

Rapport nr 128 från
Vätternvårdsförbundet

Havs
och Vatten
myndigheten



Rapport nr 128 från Vätternvårdsförbundet

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

Rapport	128
Framsida	Vättern med Visingsö från luften (foto: Vätternvårdsförbundet)
Utgivare	Måns Lindell (red), maj 2018.
Kontaktperson	Ann-Sofie Weimarsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län. Telefon 010-223 60 00, 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	150 ex
Tryckt på	Länsstyrelsen, Jönköping 2018
Miljö och återvinning	Rapporten är tryckt på miljömärkt papper .

Förord

När vi gick in i nådens år 2017 rörde sig diskussionerna runt Vättern inte sällan kring det rådande låga vattenståndet. Vättern var *"tom på vatten"*! Och faktum var att det var en *"historiskt"* låg nivå, om än inte lägst, lägre har förekommit tidigare. Runt Vättern spreds dock information om att *"det aldrig varit så lågt"*, eller att *"det är pumpningar och regleringen som tappar ur sjön"* d v s många mer eller mindre ogrundade påståenden. Genom att visa på mätdata av vattenstånd i Vättern över lång tid, visa på riktning och varaktighet samt att mätdata tagits fram med hög precision och med *"bästa teknik"* så kan information ges som är så sann som möjligt. Och det är just här som miljöövervakning kommer in och är så viktig - att ge konkreta underlag på hur det egentligen ser ut. Vätternvårdsförbundet gör sitt yttersta för att fylla den uppgiften, dels genom att ta fram data, dels veta var data finns, använda sig av sakkompetenta inom ett efterfrågat område. I dessa tider förekommer mycket i informationsdjungeln och det är svårt att hitta rätt. Vätternvårdsförbundet anstränger sig för att kunna leverera information om att *"så här ser det med mycket stor sannolikhet ut i Vättern"*.

På förbundsstämman 2017 har ett viktigt styrdokument kunnat fastställas – Förvaltningsplan för fisk och fiske. Tillsammans med Vattenvårdsplan och Bevarandeplan för Natura 2000 (reviderad sådan avses fastställas på stämman 2018) samlar förbundet en inte oväsentlig del av bedömningsunderlaget för Vättern. En grundkurs om miljön i Vättern så att säga. Men det finns självklart mer på andra ställen, i andra system som bidrar till kunskapsunderlaget. Svårigheten är att ha överblick på allt - men ju fler som bidrar ju bättre!

Vad är då viktigt framåt? Jo, dels att fortstätta anpassa miljöövervakning så den svarar mot det som krävs, mot det som ska rapporteras i olika system om Vättern, det vi själva behöver veta. Men även om kommande frågor som kanske vi inte ställer idag men väl imorgon. Ett exempel här är mikroplaster som för närvarande är ett *"hett ämne"*. Och vi försöker självklart beskriva läget i Vättern där med. Under kommande året kommer kansliet jobba med att beskriva samtliga moment som genomförs i Vättern, d v s miljöövervakningsprogrammet. En grannliga uppgift. Men nödvändig.

Vätternvårdsförbundet kan också konstatera att det är viktigt att förmedla alla resultat på ett vis så det når ut och på ett begripligt vis. Rapporter utgör alltjämnt den grund som även små snabba inlägg eller annonseringar måste vila på. Hemsidan samlar det mesta i denna väg. Under 2018 kommer förbundet att jobba vidare med att göra informationen mer lättillgängliga. Välkommen att ta del av information i vilket fall som!

Som vanligt – många som deltagit i undersökningar, många som lagt ned mycket jobb, många som finansierat det hela. Samtliga TACK!



Måns Lindell
Särskilt sakkunnig
Vätternvårdsförbundet

Friederike Ermold
Sakkunnig Vattenfrågor
Vätternvårdsförbundet



Malin Setzer
Sakkunnig Fiske
Vätternvårdsförbundet

Innehållsförteckning

Förord	3
Innehållsförteckning	5
Vättern-Fakta.....	6
Klimat och vattenstånd	7
Vattenkvalitet i Vättern.....	12
Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp.....	21
Växtplankton	35
Djurplankton.....	38
Bottendjur	43
Vätterns pelagiska fiskbestånd.....	49
Fiskets fångster och trender för Vätterns kommersiella fisk- och kräftarter.	58
Inventering av sjöfåglar på fågelskär i Vättern 2017.....	78
Inventering av makrofyter i Vättern	92
Ämnestransport och arealspecifik förlust.....	96
Nederbördskemiska undersökningar av försurande och övergödande ämnen på Visingsö 2016	105
Nederbördskemisk undersökning av tungmetaller på Visingsö	115

Vättern-Fakta

FÖLJANDE HAR PUBLICERATS I VÄTTERNVÅRDSFÖRBUNDETS DIGITALA FAKTASERIE UNDER 2017 OCH FINNS ATT LÄSA PÅ HEMSIDAN WWW.VATERN.ORG.



NR 1:2017 SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT FRÅN STANDARDISERINGSFÖRSÖK AV FLUGUTTERFISKE 2016

Efter uppgifter om ett minskande harrbestånd i Vättern började man 2009 med provfiske efter harr och ett försök att standardisera drag med flugutter som en övervakningsmetod. 2016 provfiskades inom fem områden i Vättern. Totalt fångades 20 harrar i storleksintervallet 280 – 440 mm, med en genomsnittliga fångst per ansträngning på 0,83 harrar. Till följd av provfiskenas ringa och minskande omfattning under senare år är det dessvärre svårt att jämföra resultaten i förhållande till tidigare års resultat.



NR 2:2017 GLACIALRELIKTA KRÄFTDJUR I VÄNER, VÄTTERN OVH MÄLAREN, 2016

Sedan 2011 undersöks tätheten hos glacialrelikta kräftdjur i Vänern, Vättern och i tre fjärdar i Mälaren (sedan 2015). Medeltätheten hos *M. relicta s.l.* 2016 i både Vänern och Vättern var klart högre än 2015, då ovanligt låga tätheter uppmättes. I Vänern uppmättes tre gånger så höga tätheter än i Vättern eller Mälaren, vilket överensstämde med tidigare resultat. Längdfördelningen visade att ettåriga livscyklar dominerade i alla tre sjöar, med fortplantning under vintern. I Vänern tycks dock även sommarfortplantning förekomma.



NR 3:2017 REDOVISNING AV LEKFISKRÄKNINGEN I VÄTTERN S TILLFLÖDEN VÅREN 2017

Räkning av lekande harr i Vätterns tillflöden har pågått sedan 1997, sedan 2005 pågår även ett extensivt kontrollprogram där ett större antal vattendrag besöks årligen. Våren 2017 gjordes 117 besök i 17 vattendrag, samt Visingsö hamn. Harrleken startade ungefär vid samma tid som 2016, vilket var något senare jämfört med 2014 och 2015. Resultaten var svårtolkade, men mycket talar således för att det inte skedde någon påtaglig förändring i antalet lekande individer i de av Vätterns tillflöden som utnyttjas av harren för sin reproduktion i förhållande till de närmast föregående åren.



NR 4:2017 EFFEKTEN AV KRAFTVERKSDAMM PÅ VANDRINGSFRAMGÅNG HOS MIGRERANDE ÖRINGSMOLT

I Svedån undersöktes vandringsframgången för öring smolt i en dammsträcka mot en fritt strömmande kontrollsträcka. Resultatet visade en signifikant lägre vandringsframgång i dammsträckan än i kontrollsträckan, där endast 13,8% passerade dammsträckan och 75% passerade kontrollsträckan. Antal analyserad öring på kontrollsträckan var få, vilket skapar osäkerhet kring skattning på vandringsframgång på kontrollsträckan. Resultatet visar dock samma mönster från liknande studier. Orsakerna kunde ej utredas men troliga orsakerna var predation, navigeringssvårigheter samt tvekan till passage vid dammens ytspill.

