka försurningspåverkan i vattendraget påbörjades kalkningsåtgärder redan 1984. Vätteröring och harr utnyttjar de strömsträckor som finns i Hornåns nedre delar för sin reproduktion.

Elfisket år 2007 i Hornån gjordes som tidigare år på en lokal i den del av bäcken som är tillgänglig som reproduktionsområde för sjölevande Vätteröring. Fångstresultatet visar på den lägsta noterade öringtäteten sedan elfiskena startade. Den beräknade totala tätheten av öringungar uppgick till 45,4 st/100m². Skattad täthet av årsungar (0+) uppgick till 17,4 st/100m². Täthet av öring på lokalen, uttryckt som biomassa, uppgick till ca 0,75 kg/100m² (tabell 3).

Elfiske har gjorts i Hornån i omgångar sedan 1984. Resultatet från dessa elfisken framgår av nedanstående diagram (figur 5).



Figur 5. Resultat från elfisken i nedre Hornån, perioden 1984-2007.

Tätheten på lokalen har flertalet säsonger varierat mellan ca 100 - 200 st öringar/100m² under den period som undersökningarna har pågått. Betydelsefulla störningar under de senaste två åren, omfattande torra 2006 följt av mycket höga vattenflöden 2007, bedöms ha haft en negativ effekt på öringbeståndet i ån. Öringtäteten 2007 var den lägsta under den period som undersökningar genomförts. De avsevärt lägre tätheterna av öring, särskilt årsungar, kan sannolikt härledas till högvattnet. Elfisket försvårades emellertid också i viss mån av hög vattenföring, vilket möjligen kan ha påverkat resultatet. Lokalen har stark strömmande och forsande vatten och är tämligen svår fiskad vid högre vattenflöden.

Inga andra fiskarter fångades eller observerades vid elfisket. Lokalens karaktär och läge gör att andra fiskarter troligen mer sällan uppehåller sig här, särskilt vid så högt vattenflöde som rådde vid undersökningstillfället.

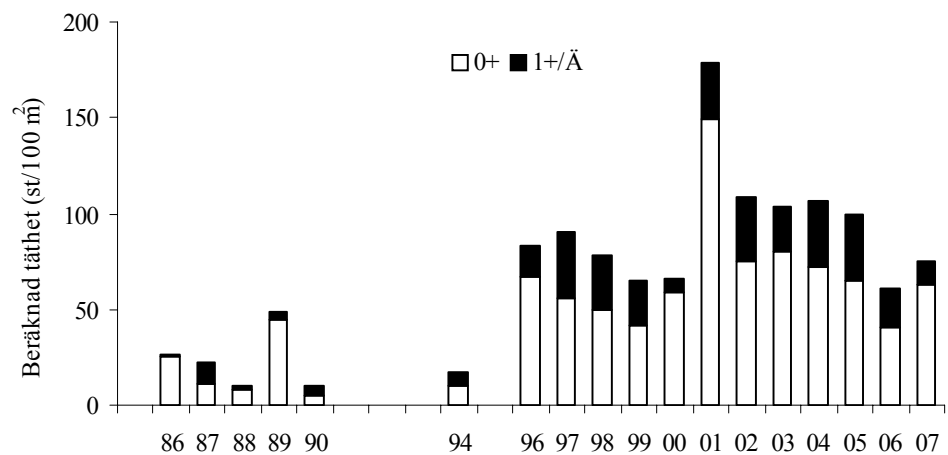
Knipån: resultat och kommentarer

Knipåns avrinningsområde är ca 53 km² och omfattar den södra delen av Hökensås. Ingående sjöar i avrinningsområdet är bl a Knipesjön och Furusjön. Knipån mynnar i Vättern ca 3 km nordost om Habo och de övre delarna av ån är i viss mån utsatta för försurningspåverkan medan de nedre delarna, inom det område som Vätteröringen reproducerar sig, inte tycks vara påverkade. Kalkning sker sedan 1991 årligen i Knipesjön och Furusjön och vattenprovtagning pekar på goda pH- och alkalinitets-värden i systemet.

Åns nedre delar utgör reproduktionsområden för sjölevande öring och harr från Vättern. Längre uppströms i bäcken, ovan vandringshinder, finns ett mer sparsamt bestånd av stationär, strömlevande öring. Övriga fiskarter som dokumenterats vid elfiske i vattendraget är gädda, lake, elritsa, abborre, bergsimpa samt flodnejöga.

Vid elfisket år 2007, på aktuell provsträcka vid Lilla Simontorp, beräknades öringtätheten till totalt 75,6 st/100m². Beräknad täthet av årsungar (0+) uppgick till 63,0 st/100m². Utöver öring fångades endast flodnejöga.

Elfiske har skett i Knipån ett flertal år sedan 1986. Av figur 6 nedan framgår resultatet från elfisken på lokalen, utförda 1986-2007.



Figur 6. Resultat från elfiske i nedre Knipån (lokal: Lilla Simontorp), perioden 1986-2007.

Tätheten av öring, även årsungar, i Knipån var 2007 högre än föregående år, 2006, trots högvattenflödena under sommaren 2007. De beräknade öringtätheterna var dock tydligt lägre än de högsta tätheterna som noterades under perioden 2001-2005. Resultatet visar dock ingen stark påverkan på beståndet, till följd av de höga vattennivåerna. Med hänsyn till den starka störning som högvattnet innebar ses därför inte resultatet som alarmerande och öringtätheten bedöms fortfarande som god.

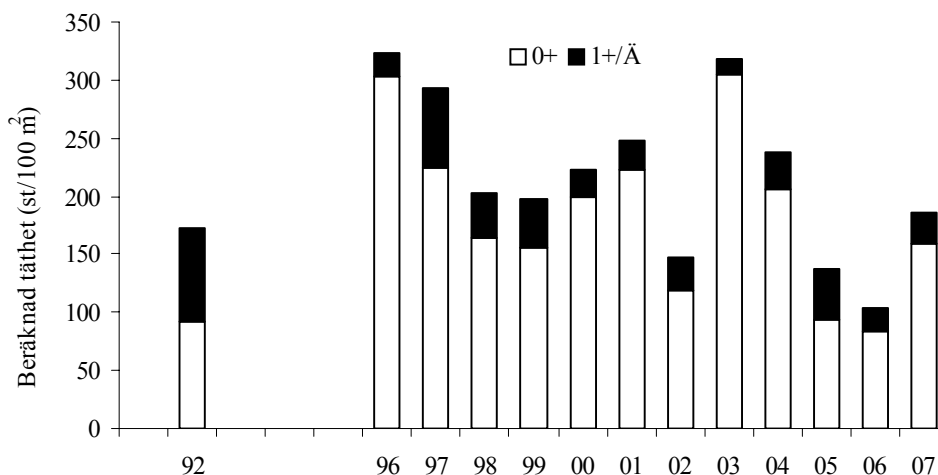
Förutom öring förekommer tidvis andra fiskarter på provsträckan. Vid 2007 års undersökning fångades emellertid inga andra fiskarter.

Röttleån: resultat och kommentarer

Röttleån var ursprungligen ett av Vätterns större tillflöden, med ett avrinningsområde som innefattande bl a sjöarna Ören och Bunn. Då Gränna kraftverk anlades kvarstod endast en mindre del av tillrinningen från ett område nedströms Bunn, omfattande ett avrinningsområde på ca 31 km². Efter omprövning av vattendomen 1998 tappas nu, under perioden maj till oktober, ett minimiflöde till ån från Bunn. Avrinningsområdet innehåller marker med en god buffringsförmåga och försurningen bedöms inte påverka de nedre delarna av Röttleån.

Den för Vätteröringen tillgängliga sträckan i nedersta delen av Röttleån uppgår endast till ca 350 m. På den tillgängliga sträckan leker även bl a harr och flodnejonöga. Längre uppströms i ån finns stationär, strömlevande öring inom vissa avsnitt.

Den aktuella elfiskelokalen är belägen i nedre delen av ån, inom den sträcka som är tillgänglig för Vätteröringen. Fångsten vid elfisket år 2007 dominerades som tidigare år av öring. Övrig fångst var bergsimpa, elritsa, mört, gädda och signalkräfta. Samman-taget uppgick den beräknade tätheten av öringungar på sträckan till 186,5 st/100 m², varav 158,6 st/100 m² utgjordes av årsungar. Resultaten från 2007 års elfiske jämförs i nedanstående figur med resultaten från 1992 samt 1996 – 2006.



Figur 8. Elfiske i Röttleån vid Turbinfundamenten, perioden 1992-2007.

Elfisken har under åren visat att öring förekommer i höga tätheter, vilket pekar på en god reproduktion. Resultatet från fisket år 2007 visar på ökande tätheter jämfört med föregående år (2006) då beståndet troligen påverkades av torka. Elfisket 2007 uppvisar dock, till viss del, större storlek hos

årsungarna jämfört med normalt. De i viss mån varierande storlekarna hos årsungarna kan indikera en viss invandring av stationär öring från uppströms belägna områden, ovan vandringshinder. Resultatet från elfisket 2007 visar dock att rekryteringen av öring i ån är god. Troligen vandrar en del av öringungarna i bäcken ut mot Vättern redan efter första levnadsåret.

Hög vattenföring uppkom även i Röttleån under sommaren 2007.

Samlad bedömning

Resultaten från kontrollen av fiskbestånden och den naturliga öringproduktionen i de sex vattendragen, ger en bild av bäckarnas miljöstatus. Likaså ger kontrollen en bild av den naturliga rekryteringen hos de ur fiskesynpunkt värdefulla öringbestånden. Eventuella förändringar i miljöförhållandena i bäckarna kan upptäckas genom att successivt följa fiskbeståndens storlek och sammansättning. Elfiskeundersökningarna bedöms därigenom ge viktig information och kunskap till pågående vattenvårdsarbete.

En sammanfattning av den öringförekomst som uppmätts på de aktuella lokalerna 2007 har redovisats ovan (tabell 2). Nedan redovisas en sammanfattning av öringförekomsten i de sex vattendragen, uttryckt som biomassa, för året 2007. (Tabell 3.) I samma tabell redovisas som jämförelse öringbiomassa på samma lokaler, beräknad som medelvärde avseende åren 1996-2006. Sammantaget visar elfiskeresultatet 2007 på generellt lägre biomassa än normalt i de undersökta vattendragen med undantag av Granviksån. (I Gagnån-övre uppstod problem vid vägningen varför ingen vikt redovisas från detta fiske.) I inget av fallen ses situationen som mer allvarlig utan bestånden uppvisar trots minskningen, fortfarande relativt goda tätheter av öringungar.

Tabell 3. Beräknad biomassa av öring på undersökta provytor (kg/100m²). Resultat från 2007, samt medelvärdet för perioden 1996-2006. (Medelvärdet för Gagnån övre är beräknat för perioden 2000-2006.)

Vattendrag	Biomassa 2007 kg/100 m ²	Medel 1996-2006 kg/100 m ²
Granviksån	0,660	0,518
Gagnån (nedre)	0,780	0,880
Gagnån (övre)	-	0,565
Hornån	0,750	1,158
Knipån	0,420	0,544
Röttleån	1,520	1,244
Medel (kg/100 m ²)	0,826	0,821

Utifrån elfiskeundersökningarna år 2007, tillsammans med tidigare års resultat, görs nedan en kort samlad bedömning av förhållandena i de aktuella vattendragen (tabell 4). Bedömningen fokuserar öringbestånden och deras utveckling. Utgångspunkt är att öringen utgör en i sammanhanget lämplig indikatorart. Den samlade bedömningen grundas på produktion och rekrytering av öring och är indelad i tre klasser:

Tabell 4. Bedömning av produktion och rekrytering av öring på undersökta lokaler 2007. (Klass I - III.)

Vattendrag	Bedömd produktion och rekrytering			Kommentarer
	I	II	III	
Granviksån		X		Lågt antal öringungar, troligen orsakad av en kombination av störningar 2006 och 2007, torra respektive högvatten.
Gagnån (nedre)		X		Tydligt minskat antal öringungar, troligen orsakat av högvatten 2007.
Gagnån (övre)		X		Något lägre antal årsungar än normalt.
Hornån		X		Öringbeståndet trol påverkat av höga vattenflöden
Knipån	X			God förekomst av öringårsungar. Fortfarande god rekrytering.
Röttleån	X			God förekomst av öringårsungar. Fortfarande god rekrytering.