Klimat och vattenstånd

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, ALcontrol AB

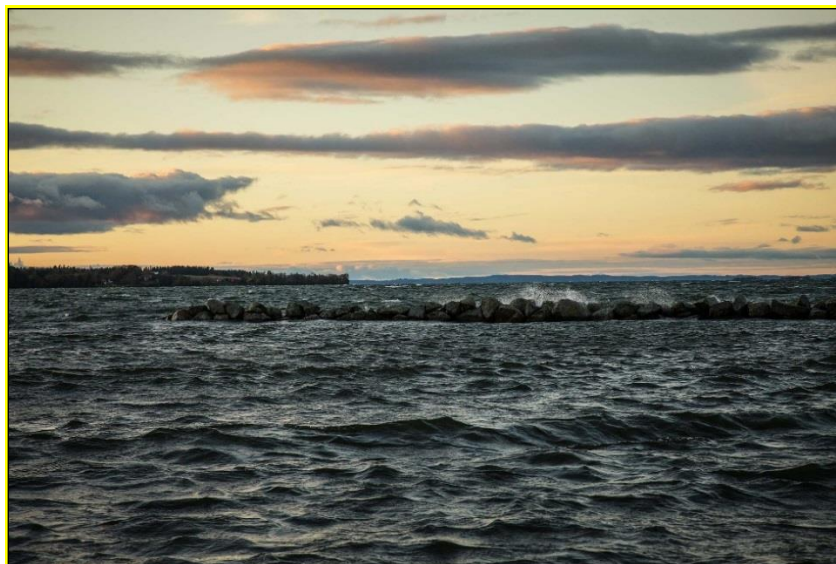
SAMMANFATTNING

År 2016 var årsnederbörden över Vättern (Visingsö) 331 mm, vilket var 34 % mindre än långtidsmedelvärdet för perioden 1990-2015. Det var bara i april som det föll mer nederbörd än normalt.

Medelvattenståndet i Vätterns utlopp var 88,41 meter över havet år 2016, vilket var 11 cm lägre än medelvärdet för perioden 1967-2015, och det lägsta vattenståndet sedan år 2003. Medelvattenståndet var lägre än långtidsmedelvärdet samtliga månader under året.

Årsmedelvattenföringen i Vätterns utlopp var 31,2 m³/s år 2016, vilket var 22 % lägre än medelvärdet för perioden 1960-2015 (40,0 m³/s), vilket var den lägsta medelvattenföringen sedan år 2003. Under nio av årets månader var vattenföringen lägre än långtidsmedelvärdet.

År 2016 var medeltemperaturen på Visingsö 1,4 °C högre än normalvärdet för perioden 1961-1990 (8,0 jämfört med 6,6 °C). Det var mildare än vanligt alla månader utom januari, oktober och november. Andra veckan i juni förekom en tendens till temperatursprångskikt kring 10 meters djup vid både Edeskvarna och Jungfrun. I mitten av juli låg språngskiktet kvar kring 9-11 meters djup vid Edeskvarna, men på 24-26 meters djup vid Jungfrun. I slutet av augusti fanns ett tydligt språngskikt på 18-23 meters djup vid Edeskvarna, men inget vid Jungfrun. Det syns en svag ökning av årsmedeltemperaturen vid vattenintag på fem meters djup och 2016 års värde var ett av de fem högsta i mätserien. Ökningen är statistiskt signifikant under större delen av perioden 1955-2016.

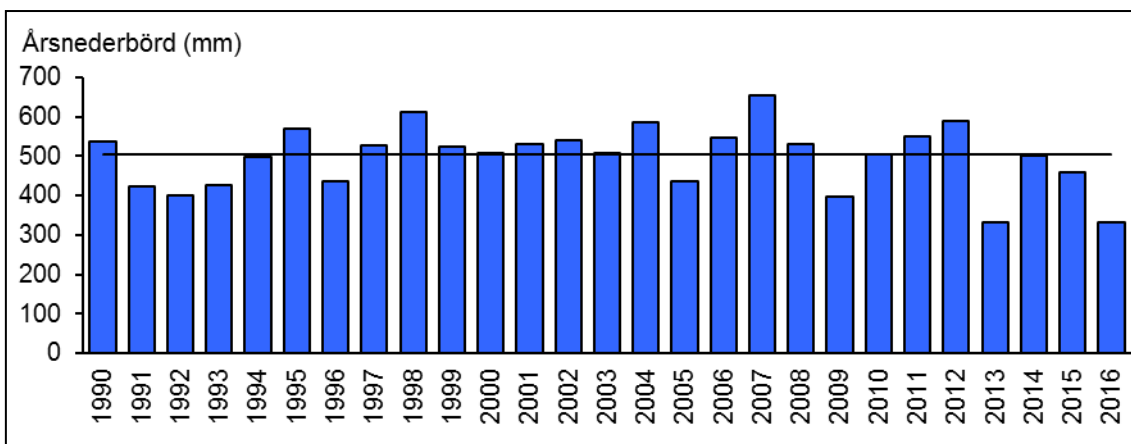


Figur 1. Vättern vid Vadstena (foto: Sven Thunéll, ALcontrol AB).

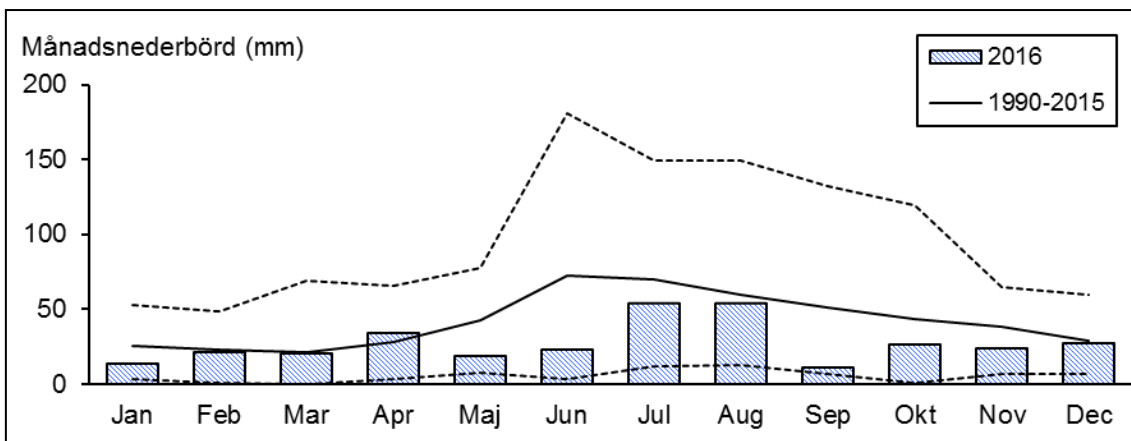
NEDERBÖRD

År 2016 var den totala nederbördsmängden 331 mm vid SMHI:s väderstation på Visingsö (8405). Detta var 174 mm (34 %) mindre än medelvärdet för perioden 1990-2015 (figur 2).

Jämfört med månadsmedelvärden för perioden 1990-2015 föll det mer nederbörd endast i april 2016 (+22 %, figur 3). I februari, mars, augusti och december var nederbördsmängderna nära normala. Övriga månader var nederbördsmängderna mindre än vanligt, vilket var särskilt tydligt i maj, juni och september (figur 3).



Figur 2. Årsnederbörd vid SMHI:s väderstation på Visingsö för åren 1990-2016 (staplar) samt medelvärde för perioden 1990-2015 (heldragen linje). För åren 1990-2007 avser värdena station 8406 och för åren därefter station 8405.

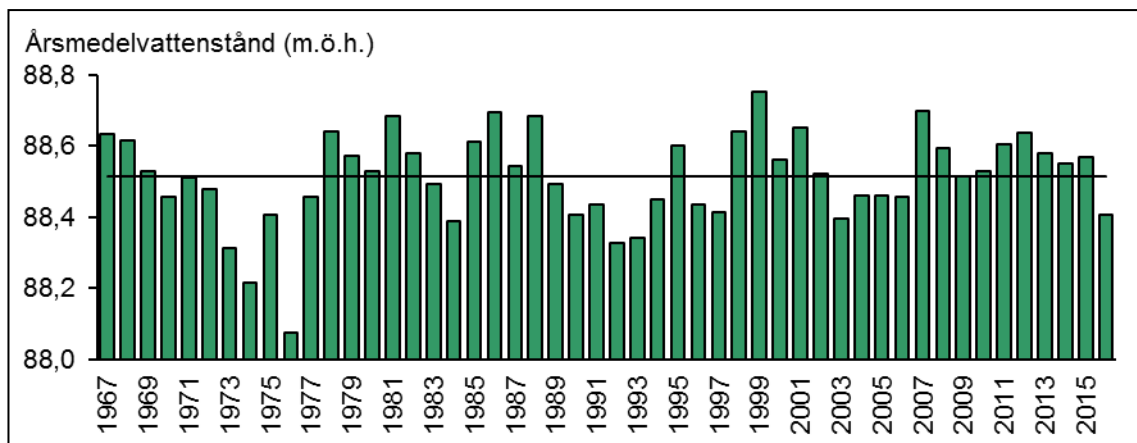


Figur 3. Månadsnederbörd vid SMHI:s väderstation på Visingsö år 2016 (staplar) samt månadsmedelvärden för perioden 1990-2015 (heldragen linje). Streckade linjer avser minimum- respektive maximumvärden för åren 1990-2015. För åren 1990-2007 avser värdena station 8406 och för åren därefter station 8405.

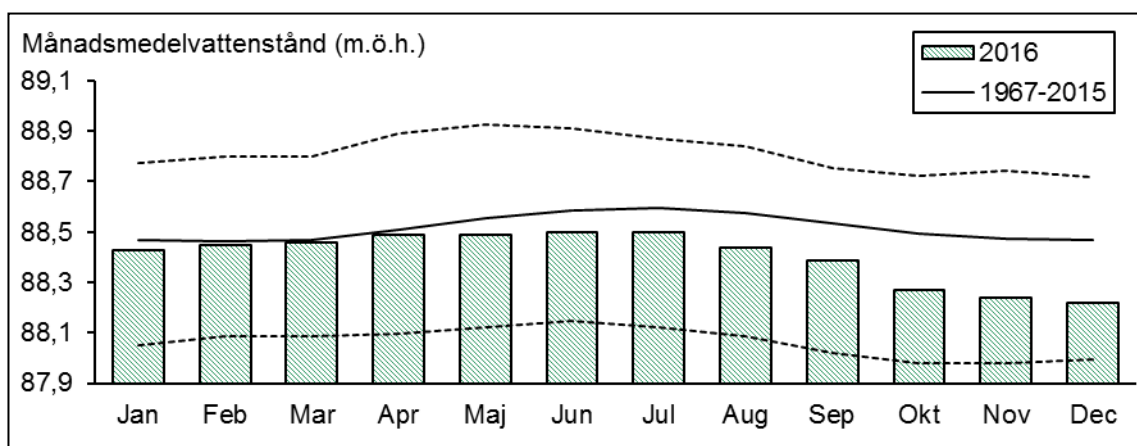
VATTENSTÅND

Sedan år 1858 görs dagliga mätningar av vattenståndet i Vätterns utlopp vid Motala. År 2016 var medelvattenståndet i Vätterns utlopp (SMHI:s station 154 i Motala ström) 88,41 meter över havet, vilket var 11 cm lägre än medelvärdet för perioden 1967-2015, och det lägsta medelvattenståndet sedan år 2003 (figur 4). Det allra lägsta medelvattenståndet (88,07 meter över havet) under perioden noterades år 1976 och det högsta (88,75 meter över havet) år 1999. Variationen under åren 1967-2016 var således nästan sju decimeter.

Jämfört med månadsmedelvärden under åren 1967-2015 var medelvattenståndet år 2016 lägre än dessa samtliga månader (figur 5). Från och med mars blev skillnaden mot medelvattenståndet större och större för varje månad. De låga vattenstånden kan kopplas till mindre nederbördsmängder än normalt (figur 3). Även vindförhållanden har betydelse för vattenståndets förändringar i Vättern. Skillnaden mellan årets lägsta och högsta månadsmedelvattenstånd var 28 centimeter.



Figur 4. Årsmedelvattenstånd i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 154) för åren 1967-2016 (staplar) samt medelvärde för perioden 1967-2015 (heldragen linje).

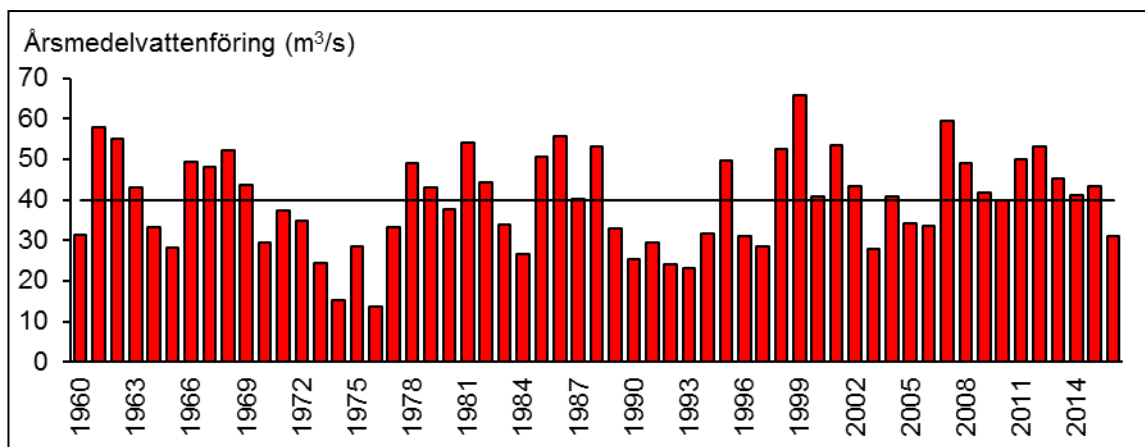


Figur 5. Månadsmedelvattenstånd i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 154) år 2016 (staplar) samt månadsmedelvärden för perioden 1967-2015 (heldragen linje). Streckade linjer avser minimum- respektive maximumvärden för åren 1967-2015.