- I: Optimal eller nära optimal produktion och rekrytering av öring.
 II: Produktion och rekrytering av öring sker men är ej optimal p.g.a. försämrade vattenkvalitet eller annan negativ påverkan på vattenmiljön.
 III: Produktion och rekrytering av öring väsentligt reducerad till följd av kraftig negativ påverkan på vattenmiljön, eller uttorkning.

Genom att elfiskena skett på samma lokaler och på jämförbart sätt år från år, fås en god bild av eventuella förändringar. En fortsatt kontroll av fiskförekomsten och öringproduktionen är planerad i de aktuella Vättertillflödena under 2008.

LITTERATUR, RAPPORTER mm:

- Länsstyrelsen i Skaraborgs län, 1992. *Elfiskeundersökningar 1991 i tillrinningsbäckar till Vättern, Skaraborgs län. Länsstyrelsen; miljövårdsenheten, Meddelande 2/92.*
 Länsstyrelsen i Skaraborgs län, 1995. *Elfiskeundersökning 1994 i tillrinningsbäckar till Vättern. Länsstyrelsen; miljövårdsenheten, Meddelande 3/95.*
 Vätternvårdsförbundet 1996. *Program för samordnad regional miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 38.*
 Vätternvårdsförbundets årskrift 1997. - *Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 47.*
Elfiskeundersökningar 1996 i tillrinningsbäckar till Vättern. (sid 55-68).

*Vätternvårdsförbundets årskrift 1998. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 53.
Elfiskeundersökningar 1997 i tillrinningsbäckar till Vättern. (sid 65-75).*

*Vätternvårdsförbundets årskrift 1999. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 57.
Elfiskeundersökningar 1998 i tillrinningsbäckar till Vättern. (sid 85-96).*

*Vätternvårdsförbundets årskrift 2000. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 59.
Elfiskeundersökningar 1999 i bäckar i Vättern. (sid 79-88).*

*Vätternvårdsförbundets årskrift 2001. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 64.
Elfiskeundersökningar 2000 i bäckar i Vättern. (sid 64-75).*

*Vätternvårdsförbundets årskrift 2002. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 69.
Elfiske i Vätterbäckar 2001 (sid 63-71).*

*Vätternvårdsförbundets årskrift 2003. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 79.
Öringreproduktion i vissa Vätterbäckar 2002 (sid 69-77).*

*Vätternvårdsförbundets årskrift 2004. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 84.
Öringreproduktion i vissa Vätterbäckar 2003 (sid 70-81).*

*Vätternvårdsförbundets årskrift 2005. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 90.
Öringreproduktion i vissa Vätterbäckar 2004-2005.*

Tungmetaller i nederbörd

Ingvar Wängberg & Gunilla Pihl Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Sammanfattning

Våtdeposition av tungmetaller mäts kontinuerligt genom insamling av nederbörd på Visingsö. Undersökningarna utförs av IVL Svenska Miljöinstitutet AB i Göteborg på uppdrag av Vätternvårdsförbundet. Mätningarna startade i mars 1993 och har pågått utan avbrott sedan dess. Av praktiska skäl flyttades mätplatsen 3 km söderut till Kumlaby i januari 2002. Det innebär att samtliga data från januari 2002 härrör från den nya placeringen som inte är lika vindexponerad som den gamla. Detta är en fördel eftersom det minskar risken för störningar av provtagningen i samband med starka vindar.

Av de undersökta metallerna på Visingsö uppvisar depositionen av arsenik, krom, bly och mangan en nedåtgående trend under senare år. Motsatsen gäller främst för kadmium, koppar och zink men i viss mån även för nickel. Den totala mängden nederbörd har också ökat sedan mätningarna startades 1993. Orsaken till ökande deposition av vissa metaller kan inte säkert fastslås, men kan delvis bero på ökade regionala emissioner.

Deposition och halter av tungmetaller under perioden 1993 till 2007

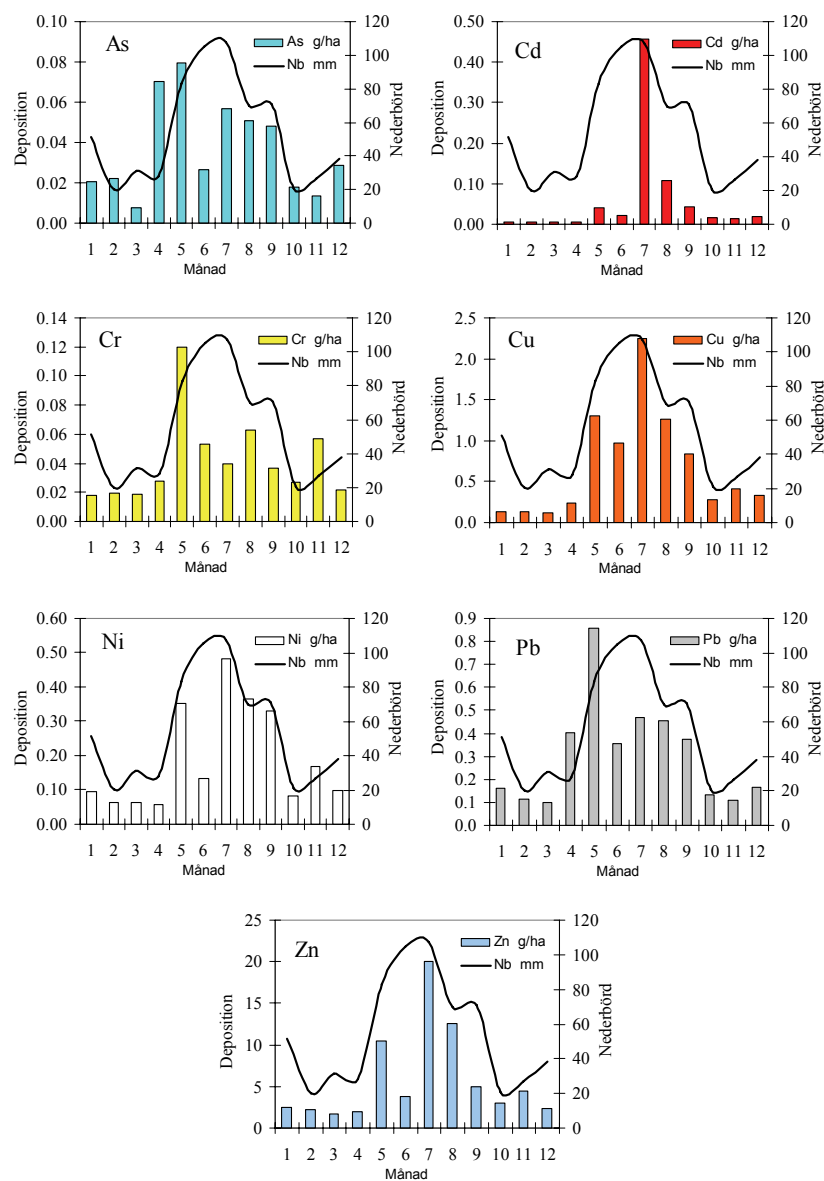
Metoder

Numera insamlas nederbörd med tratt och dunk (2L) på stolpe året runt. Till och med december 2001 gjordes vinterprovtagningen med en hink (5L) på stolpe. Främst vintertid har problem med indunstning av nederbörd i provtagaren förekommit, vilket resulterat i mindre volymer men med högre koncentrationer. Detta ska dock inte påverka den beräknade depositionen. Från och med januari 2002 har hinksamlaren vintertid ersatts av en dunk (2L) med en så kallad Büchner-tratt av polypropenplast. Tratten har höga kanter och är därför lämpad för insamling av snö. Avdunstning och risk för kontaminering är också mindre än med en öppen hink. Provtagningen på Visingsö sker på månadsbasis och provbyten utförs av en person som är bosatt på ön. Vid provbyte byts hela insamlaren ut och all insamlad nederbörd skickas till IVL i Göteborg för syrakonservering. Efter två veckors syralakning av prov och insamlare skickas provet till ALS i Luleå (tidigare Analytica) för analys av tungmetaller med ICP-MS teknik..

Årsmedelkoncentrationer av metaller i nederbörd som presenteras nedan är viktade i avseende på provvolym, enligt $C_{\text{medel}} = \Sigma (V_{\text{prov}} \times C_{\text{prov}}) / \Sigma (V_{\text{prov}})$, där V_{prov} och C_{prov} är volymen och koncentrationen av varje månadsprov.

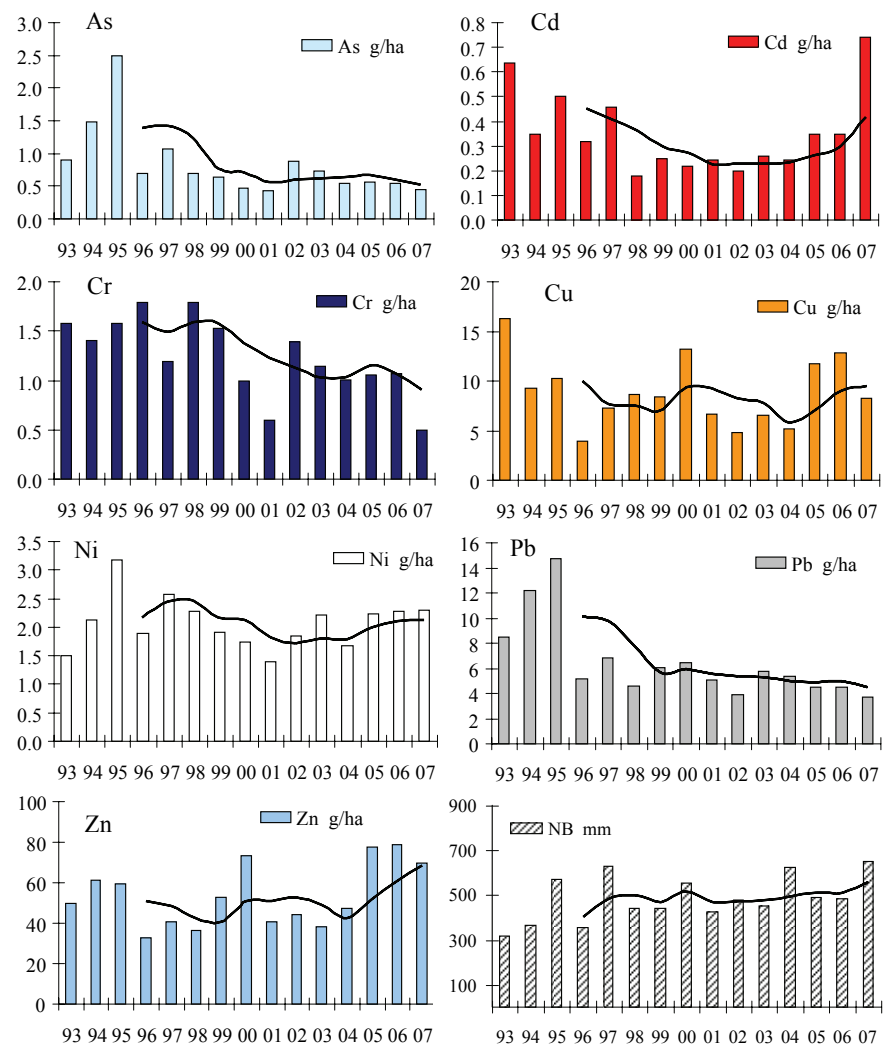
Resultat 2007 och jämförelse med tidigare mätningar

Depositioner av tungmetaller på Visingsö under 2007 visas i figur 1. För tidigare års månadsvärden hänvisas till tidigare årsredovisningar. Den högsta depositionen av tungmetaller noterades för flertalet ämnen i samband med rikliga nederbörds mängder under maj och juli-september.