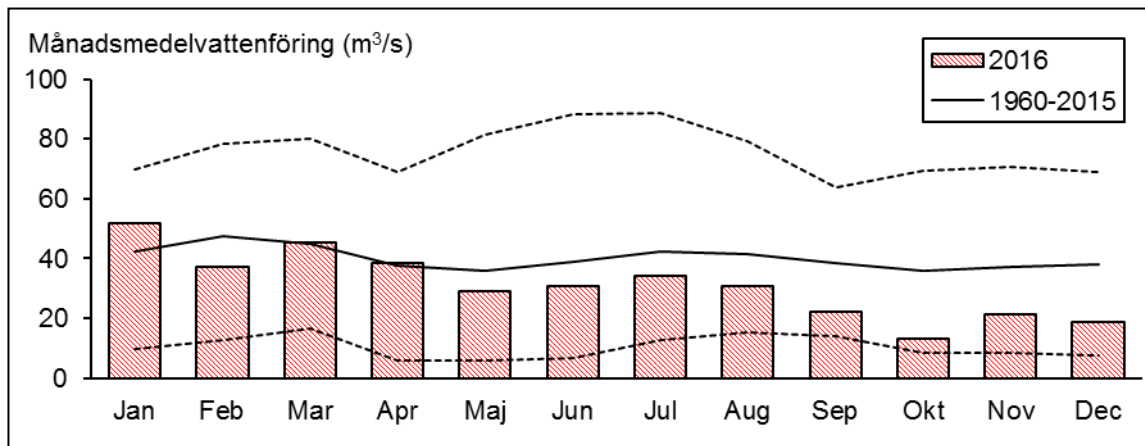
VATTENFÖRING

Årsmedelvattenföringen i Vätterns utlopp (SMHI-station 1950) var 31,2 m³/s år 2016, vilket var 22 % lägre än medelvärdet för perioden 1960-2015 på 40,0 m³/s, och den lägsta medelvattenföringen sedan år 2003 (figur 6). I likhet med vattenståndet noterades den lägsta årsmedelvattenföringen (13,6 m³/s) år 1976 och den högsta (65,8 m³/s) år 1999.

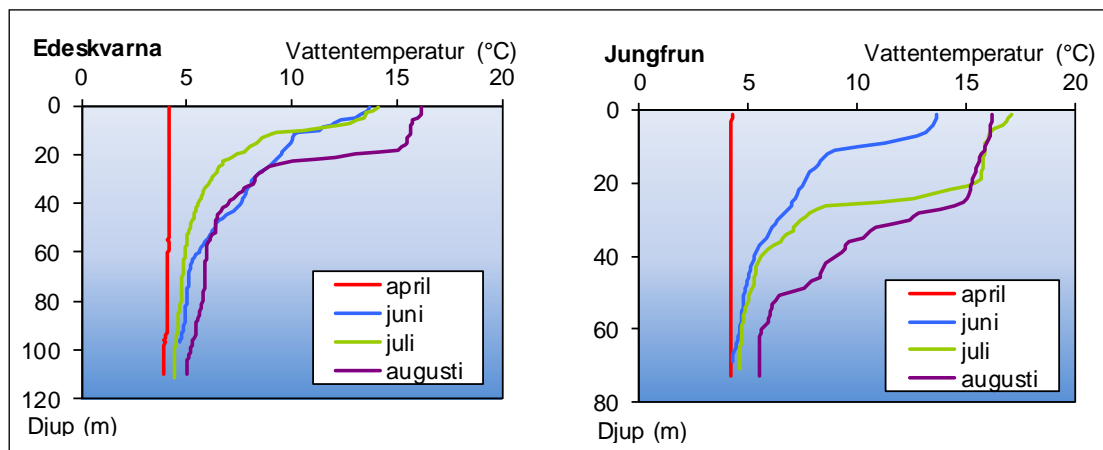
Månadsmedelvattenföringen år 2016 var bara högre än långtidsmedelvärdet i januari samt mars och april (figur 7). Samtliga övriga månader var medelvattenföringen lägre än medelvärdet, särskilt i september till och med december. Vattenföringen varierade mellan 51,8 m³/s i februari och 13,4 m³/s i oktober. Att vattenföringen var mindre under årets senare del förklaras främst av att nederbördsmängderna var under de normala under hela perioden maj till och med november (figur 3).



Figur 6. Årsmedelvattenföring i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 1950) för åren 1960-2016 (staplar) samt medelvärde för perioden 1960-2015 (heldragen linje).



Figur 7. Månadsmedelvattenföring i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 1950) år 2016 (staplar) samt månadsmedelvärden för perioden 1960-2015 (heldragen linje). Streckade linjer avser minimum- respektive maximumvärden för åren 1960-2015.



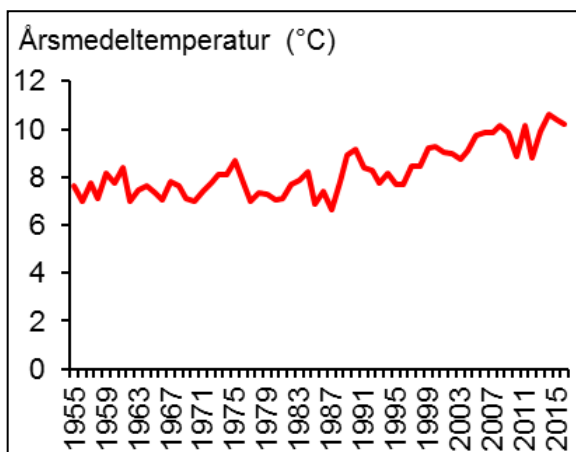
Figur 8. Temperaturprofiler från 2016 års fyra provtagningar vid stationerna Edeskvärna (1) och Jungfrun (2).

TEMPERATUR

År 2016 var medeltemperaturen vid SMHI:s väderstation på Visingsö (8405) 8,0 °C, vilket var 1,4 °C varmare än normalvärdet för perioden 1961-1990 (6,6 °C). Alla månader utom januari, oktober och november var mildare än vanligt. Särskilt mildt var det i februari, mars, september och december med cirka 3-4 °C högre medeltemperaturer än normalt.

Vattentemperaturen vid de båda stationerna i Vättern vid Edeskvärna och Jungfrun varierade med årstiderna (figur 8). I slutet av april var temperaturen bara 0,3 respektive 0,1 °C högre på en meters djup jämfört med 110 respektive 73 meters djup, varför vattenmassan cirkulerade. Andra veckan i juni hade det ytliga vattnet börjat värmas upp jämfört med det djupare, och en tendens till temperatursprångskikt (termoklin) förekom kring 10 meters djup vid båda provplatserna. I mitten av juli låg språngskiktet kvar kring 9-11 meters djup vid Edeskvärna, men på 24-26 meters djup vid Jungfrun. I slutet av augusti fanns ett tydligt språngskikt på 18-23 meters djup vid Edeskvärna, men inget vid Jungfrun (figur 8).

Vid råvattenintagen till Motala, Vadstena respektive Råssnäs vattenverk, har det gjorts dagliga mätningar av vattentemperaturen. Under den dryga 60-årsperioden 1955-2016 syns en svagt ökande årsmedeltemperatur och jämfört med 2016 års värde (10,2 °C) har temperaturen bara varit högre eller lika hög åren 2008, 2011, 2014 och 2015 (figur 9). Det högsta medelvärdet (10,6 °C) noterades år 2014. Ökningen var statistiskt signifikant, oftast på trestjärnig nivå ($p < 0,001$), hela perioden 1955-2016 till och med 2004-2016.



Figur 9. Årsmedeltemperatur vid råvattenintagen till Motala (1955-01-01--1997-12-31), Vadstena (1998-01-01--1999-06-24), Råssnäs (1999-06-25--2012-12-31) och Vadstena (2013-01-01--2016-12-31) vattenverk (fem meters djup).