Figur 1. Metalldeposition och nederbörd på Visingsö 2007

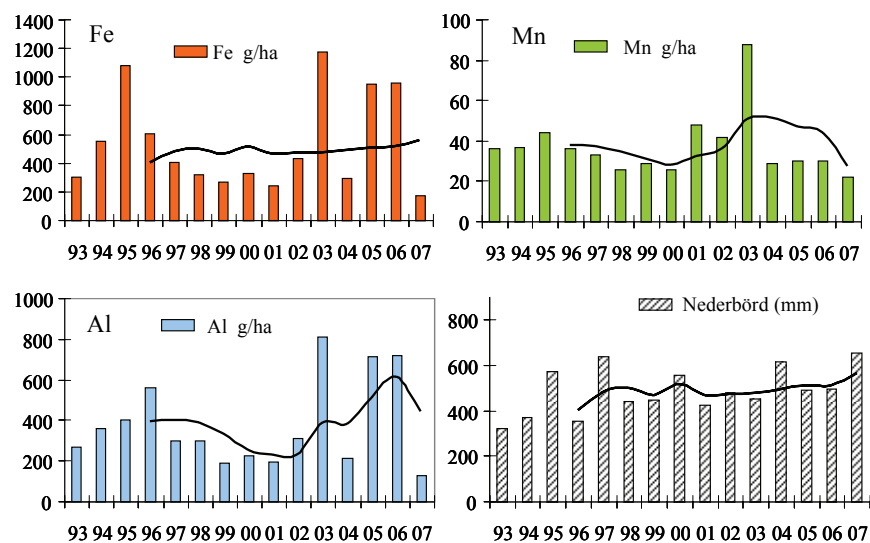
Liknande resultat har även iakttagits under tidigare år, vilket tyder på att våtdeposition är en viktig mekanism när det gäller deposition på Visingsö. Dock förekommer det att månadsdepositionen av en viss metall är måttlig trots riklig nederbörd. Juni månad 2007 är ett sådant exempel med låga eller måttliga depositioner av samtliga metaller trots stor nederbördsmängd. Det här har att göra med hur ren luften är med avseende på de föroreningar som studeras, vilket i sin tur kan bero på varifrån luftmassorna kommer. Det kan också hända att depositionen är stor även under månader med måttlig nederbörd, vilket i så fall tyder på kraftigt förhöjda halter av metaller i luften.



Figur 2. Årsmedeldeposition av metaller samt nederbörd på Visingsö under perioden 1993 - 2007. Svart heldragen linje visar glidande 4-årsmedelvärden. Data för 2003 härrör från mätningar under mars - december.

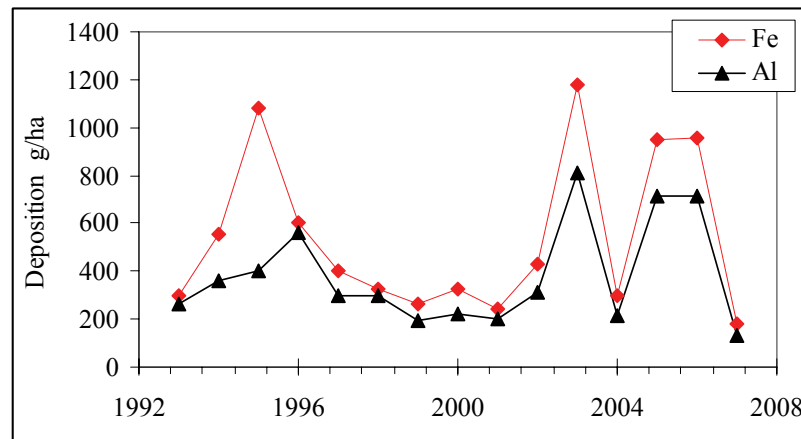
Figur 2 visar resultat från år 2007, i jämförelse med hela mätperioden 1993 - 2007. Variationen i deposition mellan enskilda år är ofta slumpmässig, varför det i allmänhet inte går att dra någon säker slutsats angående trender utifrån data från korta tidsperioder. Därför har 4-årsmedelvärden räknats fram, vilka indikeras med heldragen svart linje. Depositionen minskade generellt för alla metallerna under perioden 1993 till 2004. Reduktionen var mellan 15% till 60% beroende på metall och var störst för arsenik och minst för zink. Minskningen i deposition skedde samtidigt med något ökande nederbördsmängder vilket också framgår av figur 2. Depositionen av kadmium, koppar, nickel och zink verkar dock ha ökat under den senaste 3-årsperioden. Depositionen av de tre förstnämnda metallerna är nu tillbaka på ungefär samma nivå som under 1993 - 96 (jämför medelvärden för perioderna 1993 - 96 och 2004 - 07 i figur 1.) Depositionen av zink är till och med högre nu än den var i mitten av 1990-talet. Nedfallet av arsenik, krom och bly är fortfarande lågt och möjligen avtagande på Visingsö.

Även metallerna järn (Fe), mangan (Mn) och aluminium (Al) analyseras i nederbördsproven och resultatet för perioden 1993 - 2007 visas i figur 3. Deposition av dessa metaller utgör en relativt liten ekologisk risk, men förändringar med tiden bör ändå noteras. Depositionen av järn och aluminium växlar ofta kraftigt från ett år till ett annat.



Figur 3. Årsmedeldeposition av järn, mangan och aluminium samt nederbörd på Visingsö under perioden 1993 - 2007. Svart heldragen linje visar 4-årsmedelvärden. Data för 2003 härrör från mätningar under mars - december.

De lägsta depositionerna av järn och aluminium, samt även mangan, uppmättes under 2007. Depositionen av järn och aluminium är väl korrelerad, se figur 3 och 4. Troligtvis beror järn- och aluminiumdepositionen till stor del på resuspension av jordpartiklar från odlingsmark i närheten.



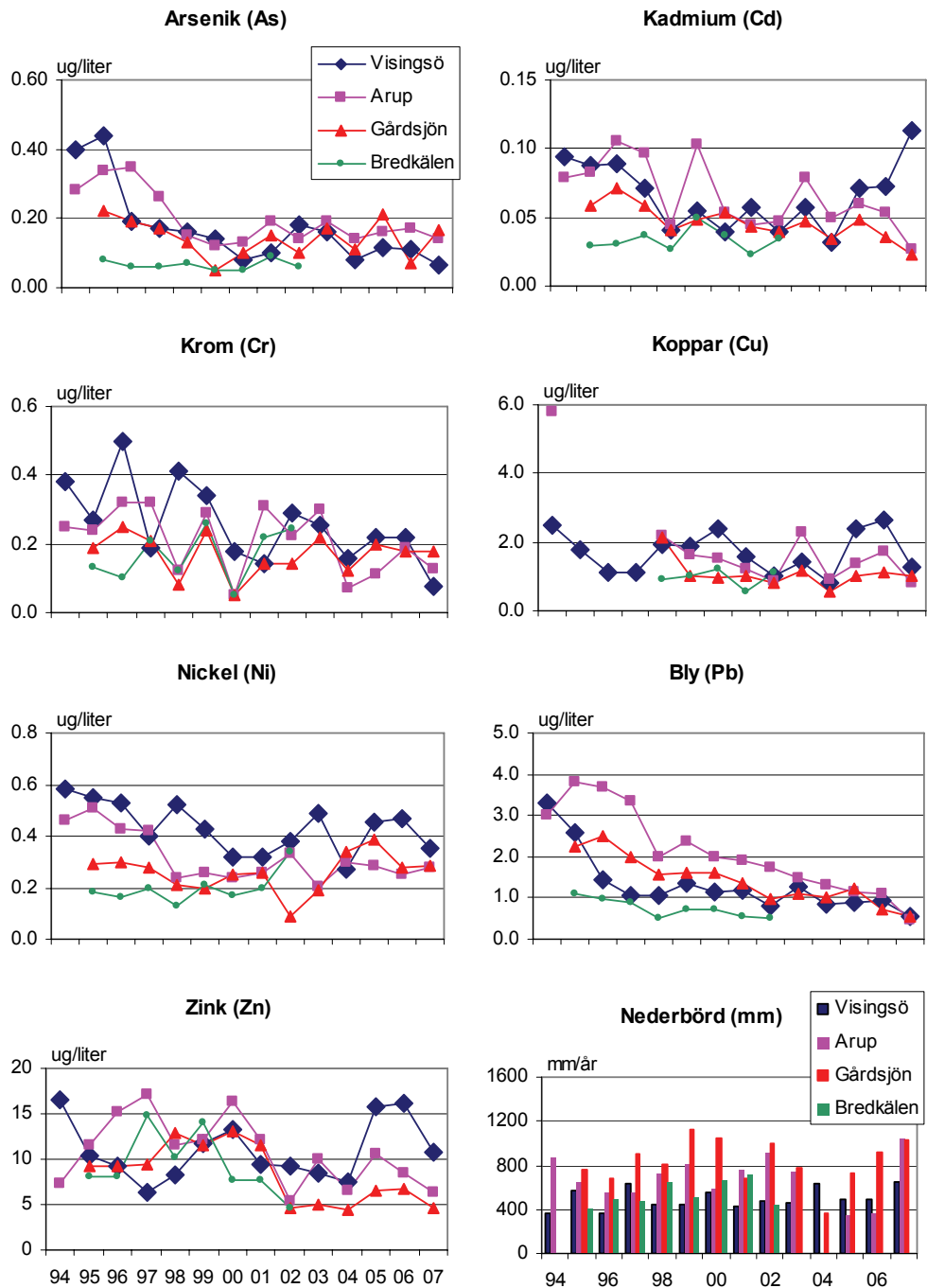
Figur 4. Variation i deposition av järn och aluminium på Visingsö under perioden 2003 - 2007.

Jämförelse med övriga lokaler - halter i nederbörd

Resultaten från Visingsö kan jämföras med nationella mätningar inom den svenska miljöövervakningen. I figur 5 jämförs resultat från Visingsö med tre andra platser i landet: Arup i Skåne, Gårdsjön i Bohuslän och Bredkålen i Jämtland. Mätningarna i Bredkålen är dock avslutade sedan 2003. Insamling och analys av nederbördsprov på dessa platser är inte helt lik den på Visingsö. Insamlarnas utformning är något annorlunda och radien på provtagningskärlen är mindre inom den svenska övervakningen, vilket påverkar insamlingens effektivitet och eventuell avdunstning. Som regel medför mindre insamlingsradie att insamling av nederbörden blir mindre representativ, speciellt gäller detta blåsiga perioder och tillfällen då nederbörden består av snö. Proverna analyseras även av ett annat laboratorium, vilket gör att jämförelsen bör ske med viss försiktighet. På grund av att man misstänkte kontaminering redovisades inte kopparhalter för perioden 1995 - 1997.

Figur 5 visar att halterna av framför allt arsenik och bly, men i viss mån även nickel, krom och kadmium har minskat på lokalerna i södra Sverige sedan mätningarna startade och fram till 2004. Samtidigt minskade påverkan av långväga transport från europeiska källor under perioden, vilket visas av att halterna i södra Sverige avseende flertalet metaller närmade sig de i Bredkålen. Figur 5 visar också att halterna av arsenik i nederbörden har sjunkit från mellan 0.2-0.4 µg/l, som genomsnitt för de sydligare lokalerna under de första åren, till <0.2 µg/l under senare år. Bredkålen i Jämtland

har haft låga arsenikhalter (<0.1 µg/l) under hela mätperioden. Generellt lägre halter av tungmetaller på Jämtlandslokalen gäller samtliga ämnen, utom zink som visat liknande värden som på mätplatserna i södra Sverige.



Figur 5. Volymviktade koncentrationer av tungmetaller i nederbörd från Visingsö jämfört med lokaler inom den nationella övervakningen.

Under perioden 2005 - 07 var halterna av kadmium, koppar, nickel och zink i nederbörd högre på Visingsö än i Gårdsjön och Arup. Men eftersom nedfallet också är beroende på nederbördsmängderna blev depositionen på Visingsö under samma period endast högre med avseende på kadmium och zink i jämförelse med de andra mätplatserna. I Gårdsjön, som är den station som har mest nederbörd, var depositionen av arsenik, krom, nickel samt bly högre än på Visingsö under de senaste 3 åren. Under samma period hade Arup lägst deposition av samtliga metaller, trots att nederbörden där i genomsnitt var lite högre än på Visingsö.

Att depositionen av metallerna kadmium, koppar, nickel och inte minst zink, visar en ökande tendens på Visingsö under de 3 senaste åren (se figur 2) är lite överraskande. Men det bör påpekas att 3 års statistik inte är tillräckligt för att dra någon definitiv slutsats. Emellertid kan man skönja en gemensam tendens angående koncentrationerna av krom, koppar, zink och även kadmium för de 3 senaste åren (se figur 5), vilket kan tolkas som en regional förändring. Resultatet är dock svårtolkat eftersom metallhalterna är ett resultat av både långväga transport och emissioner av mer lokal karaktär. Klart är ändå att halterna av arsenik i nederbörd fortfarande är låga, samt att blyhalterna visar en fortsatt nedåtgående tendens på samtliga mätplatser.

Försurande ämnen i nederbörd

Per Erik Karlsson & Gunilla Pihl Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Sammanfattning

Våtdeposition av försurande ämnen mäts sedan 1993 över öppet fält på Visingsö genom månadsvis insamling av nederbörd året runt. Undersökningarna utförs av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Vätternvårdsförbundet. Provtagningarna bedrivs med en dunk och tratt och en jämförelse med mätningar av nederbördsmängder som skett på samma platser på dygnsbasis med SMHIs utrustning visar att provtagningen med IVLs utrustning vissa månader medför en överskattning av nederbördsmängden, särskilt vintertid och särskilt på platser som är vindutsatta. En ny provtagningsutrustning för nederbördskemiska mätningar finns framtagen, men är ännu inte tagen i bruk. För att möjliggöra jämförelser med nederbördskemiska mätningar över öppet fält vid andra platser i landet grundas depositionsberäkningarna i rapporten alltså på den nederbördsmängd som beräknats baserat på insamling med nuvarande IVLs utrustning.

Depositionen av sulfatsvavel samt nitrat- och ammoniumkväve över öppet fält på Visingsö visar en utpräglad episodartad karaktär, med höga värden vissa månader. Hög deposition är förknippad med hög nederbörd. Hög nederbörd innebär å andra sidan inte alltid hög deposition. Den årliga depositionen över öppet fält på Visingsö ligger i stort på samma nivå som depositionen över öppet fält vid andra platser runt om i södra och mellersta Sverige. Året 2006 var dock depositionen av främst NH_4 avsevärt högre på Visingsö än vid övriga platser. Det förekom väldiga skogsbränder i Ryssland och angränsande länder under våren och sommaren 2006. På grund av ett högtrycksbetonat väderläge över Ryssland transporterades dessa förorenade luftmassor åt väst och nordväst och resulterade i väl dokumenterade episoder av höga halter av luftföroreningar över Storbritannien, Tyskland, Sverige och Finland. Det förefaller som om dessa episoder av kraftigt förorenad luft deponerats över Visingsö i större utsträckning än vid andra mätplatser i södra och mellersta Sverige.

Det är bara depositionen av klorid på Visingsö som uppvisar ett starkt samband med nederbördsmängd. Depositionen av NO_3 och NH_4 uppvisar endast svaga samband och depositionen av SO_4 inget samband alls. Att variationen av svaveldepositionen är relativt liten mellan olika år, trots att nederbördsmängden varierar avsevärt, kan tolkas som att det finns en begränsad, relativt liten mängd svavel i luftmassan och att det inte krävs särskilt mycket nederbörd för att tvätta ur denna.

En detaljerad analys av den månadsvisa depositionen vid Visingsö under de senaste tre åren, i jämförelse med tre kringliggande mätplatser vid Fagerhult i Jönköpings län, Blåbärskullen i Värmlands län och Tagel i Kronobergs län, visar att depositionen i stort är likartad vid dessa platser. Dock var inverkan av stormen Gudrun i januari 2005 på kloriddepositionen vid Visingsö inte var lika tydlig som vid Tagel. Under vår och sommar 2006 förekom höga värden på depositionen av NH_4 på Visingsö vid flera tillfällen. Detta kan sannolikt förklaras av de omfattande skogsbränderna i Ryssland detta år. Det är intressant att samma höga deposition under 2006 inte syns i samma utsträckning vid övriga mätplatser, vilket skulle kunna förklaras av det öppna läget för Visingsö.

Inledning

På Visingsö mäts våtdeposition av försurande ämnen över öppet fält genom månadsvis insamling av nederbörd året runt sedan 1993. Undersökningarna utförs av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Vätternvårdsförbundet. I denna rapport redovisas och analyseras resultaten av mätningarna fram till och med kalenderåret 2007.

Metoder

Våtdeposition av försurande ämnen mäts månadsvis över öppet fält genom insamling och analys av nederbörd. Mätningarna startade i mars 1993 i Säby och har pågått utan avbrott sedan dess. Av praktiska skäl flyttades mätplatsen 3 km söderut till Kumlaby i januari 2002. I mars/april 2005 flyttades mätningarna tillbaka till Säby, ca 100 meter från den ursprungliga platsen (koordinater; x, 6439800; y, 1414660). Detta innebär att data mellan januari 2002 och mars/april 2005 härrör från en placering som inte är lika vindexponerad som den andra. En mindre vindexponerad lokal minskar risken för störningar av provtagningen bland annat i samband med starka vindar.

Nederbörd insamlas med tratt och dunk (2L) på stolpe. Till och med december 2001 gjordes vinterprovtagningen med en hink (5L). Främst vintertid har problem med indunstning av nederbörd i provtagaren förekommit, vilket resulterat i mindre volymer men med högre koncentrationer. Detta påverkade dock sannolikt inte den beräknade depositionen. Från och med januari 2002 har hinksamlaren vintertid ersatts av en dunk (2L) med en så kallad Büchner-tratt av polypropenplast. Tratten har höga kanter och är därför mer lämpad för insamling av snö. Avdunstning och risk för kontaminering är också mindre än med en öppen hink. Provtagningen sker på månadsbasis och provbyten utförs sedan tre år av Ingemar Zander som är bosatt på ön. Vid provbyte byts hela insamlaren ut och all insamlad nederbörd skickas till IVL i Göteborg för analys av pH,

alkalinitet, klorid, svavel samt kvävekomponenter. Metodiken är i stort densamma som används inom Krondroppsnätet (Pihl Karlsson m.fl., 2008).

Vid samma plats som provtagningarna för deposition bedrivs, pågår även dygnsvisa nederbördsräkningar, vilka administreras av SMHI. Dessa mätningar har flyttats på samma vis som depositionsräkningarna.

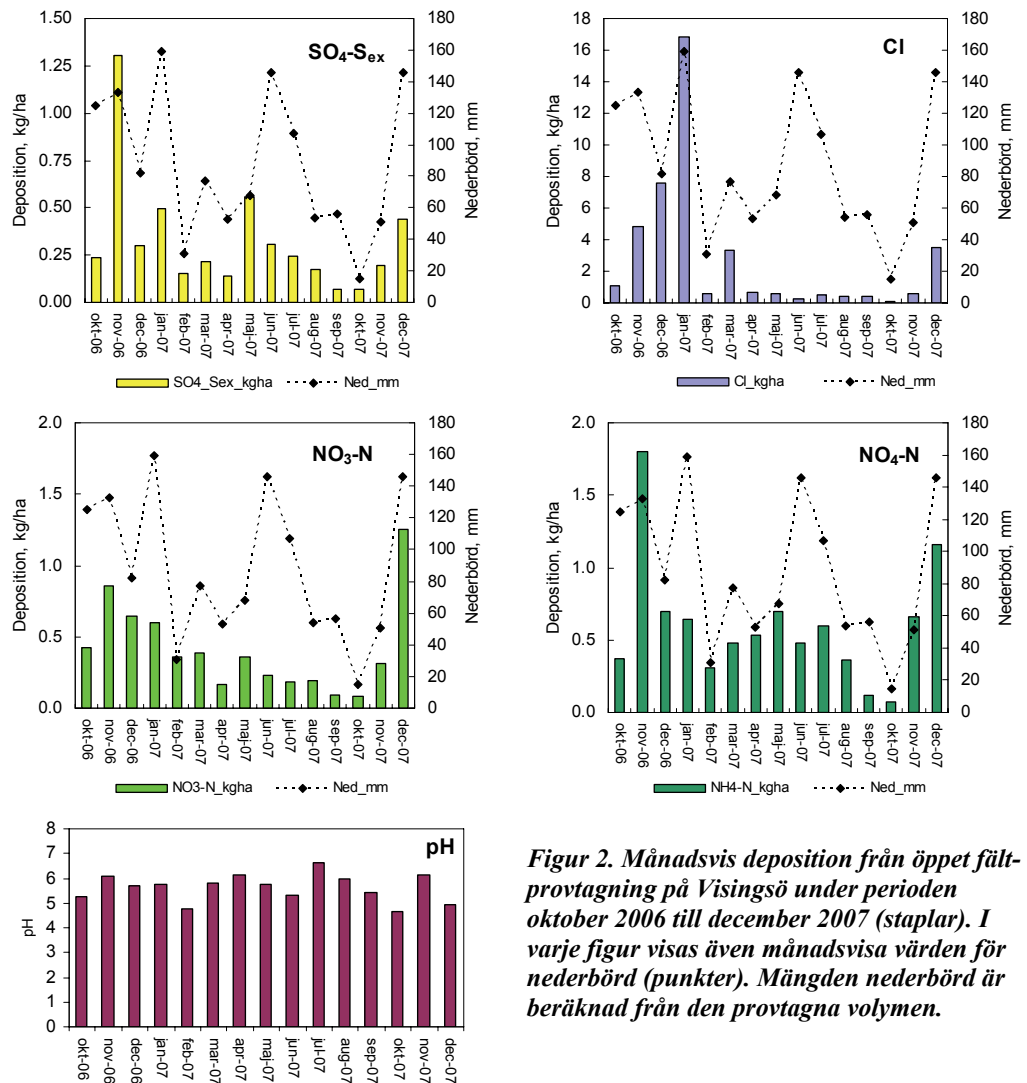
Depositionsräkningarna vid Visingsö jämförs i föreliggande rapport med motsvarande mätningar av deposition över öppet fält vid tre andra platser i södra och mellersta Sverige. Dessa platser är Blåbärskullen i Värmlands län (koordinater; x, 6637080; y, 1337460), Fagerhult i Jönköpings län (koordinater; x, 6376330; y, 1472290) samt Tagel i Kronobergs län (koordinater; x, 6326950; y, 1413300). Dessa mätningar bedrivs inom Krondroppsnätet (ex. Pihl Karlsson m.fl., 2008) och läget för dessa mätplatser visas i Figur 1.



Figur 1. En karta som visar läget för depositionsräkningarna över öppet fält för Blåbärskullen, Fagerhult samt Tagel.

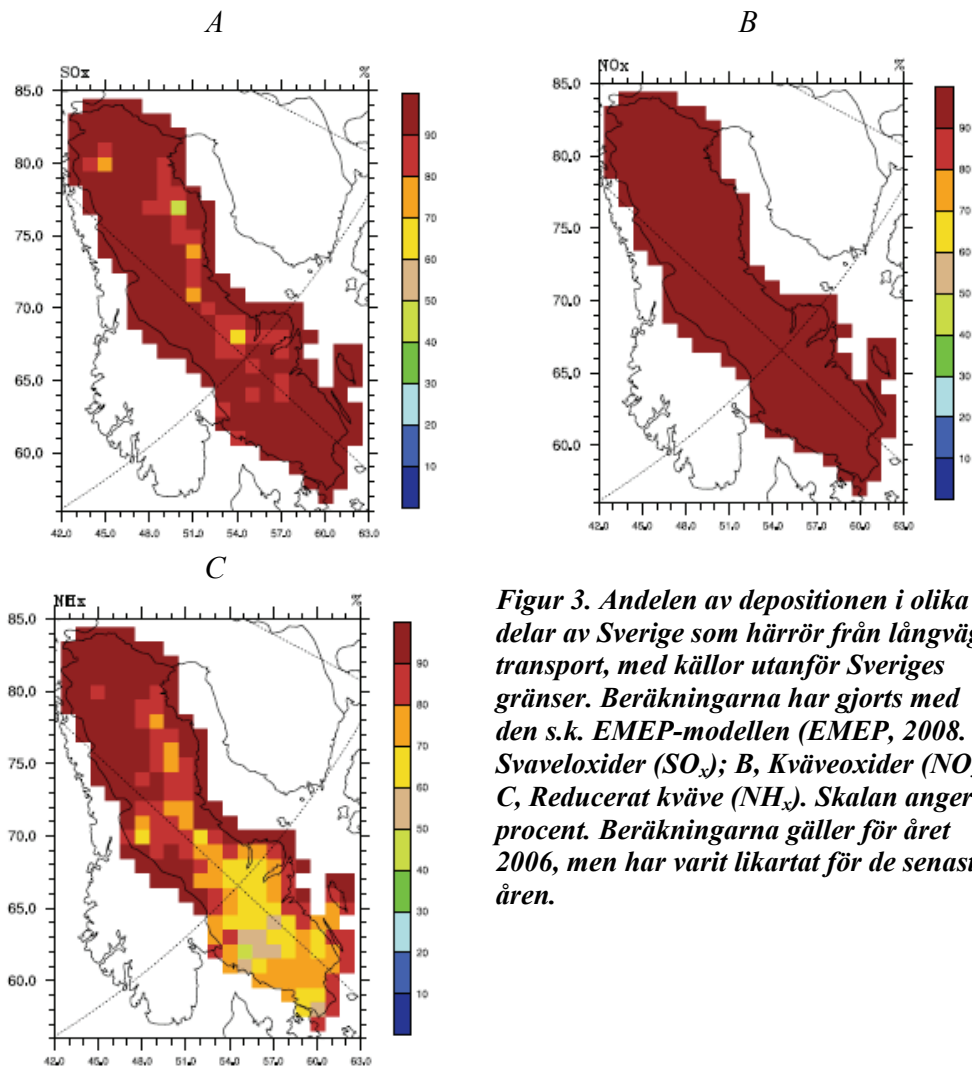
Resultat för 2007

Deposition av försurande ämnen på Visingsö för varje månad under perioden oktober 2006 till december 2007 visas i Figur 2. Depositionen visar en utpräglad episodartad karaktär med höga värden vissa månader. Hög deposition är genomgående förknippad med hög nederbörd. Hög nederbörd innebär å andra sidan inte alltid hög deposition. Storleken på den s.k. våtdepositionen beror på en kombination av nederbördens storlek och föroreningsgraden hos luftmassan som passerar över området. Sulfat (SO_4) och nitrat (NO_3) är i huvudsak långväga transporterade luftföroreningar, medan ammonium (NH_4) har ett större inslag av lokala emissioner (Figur 3, EMEP, 2008). Klorid visar inslaget av havssalt i den passerande luftmassan.