Vattenkvalitet i Vättern

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, ALcontrol AB

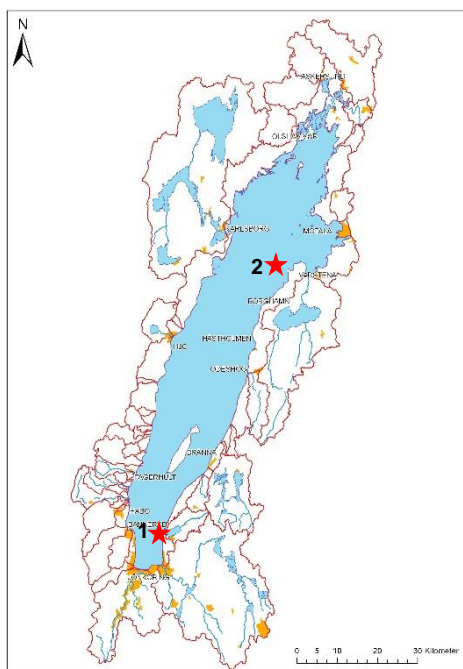
SAMMANFATTNING

Generellt var vattenkvaliteten i Vättern mycket bra år 2016 med mycket låga eller låga halter av näringsämnet fosfor, klorofyll (mätt på algmängden), organiskt material (till exempel humus och alger) samt metaller. Vattnet bedömdes som syrerikt och var obetydligt färgat och obetydligt grumligt med ett mycket stort siktdjup. pH-värdet påvisade nära neutrala förhållanden och buffertkapaciteten klassades som mycket god. Den enda variabel som förekom i något förhöjda halter var kväve, där halterna bedömdes som höga. Statusklassning av ”Näringsämnen i sjöar”, ”Siktdjup i sjöar” och ”Klorofyll” gav hög status i både sjöns södra (Edesvarna) och norra (Jungfrun) del.

På 1970-, 1980- och början av 1990-talet minskade fosforhalterna medan kvävehalterna ökade. Följdriktigt ökade även kväveöverskottet. Under 1990-talets senare hälft minskade kvävehalterna svagt. Av okänd anledning uppvisar vattenfärgen (mätt som absorbans) en långsiktigt minskande trend, vilket avspeglas i ökande siktdjup, som dock alltid varit mycket stort. Halterna av organiskt material och klorofyll var stabilt mycket låga respektive låga.

INLEDNING

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet utförde ALcontrol AB, i samarbete med Medins Havs- och Vattenkonsulter AB, 2016 års fysikalisk-kemiska vattenundersökningar vid två stationer i Vättern (figur 1). Vid Edesvarna i den södra delen av sjön påbörjades undersökningarna år 1966 medan stationen vid Jungfrun i sjöns norra del tillkom år 1978.



Figur 1. De två stationerna vid Edesvarna (1) och Jungfrun (2) i Vättern.

METODIK

Provtagningen utfördes av personal från Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 27 (Jungfrun) respektive 28 april (Edeskvärna), 7 juni, 19 (Edeskvärna) respektive 20 juli (Jungfrun) samt 31 augusti 2016. Vattenproverna togs med en Limnoshämtare som var kopplad till vinsch eller vanlig handlina. Vattentemperatur, syrgashalt och -mättnad samt siktdjup mättes i fält medan övriga analyser utfördes vid ALcontrols laboratorier i Umeå och Linköping (ackrediteringsnummer 1006).

Resultaten från 2016 års undersökningar utvärderades i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999, rapport 4918). Dessutom gjordes statusklassningar av kvalitetsfaktorerna "Näringsämnen i sjöar" och "Siktdjup i sjöar" samt parametern "Klorofyll" under kvalitetsfaktorn "Växtplankton i sjöar" för treårsperioden 2014-2016 i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19). Värden från 0,5 och 10 meters provtagningsdjup användes, frånsett för syre där bedömningen avser resultat från en meter över botten.

För studier av tidsserier hämtades data för Edeskvärna och Jungfrun från Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala (www.slu.se/vatten-miljo), som är datavärd. För flertalet analysvariabler beräknades min-, medel- och maxvärden för prover tagna på 0-10 meters djup för respektive år. För variablerna fosfor, kväve, klorofyll, organiskt material (analyserat som TOC) och vattenfärg (mätt som absorbans vid 420 nm med 5 cm kyvett i filtrerat vatten) användes resultat från perioden april till och med september varje år. För kväve-/fosfor-kvot utvärderades resultat från juni till och med september respektive år i enlighet med vad som anges i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Tidsserierna utvärderades statistiskt med Mann-Kendall-test.

I tidsserierna för fosfor gjordes en korrektion på $-1,2 \mu\text{g}/\text{l}$ för alla värden under perioden maj 1991 till och med maj 1996 på grund av ett systematiskt fel vid SLU:s laboratorium (Måns Lindell, muntligen). Analys av Kjeldahlkväve utfördes till och med år 2003. Analys av totalkväve (persulfatmetoden) påbörjades i juli 1987. För perioden från tidsseriernas startår till och med år 2003 beräknades därför totalkvävehalten som summan av halten Kjeldahlkväve (organiskt kväve+ammoniumkväve) och nitrit-+nitratkvävehalten. För perioden juli 1987 till och med år 2003 beräknades förhållandet mellan totalkvävehalten beräknad



Figur 2. Siktdjup i sjöar mäts med en så kallad Secchi-skiva och vattenkikare.

som summan av Kjeldahlkväve och nitrit-+nitratkväve och de parallella analyserna av total kväve (persulfatmetoden) som en faktor (1,06 för både Edeskvärna och Jungfrun). För åren 2004-2016 beräknades totalkvävehalten som totalkvävehalten (persulfatmetoden) multiplicerad med denna faktor. Ett fåtal värden för fosfor och kväve bedömdes inte vara representativa (så kallade outliers). Dessa värden sattes inom parentes och ingår därmed inte i beräkningar och utvärdering i denna rapport. Inget av dessa värden härrörde från 2016 års undersökning.

Halten organiskt material analyserades som permanganattal (KMnO_4) till och med år 1995. Under perioden 1996 till och med 2000 gjordes parallella analyser av permanganattal och totalt organiskt kol (TOC). Sedan år 2001 analyseras endast TOC. Permanganattalet dividerat med 3,95 ger halten COD_{Mn} som ungefär motsvarar TOC-halten. För att få en bättre överensstämmelse beräknades förhållandet mellan TOC och COD_{Mn} under perioden 1996-2000 som en faktor (1,48 för Edeskvärna och 1,52 för Jungfrun). För åren före 1996 beräknades TOC-halten som halten COD_{Mn} multiplicerad med denna faktor.

RESULTAT OCH DISKUSSION

TILLSTÅNDSBEDÖMNING OCH STATUSKLASSNING

Generellt var vattenkvaliteten i Vättern mycket bra år 2016 (tabell 1). Halterna av näringsämnet fosfor var, liksom klorofyllhalterna (ett grovt mått på algmängden), låga. Halterna av syreförbrukande organiskt material (till exempel humus och alger) var mycket låga och syrehalten påvisade syrerikt tillstånd. De små mängderna humus och alger medförde att vattnet bedömdes som ej eller obetydligt färgat och ej eller obetydligt grumligt med ett mycket stort siktdjup. Vattnets pH-värde påvisade nära neutrala förhållanden och buffertkapaciteten var mycket god. Halterna av flertalet analyserade metaller var mycket låga, fränsett enstaka blyhalter, vilka klassades som låga. Även samtliga kopparhalter var låga. Den enda variabel som förekom i något förhöjda halter var kväve, där halterna bedömdes som höga (tabell 1).