Figur 2. Månadsvis deposition från öppet fältprovtagning på Visingsö under perioden oktober 2006 till december 2007 (staplar). I varje figur visas även månadsvisa värden för nederbörd (punkter). Mängden nederbörd är beräknad från den provtagna volymen.

De värden för depositionen som redovisas i Figur 2 baseras på såväl koncentrationer av olika ämnen i det insamlade provet som den nederbörds mängd som beräknats utifrån provvolymen. Om depositionen istället beräknas på samma koncentrationvärden, men utifrån den nederbörds mängd som beräknats utifrån SMHI:s dygnsvisa nederbördsprovtagning blir mönstren för depositionen desamma, men värdena blir generellt något lägre.



Figur 3. Andelen av depositionen i olika delar av Sverige som härrör från långväga transport, med källor utanför Sveriges gränser. Beräkningarna har gjorts med den s.k. EMEP-modellen (EMEP, 2008. A, Svaveloxider (SO_x); B, Kväveoxider (NO_x); C, Reducerat kväve (NH₃). Skalan anger procent. Beräkningarna gäller för året 2006, men har varit likartat för de senaste åren.

Jämförelse med tidigare års mätningar och mätningar vid andra platser

Deposition av försurande ämnen på Visingsö för varje kalenderår under perioden 1994-2007 visas i Figur 4, tillsammans med motsvarande värden för två andra platser i Götaland, Tagel och Fagerhult, samt en plats i Svealand, Blåbärskullen, där depositions mätningar bedrivits över öppet fält.

Den metodik som används vid övriga platser är i stort densamma som den som nu används på Visingsö. En beskrivning av övriga mätplatser görs i kapitel 2 ovan.

Depositionen över öppet fält på Visingsö ligger i stort på samma nivå som depositionen över öppet fält vid övriga platser. Vissa år syns dock vissa avvikelser. Året 2006 var depositionen på Visingsö av främst NO_3 och NH_4 avsevärt högre än vid övriga platser. Det förekom väldiga skogsbränder i Ryssland och angränsande länder under våren och sommaren 2006 som resulterade i väl dokumenterade episoder av höga halter av luftföroreningar över Storbritannien, Tyskland, Sverige och Finland (Whitham & Manning, 2007). Den förorenade luften nådde så långt som till Island och Svalbard (Stohl m.fl., 2007). Det förefaller som om dessa episoder av kraftigt förorenad luft medfört deposition över Visingsö i större utsträckning än vid andra mätplatser, i synnerhet vad gäller NO_3 och NH_4 . Se vidare en mer detaljerad analys i kapitel 7.

Den totala syrabelastningen från nederbörden, beräknad som total mängd H^+ , förefaller något mindre för Visingsö, jämfört med övriga platser (Figur 4). Depositionen av klorid, en indikator för havssalt, verkar generellt högre för Visingsö jämfört med övriga platser. Ett undantag är dock Tagel i Kronobergs län, som vissa år uppvisar mycket höga värden för kloriddepositionen. Ett sådant år är 2005, då stormen Gudrun resulterade i en mycket hög kloriddeposition vid Tagel, men inte i samma utsträckning t ex vid Visingsö, se vidare kapitel 7. Tagel är belägen på en mycket öppen plats väl exponerad för västliga vindar, medan Fagerhult har mer av karaktären en glänta i skogen.

Jämförelse av nederbördsmätningar med olika metodik

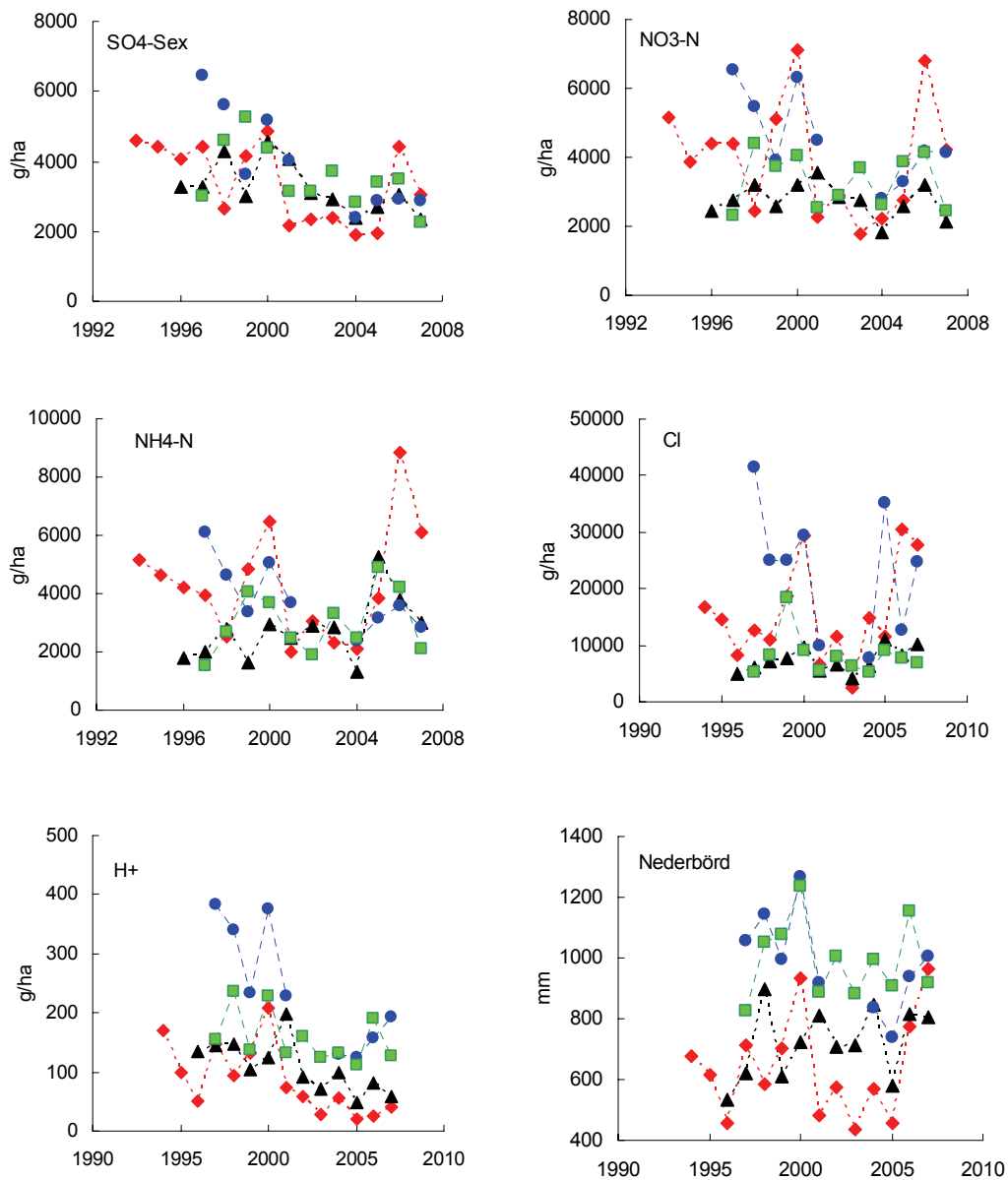
Som redan indikerats ovan, är en korrekt mätning av nederbördsmängden av stor vikt för beräkningarna av våtdepositionen. Samtidigt är nederbörd svår att uppmäta korrekt, i synnerhet vid höga vindstyrkor (Ferm, 2007). Nederbördssamlarens utformning kan även ha betydelse för koncentrationen av kemiska ämnen, genom att den påverkar storleken på de vattendroppar som insamlas. Vattendroppar av olika storlekar kan innehålla olika koncentrationer av ett visst ämne (Ferm, 2007).

Eftersom mätplatsen på Visingsö för insamling av prover för depositions-mätningar, såväl som för SMHIs nederbördsprovtagningar, har flyttats två gånger, samt att IVLs provtagningsutrustning för deposition vintertid byttes januari 2002, har vi gjort en jämförelse mellan de nederbördsmängder som beräknats utifrån IVLs månadsvisa provtagning och SMHIs dygnsvisa provtagning under samma period. I Figur 5 visas månadsvisa värden för skillnaden mellan de beräknade månadsvisa

nederbörds mängderna för de olika metoderna, där ett positivt värde visar att en högre nederbörds mängd beräknats utifrån IVLs provtagare. Värden visas för tre olika perioder, där perioden för Figur 5A omfattar tre år då mätningar bedrivits på en vindutsatt plats och där IVLs utrustning vintertid bestått av en 5 L hink medan den sommartid bestått av en 2 L dunk med tratt. I Figur 5B visas värden för tre år då mätningarna flyttats till en mindre vindutsatt plats och då IVLs mätningar bedrivits med en 2 L dunk med Buchnertratt året om. I Figur 5C, slutligen, visas värden från tre år då mätningarna åter bedrivits vid en vindutsatt plats ca 100 m från den plats som redovisades i Figur 5A. IVLs provtagningsutrustning var densamma som för Figur 5B.

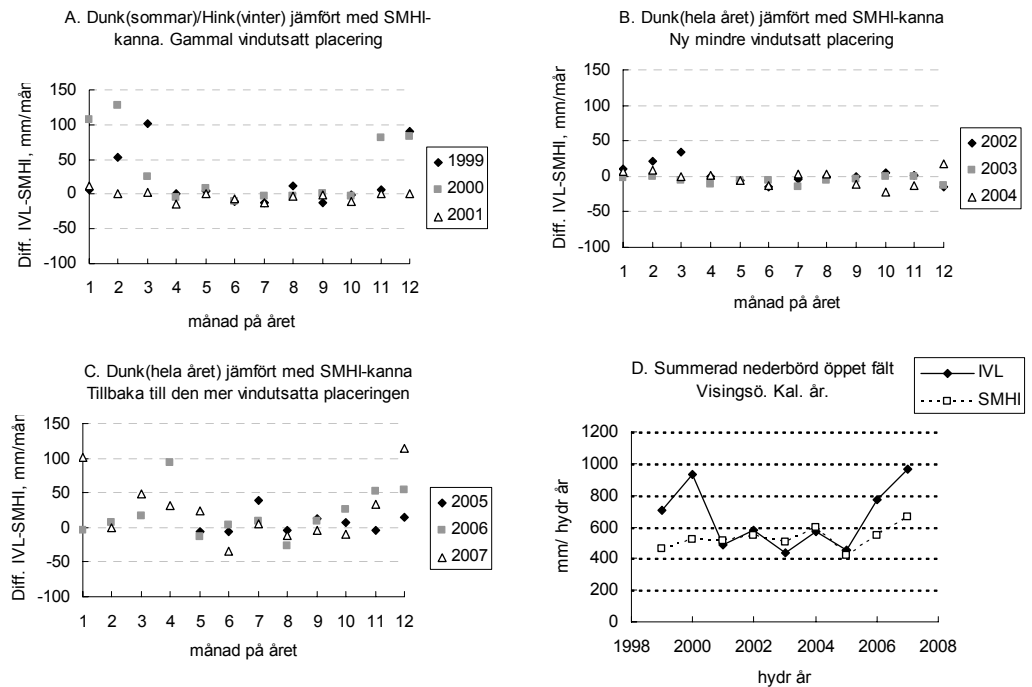
Resultaten visar relativt tydligt att skillnaderna mellan IVLs och SMHIs mätutrustning blir relativt små när mätningarna bedrivs vid den mer vindskyddade platsen, Figur 5B. När mätningarna bedrivs vid de mer vindutsatta platserna kan skillnaderna i uppmätt nederbörd vintertid bli upp till 100 mm, med högre uppmätta mängder med IVLs utrustning. Det kan i vissa fall röra sig om 2-3 gånger högre uppmätt mängd. Sommartid är skillnaderna små. De summerade nederbörds mängderna per kalenderår visas i Figur 5D. På årsbasis varierar nederbörds mängderna upp mot en faktor två, dock vanligtvis mindre. Även vid den mer vindutsatta platsen var det inte någon stor skillnad mellan nederbördsprovtagningarna varje år, vilket illustreras av mätdata för året 2001 i Figur 5. Lägg märke till att flytten av provutrustningen under året 2005 gjordes i mars/april vilket kan förklara att det inte blev några skillnader i nederbördsprovtagning detta år.