Tabell 1. Lägsta och högsta värde för olika analysvariabler vid 2016 års undersökning av fysikalisk-kemisk vattenkvalitet vid de båda stationerna i Vättern (Edeskvärna och Jungfrun) samt tillstånds- respektive statusklassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999) och Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19)

Analysvariabel	Min- och maxvärde 2016	Tillståndsklass 2016	Statusklass 2014-2016
Totalfosfor, $\mu\text{g/l}$	2 - 4	Låga halter	Hög
Totalkväve, $\mu\text{g/l}$	630 - 700	Höga halter	
Kväve-/fosfor-kvot	163 - 223	Kväveöverskott	
Klorofyll, $\mu\text{g/l}$	<1,0 - 1,8	Låga halter	Hög
Organiskt material (TOC), mg/l	1,8 - 2,9	Mycket låga halter	
Syrehalt, mg/l (1 m över botten)	11,8 - 12,8	Syrerikt tillstånd	
Färg (abs. filtr. 420 nm/5 cm)	<0,005 - 0,013	Ej eller obetydligt färgat vatten	
Turbiditet, FNU	0,14 - 0,29	Ej eller obetydligt grumligt vatten	
Siktdjup, m	12,0 - 16,5	Mycket stort siktdjup	Hög
Alkalinitet, mekv/l	0,57 - 0,61	Mycket god buffertkapacitet	
pH-värde	7,6 - 7,9	Nära neutralt	
Koppar, $\mu\text{g/l}$	0,51 - 1,1	Låga halter	
Zink, $\mu\text{g/l}$	1,6 - 2,6	Mycket låga halter	
Kadmium, $\mu\text{g/l}$	0,003 - <0,005	Mycket låga halter	
Bly, $\mu\text{g/l}$	0,016 - 0,35	Mycket låga - (låga) halter	
Krom, $\mu\text{g/l}$	0,049 - 0,18	Mycket låga halter	
Nickel, $\mu\text{g/l}$	0,41 - 0,61	Mycket låga halter	
Arsenik, $\mu\text{g/l}$	0,11 - 0,19	Mycket låga halter	



Figur 3. Vy över Vättern från Gränna (foto: Sascha Carlsson).

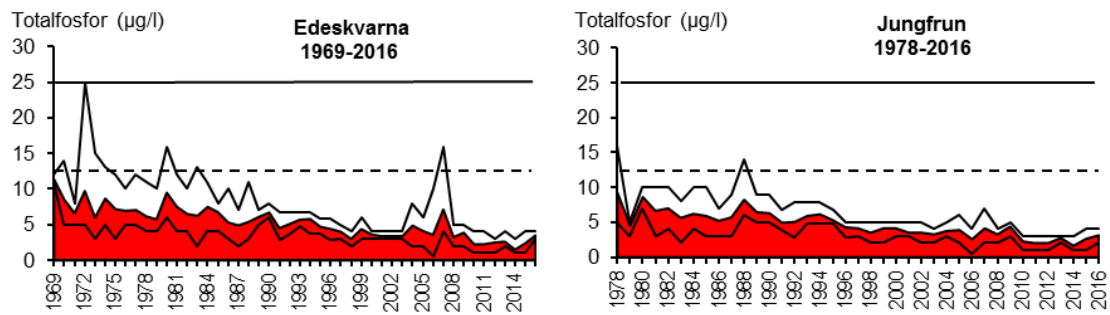
Orsaken till de höga kvävehalterna är sannolikt att andelen sjöyta inom avrinningsområdet är stor (35 % enligt SMHI:s Vattenwebb), varför en stor kvävekälla är nedfall från luften direkt på sjöytan. Dessutom sker stor tillförsel av kväve från jordbruksmark runt sjön. Höga kvävehalter kombinerat med låga fosforhalter gav kväveöverskott. Kväveöverskott innebär mycket liten risk för blomning av potentiellt giftbildande cyanobakterier (blågrönalger), vilket även undersökningarna av växtplankton bekräftade.

Statusklassning av kvalitetsfaktorerna ”Näringsämnen i sjöar” och ”Siktdjup i sjöar” samt parametern ”Klorofyll” under kvalitetsfaktorn ”Växtplankton i sjöar” gav överlag hög status vid både Edeskvarna och Jungfrun (tabell 1).

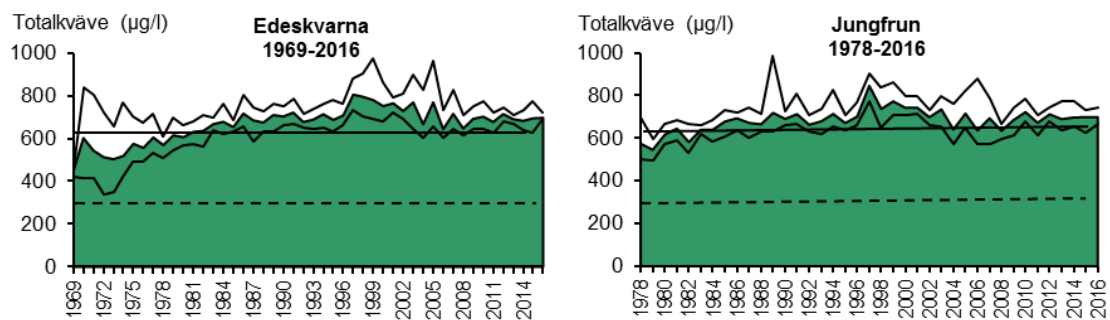
NÄRINGSÄMNEN

Mellan åren 1969 och 2016 uppvisade årsmedelhalterna av fosfor en minskande trend vid Edeskvarna, vilket även gällde Jungfrun 1978-2016 (figur 4). Samtliga medelhalter var låga. Vid båda stationerna var 2016 års halter aningen högre än åren 2010-2015. Vid Edeskvarna var minskningen statistiskt signifikant på trestjärnig nivå ($p < 0,001$) under hela perioden 1969-2016 till och med 1993-2016, men under åren 1994-2016 till och med 2004-2016 finns mest bara statistiskt säkerställd minskning på enstjärnig nivå ($p < 0,05$). Vid Jungfrun var minskningen statistiskt signifikant på trestjärnig ($p < 0,001$) nivå under perioden 1978-2016 till och med 1995-2016, men under åren 1996-2016 till och med 2000-2016 var minskningen säkerställd bara på två- ($p < 0,01$) eller enstjärnig ($p < 0,05$) nivå. Minskande fosforhalter kan bland annat bero på uppförande av reningsverk, minskad glesbygdsbefolkning, bättre standard på enskilda avlopp och jordbruksnedläggning.

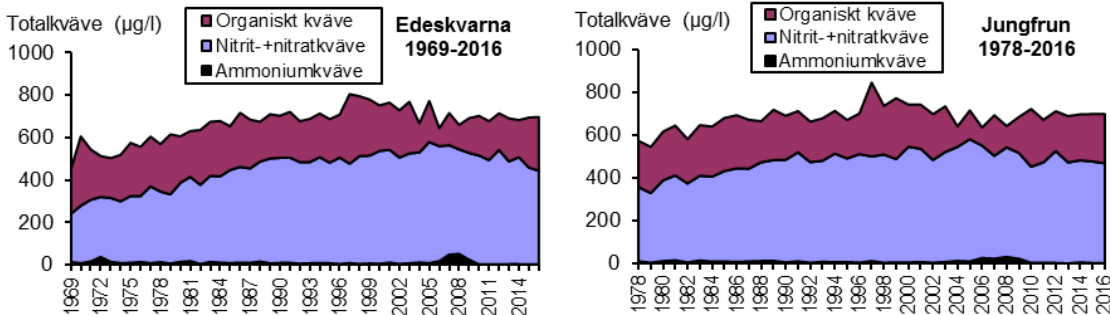
Vid Edeskvarna ökade årsmedelhalterna av kväve tydligt från måttligt höga halter under 1970-talet till huvudsakligen höga halter därefter (figur 5). Ökningen var statistiskt signifikant på trestjärnig nivå ($p < 0,001$) under perioden 1969-2016 till och med 1975-2016, men efter 1980 finns ingen säkerställd ökning ens på enstjärnig nivå ($p < 0,05$). Under perioden 1994-2016 till och med 1998-2016 minskade emellertid kvävehalterna med statistisk signifikans på en- ($p < 0,05$) eller tvåstjärnig ($p < 0,01$) nivå. Vid Jungfrun klassades kvävehalterna oftast som höga under perioden 1978-2016 (figur 5) och det finns ingen statistiskt säkerställd förändring på trestjärnig nivå.



Figur 4. Årsmedelhalter för totalfosfor (röd yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1969-2016) och Jungfrun (1978-2016). Streckad linje anger gränsen mellan låga och måttligt höga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Över heldragen linje är halterna höga.



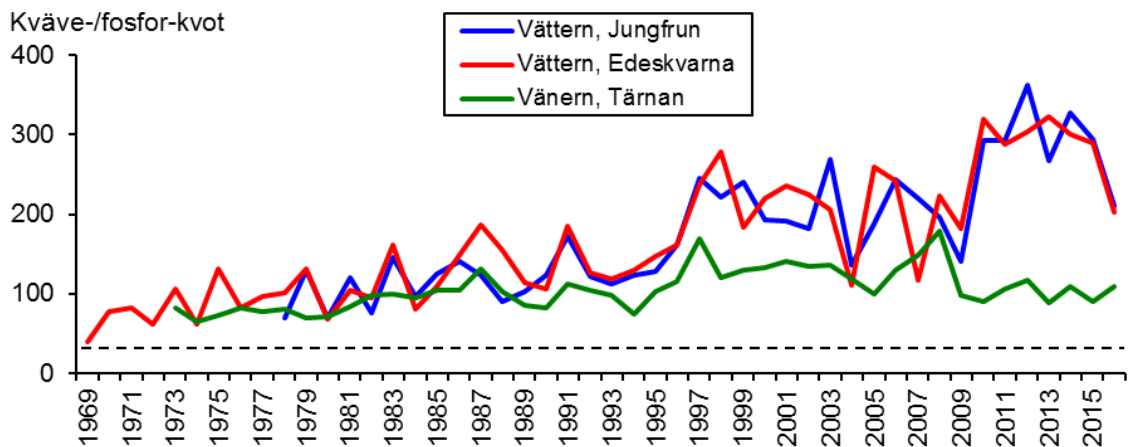
Figur 5. Årsmedelhalter för totalkväve (grön yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1969-2016) och Jungfrun (1978-2016). Streckad linje anger gränsen mellan låga och måttligt höga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Över heldragen linje är halterna höga.



Figur 6. Årsmedelhalter för kväve och fördelning på olika kvävefraktioner, ammoniumkväve, nitrit- + nitratkväve och organiskt kväve, vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1969-2016) och Jungfrun (1978-2016).

Kvävet fördelning på olika fraktioner, ammoniumkväve, nitrit-+nitratkväve och organiskt kväve, framgår av figur 6. Dominerande fraktion var nitrit-+nitratkväve. Vid både Edeskvärna och Jungfrun ökade denna andel tydligt till och med år 2005, men uppvisar därefter en huvudsakligen minskande tendens. Halten ammoniumkväve, som under vissa betingelser kan omvandlas till ammoniak som också är skadligt för fisk, var hela tiden mycket låg.

Division av halterna av kväve och fosfor ger kväve-/fosfor-kvoten, vilken säger något om risken för blomning av potentiellt giftbildande blågrönalger. Vid stationerna i Vättern var medelkvoten undantagslöst avsevärt högre än 30, vilket även gällde Tärnan i Vänern (figur 7). Detta innebär mycket liten risk för giftalblomning.

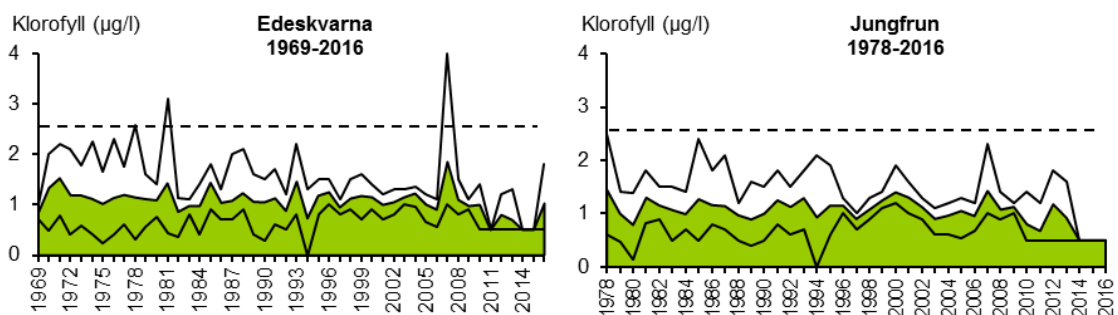


Figur 7. Kväve-/fosfor-kvot (årsmedelvärden för juni t.o.m. september) vid stationerna i Vättern vid Edeskvarna (1969-2016) och Jungfrun (1978-2016) samt stationen Tärnan i Vänern (1973-2016). Streckad linje anger gränsen mellan kväve-fosfor-balans och kväveöverskott enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

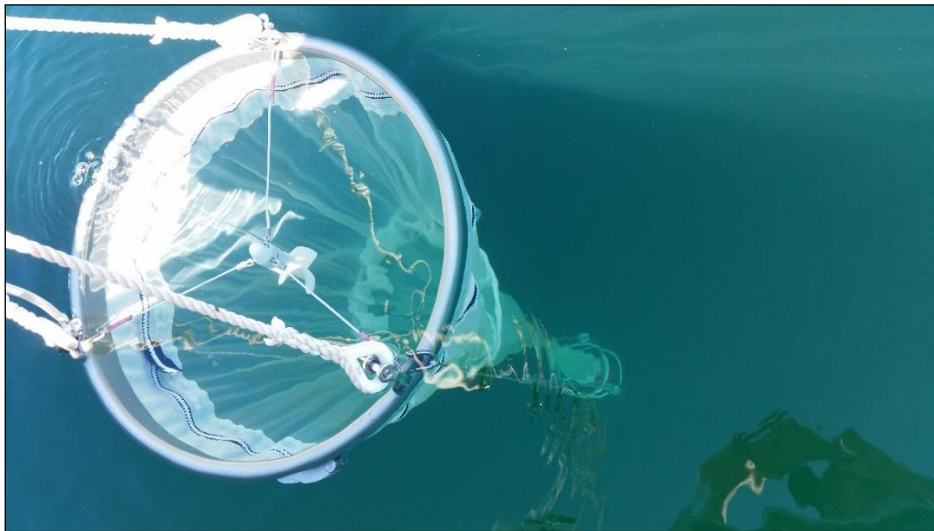
Beroende på minskande fosforhalter och ökande, eller huvudsakligen stabila, kvävehalter uppvisar kvoten en ökande trend. Ökningen är mycket tydligare för Vättern än för Vänern, men i båda sjöarna har kväve-/fosfor-kvoten minskat under senare år.

KLOROFYLL

Klorofyll ger ett grovt mått på algmängden (främst växtplankton). Vid båda stationerna i Vättern bedömdes samtliga årsmedelhalter som låga och endast vid några enstaka provtagningar vid Edeskvarna var halterna måttligt höga (figur 8). Vid Edeskvarna var medelhalterna under perioden 2011-2015 bland de lägsta i tidsserien, medan de vid Jungfrun främst var lägre åren 2014-2016. De låga klorofyllhalterna står i överensstämmelse med de låga fosforhalterna, eftersom fosfor är det begränsande ämnet för biologisk produktion i Vättern. För både Edeskvarna och Jungfrun finns en statistiskt säkerställd minskande trend på varierande två- ($p < 0,01$) och enstjärnig ($p < 0,05$) nivå under nästan hela perioden 1969-2016 till och med 2004-2016 respektive 1978-2016 till och med 2007-2016.