SMHI (www.smhi.se) publicerar nederbördsstatistik baserat på 30-års perioder. Den senast publicerade statistiken omfattar perioden 1961-1991. Som medelvärde för denna period och för det område där Visingsö ligger, anger SMHI en årsnederbörd på 400-500 mm. SMHI har dessutom publicerat en rapport som jämför nederbörden under perioden 1991-2005 med den för 1961-1991 (SMHI, 2006). I denna rapport anges att årsnederbörden i området runt Visingsö ökat mellan 5 och 15 % mellan perioderna. Således skulle vi för den period som behandlas i denna rapport förvänta oss en årsnederbörd som medelvärde över flera år på runt 450-550 mm. Den årsnederbörd (kalenderår) som uppmätts med IVLs utrustning då den varit placerad hela året på en vindutsatt plats (1994-2001 och 2006-2007) ligger på 690 mm (Figur 4), medan den blir 530 mm för de tre år då utrustningen varit placerad på en mindre vindutsatt plats. Detta indikerar att mätningarna med IVLs utrustning har överskattat nederbörden med i storleksordningen 40 % för de år då den varit placerad på den mer vindutsatta platsen.



- ◆— Visingsö
- Tagel
- ▲— Fagerhult
- Blåbärskullen

Figur 4. Årsvis (kalenderår) deposition och nederbörd från provtagningen över öppet fält-provtagning på Visingsö, Blåbärskullen, Fagerhult samt Tagel. Värderna redovisas för perioden 1994-2007 för de år då mätningar finns för respektive mätplats.



Figur 5. Månadsvisa och årliga (kalenderår) jämförelser av uppmätt nederbördsmängd mellan IVLs månadsvisa mätningar och SMHIs dygnvisa mätningar över öppet fält på Visingsö för tre olika tidsperioder. På x-axeln anges månad på året. IVLs och SMHIs mätningar var alltid placerade på samma plats. A, Tre år då IVLs mätningar vintertid använde sig av en 5 L hink, sommartid 2 L dunk med tratt. Vindutsatt placering; B, IVLs mätningar använde sig av en 2 L dunk med tratt året om. Mindre vindutsatt placering; C, IVLs mätningar använde sig av en 2 L dunk med tratt året om. Tillbaka till nästan samma vindutsatta placering som användes i Figur A; D, summerad nederbörd för kalenderår.

Provtagning för depositions-mätningar blir alltid en kompromiss mellan att uppnå en så korrekt uppskattning av nederbördsmängden som möjligt, samtidigt som man inte vill kontaminera provet med några kemiska substanser från provtagningsutrustningen. SMHIs provtagningskanna är optimerad för nederbörds-mätningar men gjord av metall, vilket gör att den inte lämpar sig för kemiska analyser av nederbörden. Provtagningsutrustning för deposition är vanligtvis av plast, som är kemiskt inert, men inte utformad för optimal nederbördsprovtagning. Emellertid har det helt nyligen tagits fram en provtagningsutrustning som kombinerar användandet av ett kemiskt inert material med en utformning som fungerar relativt väl för att på ett korrekt sätt provta nederbördsmängd (Ferm, 2007). IVL har ansökt till Naturvårdsverket om finansiering för att byta ut all provtagningsutrustning som används inom den nationella

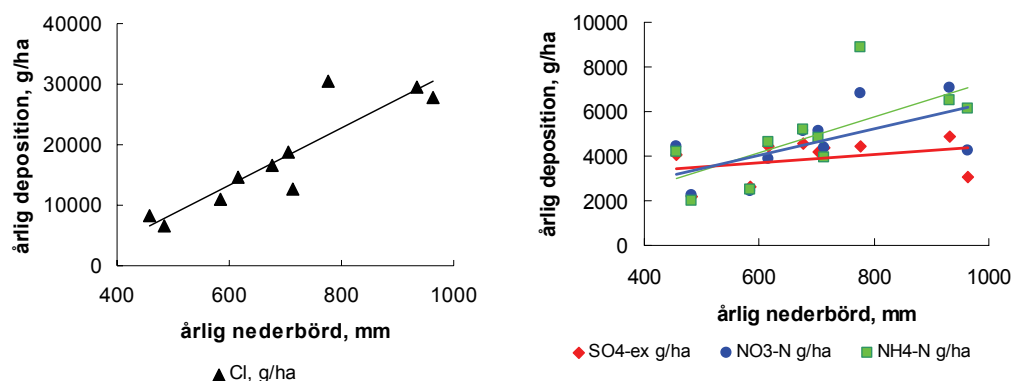
miljöövervakningen för att mäta deposition över öppet fält, till den nya utrustningen. Här ingår att under en tid använda utrustningarna parallellt för att utvärdera skillnaderna vad avser jonkoncentrationer i provtagen nederbörd.

I innevarande rapport har vi valt att tills vidare hålla kvar vid metodiken att basera depositionsberäkningarna på den nederbördsmängd som uppmätts med IVLs utrustning. Detta ger möjlighet att jämföra mätningarna vid Visingsö med depositions-mätningar vid andra platser, där det inte finns tillgång till parallella mätningar av nederbörd med SMHIs utrustning.

Jämförelse mellan årlig deposition och årlig nederbörd vid Visingsö

I Figur 6 visas sambanden mellan årlig deposition och årlig nederbördsmängd för mätningarna över öppet fält på Visingsö. Värdena gäller kalenderår. Nederbördsberäkningarna baseras på provtagning med IVLs utrustning och värden för perioden 2002-2005 är utelämnade, för att analysen skall vara tillämpbar för de mätningar som bedrivs för närvarande.

Det är bara depositionen av klorid som uppvisar ett starkt samband med nederbördsmängd. Depositionen av NO_3 och NH_4 uppvisar endast svaga samband och depositionen av SO_4 inget samband alls. Även vid öppet fält-mätningar på andra platser inom Krondropps nätet erhålls samma resultat, att depositionen av SO_4 har svagt eller inget samband med nederbördsmängd. Analysen borde vara oberoende av om en för stor nederbördsmängd uppmäts, eftersom provvolymen ingår som en faktor både vid beräkningarna av nederbörd och vid deposition. Istället tyder analysen på att luftmassornas föroreningsgrad, och därigenom ursprung, har en mycket större betydelse än mängden nederbörd. Att variationen av svaveldepositionen är relativt liten mellan olika år, trots att nederbördsmängden varierar avsevärt, kan tolkas så att det finns en begränsad, relativt liten mängd svavel i luftmassan och att det inte krävs särskilt mycket nederbörd för att tvätta ur denna.

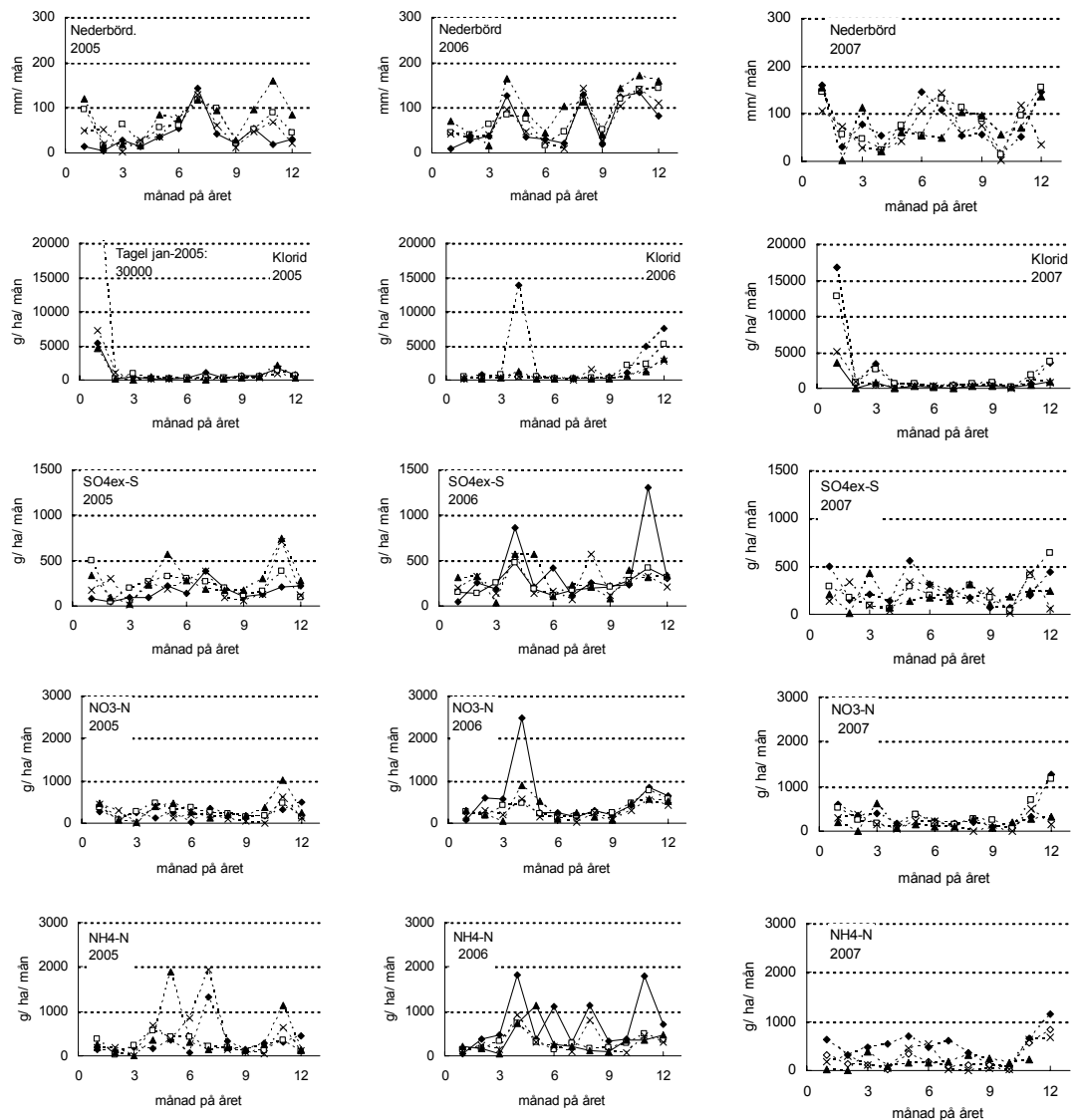


Figur 6. Samband mellan årlig (kalenderår) deposition och årlig nederbörd (uppmätt med IVLs utrustning) för årliga mätningar över öppet fält på Visingsö för perioden 1993-2007, exklusive perioden 2002-2005. Tidsutvecklingen illustreras med trendlinjer skapade med linjär regression. Statistiska värden är för; Cl, riktningskoefficient 47, R^2 0,82; SO_4 -S, riktningskoefficient 1,8, R^2 0,11; NO_3 -N, riktningskoefficient 5,8, R^2 0,39; NH_4 -N, riktningskoefficient 8,0, R^2 0,47.

Jämförelse av månadsvis deposition vid Visingsö med omgivande platser

I Figur 7 visas den månadsvisa nederbörden och depositionen för de tre senaste åren (kalenderår) för Visingsö och tre kringliggande platser, Fagerhult i Jönköpings län, Blåbärskulle i Värmlands län och Tagel i Kronobergs län. Dessa platser ligger geografiskt i olika riktningar jämfört med Visingsö (Figur 1). Under dessa tre år har mätningarna på Visingsö bedrivits vid samma plats och med samma metodik, förutom de tre första månaderna 2005. Nederbördsmätningarna baseras i alla fyra fallen på IVLs utrustning.

Som diskuterats ovan följer nederbördsmätningarna vid Visingsö relativt väl motsvarande mätningar vid de andra tre platserna (Figur 7). Depositionen av klorid är genomgående låg förutom enstaka månader, i synnerhet vintertid. Inverkan av stormen Gudrun i januari 2005 syns tydligt vid Tagel, men inte i samma utsträckning vid övriga platser. April 2006 var en månad då skillnaden mellan IVLs och SMHIs nederbördsprovtagning vid Visingsö var stor, och eftersom kloriddepositionen är starkt beroende av nederbördsmängden (Figur 6) skulle det höga värdet för Visingsö denna månad kunna förklaras med överskattning av nederbördsmängden.



Figur 7. Månadsvisa mätningar av nederbörd samt deposition av klorid, sulfatsvavel, nitrat- och ammoniumkväve under de tre senaste åren vid Visingsö, Blåbärskullen (Värmlands län), Fagerhult (Jönköpings län) samt Tagel (Kronobergs län). Provtagning och beräkning av nederbörd har skett med IVLs utrustning vid alla platserna. $SO_4\text{ex-S}$, sulfatsvavel där bidraget från havssalt subtraherats.

Vad gäller den månadsvisa depositionen av sulfatsvavel samt nitrat- och ammoniumkväve (Figur 7) uppträder ett relativt likartat mönster vid de tre mätplatserna. Vissa skillnader framträder dock. Som redan nämnts förekom under vår och sommar 2006 stora skogsbränder i Ryssland och angränsande länder och denna förorenade luft transporterades i flera omgångar väster och nordväst ut över centrala och norra Europa (Stohl m.fl., 2007, Whitham & Manning, 2007). Denna luft innehöll höga halter ammonium, vilket

kunde detekteras i såväl lufthalter som krondroppsdeposition i norra Sverige (Karlsson & Pihl Karlsson, rapport under utarbetande för Länsstyrelsen i Jämtlands län). Den höga depositionen av NH_4 vid Visingsö vid flera tillfällen under 2006 kan sannolikt förklaras av detta. Det är intressant att samma höga deposition under 2006 inte syns i samma utsträckning vid övriga mätplatser vilket skulle kunna förklaras av det öppna läget för Visingsö.

Det atmosfäriska gränsskiktet, som har stor betydelse för den vertikala transporten av luft mellan högre belägna luftlager och det marknära skiktet, är ofta tunnare över stora vattenmassor jämfört med över land. Under maj respektive juli 2005 framträder även en hög deposition av NH_4 vid Blåbärskullen respektive Fagerhult, vilket vi i nuläget inte har någon förklaring till. Det förekommer även några ytterligare skillnader. Hög deposition av SO_4 och NO_3 vid Visingsö under april 2006 kan antingen även de vara orsakade av de ryska skogsbränderna, alternativt ha samma orsak som den höga kloriddepositionen, dvs. en överskattning av nederbördsmängden. Det förekom även en hög SO_4 deposition vid Visingsö under november 2006. Orsaken till detta är ännu okänd. Sammanfattningsvis förefaller depositionen vid Visingsö i stort relativt lik den som uppmätts över öppet fält vid andra platser i södra och mellersta Sverige.

Referenser

- EMEP, 2008. MSC-W Data Note 1/2008. ISSN 1890-0003
- Ferm, M. 2007. testing and development of a new precipitation gauge for chemical analysis. IVL Rapport B 1755.
- Pihl Karlsson, G., Nettelbladt, A. Akselsson, C., Hellsten, S., Karlsson, P.E., Kronnäs V. & Gunnar Malm, G. 2008. Övervakning av luftföroreningar i Skåne län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1775.
- SMHI, 2006. Klimat i förändring. En jämförelse av temperatur och nederbörd 1991-2005 med 1961-1990. Faktablad nr 29 Oktober 2006.
- Stohl, A., Berg, T., Burkhardt, J.F., Fjaeraa, A.M., Forster, C., Herber, A., Hov, Ö., Lunder, C., McMillan, W.W., Oltmands, S., Shiobara, n M., Simpson, D., Solberg, S., Stebel, K., Ström, J., Törseth, K., Treffeisen, R., Vitkunen, K., Yttri, K.E. 2007. Atmos. Chem. Phys., 7, 511-534.
- Whitham, C. & Manning, A. 2007. Impacts of Russian biomass burning on UK air quality. Atmospheric Environment 41, 8075–8090.



Fisktärnan är en karaktärsart för de stora sjöarna och en av de viktigaste arterna att övervaka, både i ett nationellt och i ett internationellt perspektiv¹.

Sjöfåglar i Vänern, Vättern och Mälaren

• Thomas Landgren
• Thomas Pettersson



Kolonihäckande sjöfåglar inventeras med en gemensam metod som en del av miljöövervakningen i Sveriges tre största sjöar. Inventeringen har skett varje år sen 1994 i Vänern, sen 2002 i Vättern och sen 2005 i Mälaren. Här redovisar vi likheter och skillnader mellan de tre stora sjöarnas fågelbestånd, visar några trender, samt beskriver hur resultaten används inom miljöövervakningen och i andra sammanhang.

IVänerns vidsträckta ytterskärgårdar finns stora förekomster av havstrut, silltrut och silvertärna. Dessa annars ofta kustbundna arter trivs på de i stort sett kala skären. Under inventeringsperioden har även skräntärna (1–3 par), roskarl (0–12 par) och ejder (1 par 2006) häckat.

Vid Mälaren finns gott om vigg och storskarv som trivs i näringsrika vatten respektive i vatten med täta fiskbestånd. I sjöns östra del häckar den hotade ”östersjörasen” av silltrut.

Vättern har glesare bestånd (i förhållande till den totala sjöytan) av de flesta inventerade fågelarterna än de två övriga sjöarna. Att Vättern är näringsfattig och att fågelskär saknas i södra halvan av sjön är faktorer som bidrar till detta.

Några uppmätta trender

De fågelarter som redovisas här har valts av olika anledningar. Fisktärna är upptagen i EG:s fågeldirektiv och de tre stora sjöarna beräknas tillsammans hysa 3–4 % av populationen inom EU, respektive minst en fjärdedel av Sveriges bestånd. Silltrut är upptagen i

Sveriges rödlista i kategorin ”sårbar”² och har sina största inlandsförekomster i Vänern och Mälaren. De två sjöarnas häckfåglar tillhör olika raser av arten med olika flyttningmönster. Storskarven slutligen är nyinvandrad och uppvisar en populationsökning som har få motsvarigheter inom Sveriges fågelvärld.

Fisktärna

Det svenska beståndet av fisktärna har uppskattats till i storleksordningen 20 000 – 25 000 par^{3,4}. Vid Vänern, Vättern och Mälaren finns tillsammans cirka 6000 par. Sverige har genom fågeldirektivet ett åtagande att vidta särskilda åtgärder för att bevara fisktärnans livsmiljö och säkerställa artens överlevnad. I samtliga tre sjöar finns dessutom områden som har pekats ut av regeringen i enlighet med fågeldirektivet (särskilda skyddsområden – SPA).

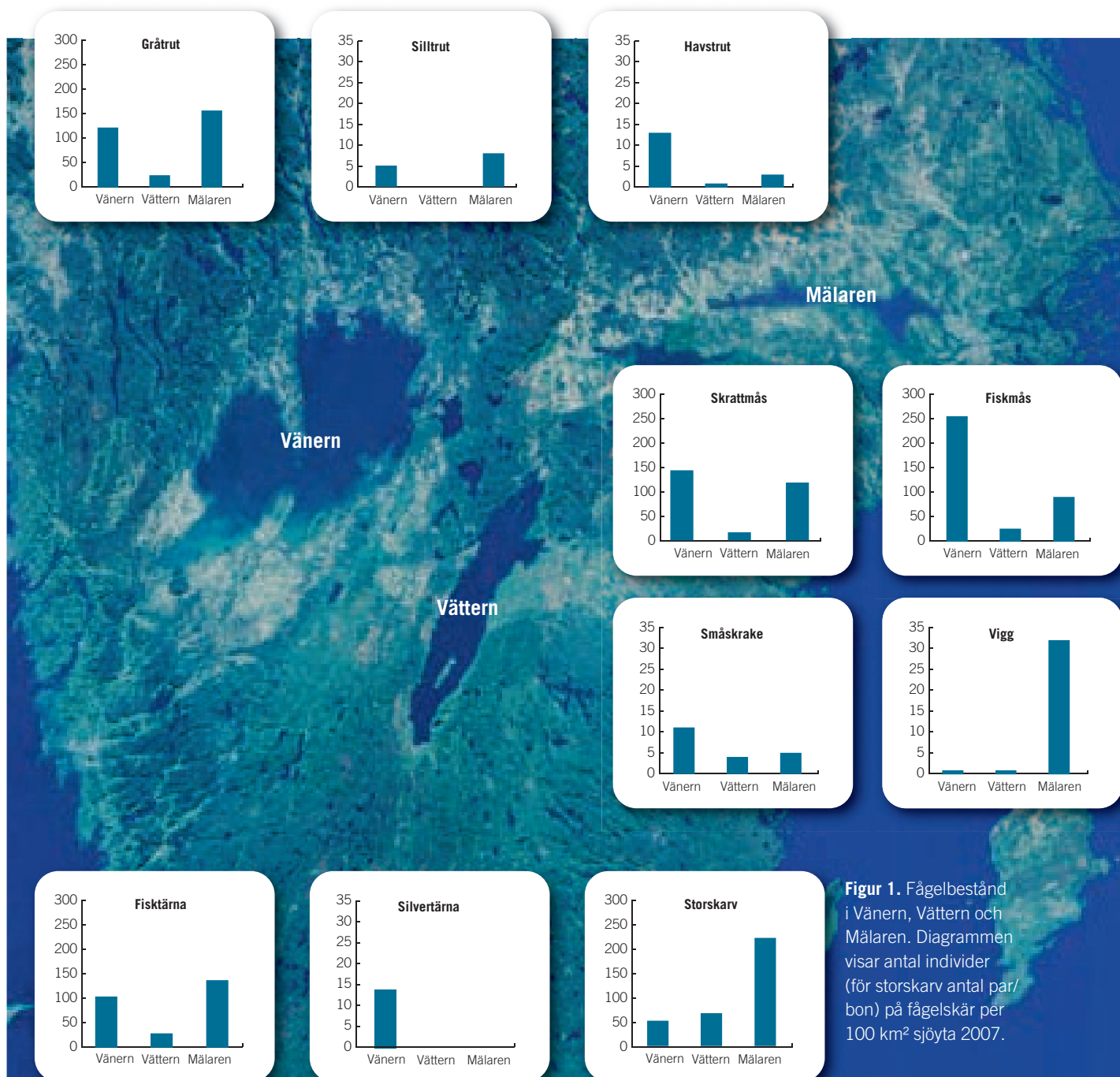
Genom att de stora sjöarna i många avseenden är olika ger övervakning här inte bara besked om populationsnivåer, utan dessutom ökar möjligheterna att kunna förklara eventuella nedgångar och att kunna sätta in effektiva åtgärder.

FAKTA Fågelskären

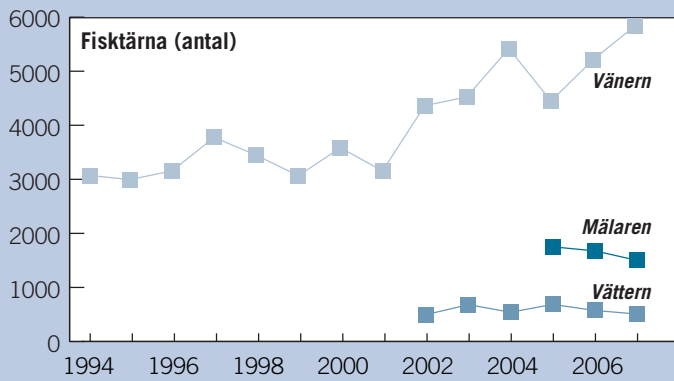
Vänern, Vättern och Mälaren svarar tillsammans för en femtedel av landets totala sjöyta och innehåller sötvattensskärgårdar med många öar, holmar och skär. På vissa av dessa, de så kallade fågelskären, finns kolonihäckande måsar, trutar, tärnor och storskarv. Storskarv, skrattnås, fiskmås, gråtrut och fisktärna är de dominerande fågelarterna på fågelskär i de tre stora sjöarna, men proportionen dem emellan varierar avsevärt (figur 1). Flera arter av andfåglar och vadare drar nytta av måsfåglarnas och tärnornas kollektiva försvar och häckar ofta i anslutning till dessa. Att sjöarnas fågelskär och dess häckfåglar valts som studieobjekt för fågelövervakningen beror på att skären är nyckelbiotoper. Häckfågelfaunan där är art- och individrik och innehåller arter som det är speciellt angeläget att följa utvecklingen hos.

FAKTA Syfte med inventeringen

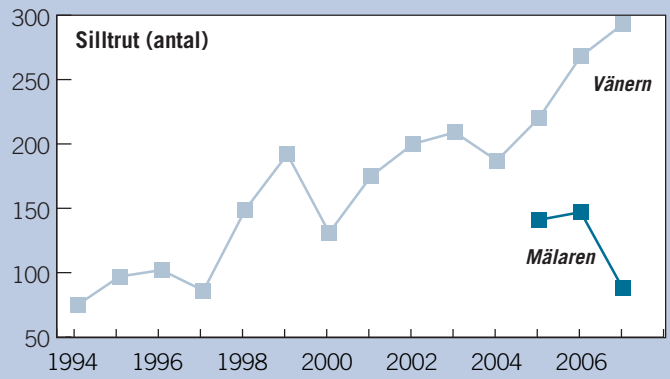
- Att översiktligt följa populationsutvecklingen hos sjöfåg-larna på fågelskären.
- Att speciellt kartlägga och följa förekomsten av nationellt rödlistade arter och arter upptagna i EG:s fågeldirektiv.
- Att översiktligt följa eventuella miljö- och biotopförändringar och fåglarnas reaktion på dessa.
- Att kunna bedöma olika lokalers och områdens betydelse för olika sjöfåglar sett i ett vidare perspektiv.
- Att få fram löpande underlagsmaterial för övervakning av biologisk mångfald, av Natura 2000-områden, områden av riksintresse för naturvård, naturreservat och fågel-skyddsområden.
- Att få fram aktuellt underlagsmaterial för naturvårds-planering på olika nivåer samt för miljökonsekvens-beskrivningar.



Figur 1. Fågelbestånd i Vänern, Vättern och Mälaren. Diagrammen visar antal individer (för storskarv antal par/bon) på fågelskär per 100 km² sjöyta 2007.



▲ **Figur 2.** Antal fisktärnor i respektive sjö under de år som inventering har ägt rum. För Väterns del föreligger en statistiskt säkerställd positiv långsiktig trend för perioden 1994-2007, medan Vätterns population under perioden 2002-2007 tycks ha varit stabil. I Mälaren har antalet fisktärnor minskat under de tre år som inventeringar utförts, men antalet inventeringsår är ännu alltför få för att möjliggöra någon statistisk beräkning.



▲ **Figur 3.** Antal silltrutar i respektive sjö under de år som inventering har ägt rum. Under perioden 2002-2007 har inga revirhållande silltrutar registrerats i Vättern. I Vätern mer än fördubblades antalet silltrutar under perioden 1994-2007. I Mälaren är utvecklingen de senaste decennierna oklar. Under de tre år, 2005-2007, som Mälarens silltrutar inventerats inträffade en kraftig minskning 2007, då antalet häckande par mer än halverades från 90 par 2006 till 35 par.

Silltrut

Silltruten förekommer häckande i Vätern och Mälaren, men saknas i Vättern. Fåglarna i Vätern bör kunna hänföras till rasen *Larus fuscus intermedius*, som i övrigt också förekommer längs västkusten. I sjöns silltrutskolonier hittar man dock ofta fåglar med sinsemellan påfallande olika mörk mantelfärg. Mälarens silltrutar tillhör generellt sett "östersjörasen" *L. f. fuscus* som också förekommer i Östersjön.

Storskarv

På 1970-talet fanns storskarven endast lokalt med ett par kolonier i Kalmarsund. Sedan dess har den ökat kraftigt och spritt sig till i stort sett samtliga kustavsnitt liksom till insjöar i södra Sverige. År 2006 hyste ungefär 200 kolonier sammanlagt cirka 45 000 par⁵.

De första skarvhäckningarna i Vätern konstaterades år 1989, medan Vättern och Mälaren nåddes av de första häckande skarvarna år 1994. Vätern har hela tiden hyst det högsta antalet. Däremot är tätheten av häckande skarvar (i förhållande till den totala sjöytan) avsevärt högre i Mälaren än i Vätern och Vättern (Figur 1). Mälaren är mycket mer näringsrik jämfört med Vätern och Vättern och har en betyd-

ligt högre fisktäthet. I Mälaren finns därför säkert mer föda för skarvarna.

Goda möjligheter att följa trender

De stora bestånden av vissa sjöfåglar i Vätern, Vättern och Mälaren är väl skilda från andra större förekomster av samma arter. Därmed ges goda möjligheter att studera trender och förflyttningar hos större väl avgränsade fågelpopulationer, såväl i sjöarna var för sig som sammantaget. Dessa trender och förflyttningar kan indikera pågående miljöförändringar.

Populationsutvecklingen hos vissa häckfåglar på fågelskär i de stora sjöarna är speciellt angeläget att följa. Det gäller i första hand arter och raser (underarter) som på senare tid haft en negativ utveckling.

Inventeringen utförs varje år

Mellanårsvariationerna i antalet häckande individer av olika fågelarter kan vara betydande. Detta gäller inte minst för tärnor och än mer skrattmås. Bl.a. förekommer sannolikt ett visst utbyte av fågelindivider mellan de stora sjöarna och andra områden. Långa inventeringsserier krävs därför för att långsiktiga trender skall kunna upptäckas.

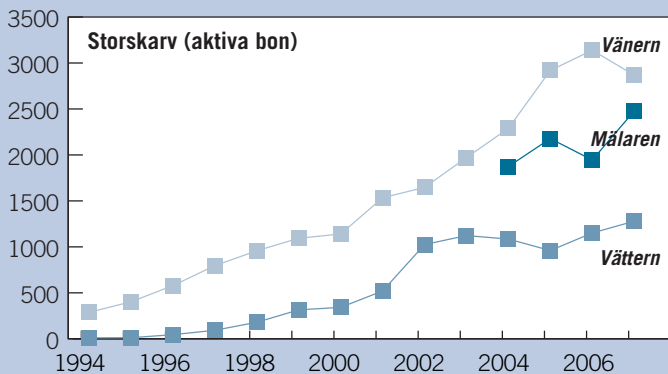
Det insamlade materialet från respektive sjö lagras i varsin databas och redovisas i rapporter^{6,7,8,9}. Från databasen kan man snabbt och enkelt få fram data till exempelvis uppföljning av naturvärden inom Natura 2000-områden, naturreservat och fågelskyddsområden.

Framtiden

I Vätern har allt fler inventerare slagit larm om att många fågelskär, vissa av dem fågelskyddsområden, invaderas av högvuxen vegetation och överges av sjöfåglarna. I några skärgårdar har akut brist på

FAKTA Varför fåglar i miljöövervakningen?

Fåglar är goda indikatorer på miljötillståndet. De befinner sig högt i näringskedjan och svarar därmed snabbt på förändringar. Fåglar representerar olika ekologiska nischer och täcker på så sätt in väsentliga delar av ekosystemen. Kunskapen om olika fågelarters ekologi är i allmänhet högre än hos andra djurgrupper eller växter, vilket innebär att orsakssamband är enklare att finna. Fåglar är relativt enkla att identifiera till art och det finns många kvalificerade ornitologer som är möjliga att anlita för fältarbetet.



▲ **Figur 4.** Antal häckande par av storskarv under de år som inventering ägt rum i respektive sjö. Ökningen i Vänern har varit kontinuerlig fram till 2006. Minskningen 2007 kan tyda på att ett maximum kan vara nått. Vätterns skarvpopulation tycks ha varit i stort sett stabil de senaste sex åren, medan inventeringsserien för Mälarens del ännu är för kort för att några säkra slutsatser skall kunna dras.

Fåglarna, här skrattnåsar, får inte störas allvarligt i häckningen vid inventeringen. Därför räknar vi antalet individer av olika arter från båt. Men för storskarv och gråhäger räknas bon och där kan landstigning behövas¹⁰.



lämpliga häckningsskär uppstått. Flera projekt, initierade av ideella föreningar, länsstyrelse, kommuner och även privatpersoner, har startats. Med hjälp av inventeringsdata lokaliseras de viktigaste fågelskären och slyröjs¹¹. De senaste åren har ett antal av Vänerns största tärn- och skrattnåskolonier funnits på restaurerade fågelskär. Det är också på sådana lokaler den nyinvandrade arten dvärgmåsar slagit till.

Detta är ett bra exempel på hur miljöövervakning kan resultera i att förändringar i miljön uppdagas och även leder till praktiska åtgärder. De röjningsprojekt som pågår i Vänern kan mycket väl ha bidragit till den positiva utvecklingen som uppmätts för bl.a. sjöns skrattnåsar- och fisktärnepopulationer på 2000-talet.

Bra komplement

Sjöfågelinventeringen i Vänern har visat sig vara ett värdefullt komplement till övrig miljöövervakning som inte fångar upp samma typ av skeenden. Stora samordningsvinster görs dessutom genom att inventeringen bidrar med data till olika typer av naturvårdsplanering, t.ex. till den uppföljning av fågellivet för att bedöma bevarandestatusen som gäller för Natura 2000-områden, naturreservat och fågelskyddsområden. Samma värde finns även för Vättern och Mälaren nu när övervakning påbörjats i dessa sjöar.

Sjöfågelinventeringen, som ingår i både miljöövervakningen och övervakningen av skyddade områden, görs på uppdrag av respektive vattenvårdsförbund, länsstyrelser och Naturvårdsverket. Att ha ett samlat övervakningsprogram för fåglar i Vänern, Vättern och Mälaren, ett program som är anpassat till de speciella förhållanden som råder i dessa sjöar, anser vi vara en av hörnstenarna i arbetet för att uppnå de nationella och regionala miljö kvalitetsmålen.

◆ THOMAS LANDGREN är samordnar fågelövervakningen i Vänern och utvärderar resultaten. THOMAS PETERSSON är biolog och arbetar som konsult (TP Naturvård).

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR

1. Populationen inom EU:s medlemsstater har uppskattats till 1 50 000 – 200 000 par (BirdLife International 2004). Förekomsten inom EU är dock kraftigt förskjutet till Finland och Sverige som tillsammans hyser ungefär hälften av EU:s fisktärnor. BirdLife International. 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK: BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No. 12).
2. Gärdenfors, U. (Red.). 2005. *Rödlistade arter i Sverige 2005*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
3. Naturvårdsverket. Odat. Fågelpopulationernas storlek fördelade på län. Sammanställning som del i genomförandet av EGs fågeldirektiv 79/409/EEG. Stockholm.
4. Svensson, S., Svensson, M. & Tjernberg, M. 1999. *Svensk fågelatlas*. Vår Fågelvärld, supplement 31. Stockholm.
5. Staav, R. 2007. Storskarven i Sverige – resultat från riksinventeringen 2006. Fågelåret 2006. Vår Fågelvärld, supplement 47. Stockholm.
6. Gezelius, L. 2008. *Häckande fåglar på skär och holmar i Vättern*. Vätternvårdsförbundet. Årsskrift 2007. Rapport nr 94 från Vätternvårdsförbundet.
7. Landgren, Th. 2007. *2007 års fågelinventering i Vänern*. Länsstyrelserna i Värmlands och V. Götalands län & Vänerns vattenvårdsförbund. Stencil.
8. Pettersson, Th. 2007. *Storskarv i Mälaren 2007*. Rapport 2007:14. Länsstyrelsen i Stockholms län.
9. Pettersson, Th. 2007b. *Fågelskär i Mälaren 2007*. Rapport 2007:22. Länsstyrelsen i Stockholms län.
10. Landgren, Th. 2004. *Metodbeskrivning för inventering av kolonihäckande sjöfåglar i Vänern*. Vänerns vattenvårdsförbund 2004. Rapport nr 28. Stencil.
11. Landgren, E. & Landgren, Th. 2007. *Skötsel av fågelskär i Vänern – Skötselobjekt och skötselråd för Götene, Lidköpings och Marieståds kommun*. Länsstyrelsen i Västra Götalands län & Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 48.