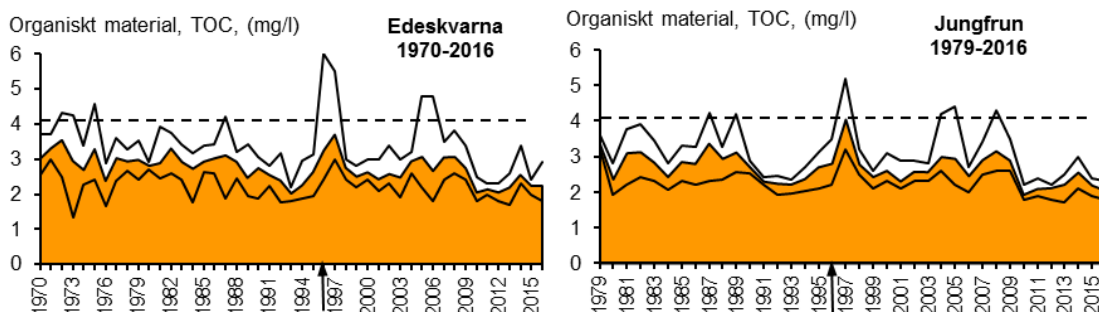
Figur 8. Årsmedelhalter för klorofyll (ljusgrön yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvarna (1969-2016) och Jungfrun (1978-2016). Streckad linje anger gränsen mellan låga och måttligt höga klorofyllhalter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).



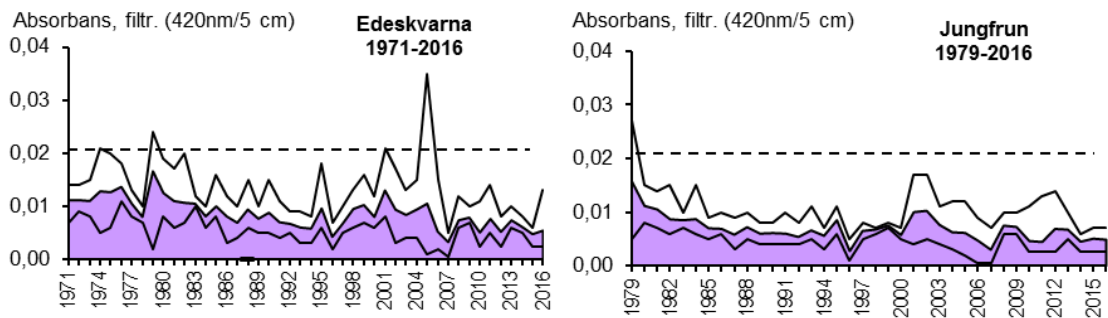
Figur 9. Den håv som används för kvalitativ provtagning av växtplankton vid de båda stationerna Edeskvarna (1) och Jungfrun (2) i Vättern (foto: Medins Havs- och Vattenkonsulter AB).

ORGANISKT MATERIAL OCH SYRE

Det organiska materialet har sitt ursprung antingen i sjön, till exempel alger, eller omgivande mark, främst humus. I näringsfattiga sjöar som Vättern är det främst humus som bidrar till halten av organiskt material. Vid nedbrytning av det organiska materialet förbrukas syre. Det finns flera analysvariabler som mäter halten av organiskt material. I vatten från sjöar och vattendrag är det numera vanligast med analys av TOC (totalt organiskt kol). Tidigare analyserades COD_{Mn} (kemisk syreförbrukning) eller $KMnO_4$ (permanganattal). Permanganattalet dividerat med 3,95 är lika med COD_{Mn} . Vid de båda stationerna i Vättern var årsmedelhalterna av organiskt material mycket låga (figur 10) under hela perioden 1970-2016 (Edeskvarna) respektive 1979-2016 (Jungfrun). Vid båda stationerna var medelhalterna åren 2010-2016 några av de lägsta i tidsserierna, fränsett 2014 års halter som var något högre. För Edeskvarna finns en statistiskt signifikant minskande trend på varierande tre- ($p < 0,001$), två- ($p < 0,01$) och enstjärnig ($p < 0,05$) nivå under hela perioden 1970-2016 till och med 1983-2016. För Jungfrun saknas trend på trestjärnig nivå, medan den för enstaka år är tvåstjärnig, och enstjärnig för många år under perioden 1979-2016 till och med 2004-2016. Syretillgången räcker väl till för nedbrytningen av de mycket låga halterna av organiskt material och syretillståndet i bottenvattnet bedömdes som syrerikt vid alla mätningar.



Figur 10. Årsmedelhalter för organiskt material, analyserat som TOC, (orange yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvarna (1970-2016) och Jungfrun (1979-2016). Streckad linje anger gränsen mellan mycket låga och låga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Pil anger byte av analysmetod från $KMnO_4$ till TOC.



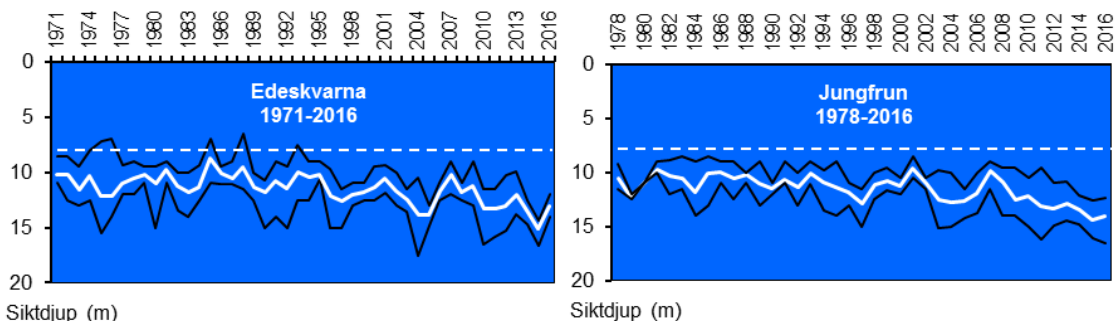
Figur 11. Årsmedelvärden för absorbans (lila yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1970-2016) och Jungfrun (1979-2016). Streckad linje anger gränsen mellan ej eller obetydligt och svagt färgat vatten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

Eftersom det organiska materialet i en näringsfattig sjö oftast främst utgörs av humus, följer ofta värden för TOC och färg/absorbans varandra väl. Detta förhållande var emellertid inte så tydligt i Vättern, troligen beroende på att värdena var så låga (figur 10 och figur 11).

LJUSFÖRHÅLLANDEN

Ljusförhållandena påverkar livsbetingelserna för många organismer, både direkt och indirekt. Ljusförhållandena kan mätas med variablerna siktdjup, grumlighet/turbiditet och färgtal/absorbans. Nedan redovisas förhållandena i Vättern avseende siktdjup och absorbans. Siktdjupet visar hur ljusets nedträngning i vattnet sammantaget påverkas av vattenfärg och grumlighet. I Vättern klassades siktdjupet som mycket stort (figur 12) vid nästan samtliga provtagningar under perioden 1971-2016 (Edeskvärna) och 1978-2016 (Jungfrun). De enda undantagen var vid Edeskvärna vid fem tillfällen under åren 1975-1993, då siktdjupet var stort (figur 12). Det syns inga tydliga variationer i siktdjup mellan årstider. Vid Edeskvärna uppvisade siktdjupet en ökande trend med statistisk signifikans på främst tre- ($p < 0,001$) och tvåstjärnig ($p < 0,01$) nivå under hela perioden 1971-2016 till och med 1994-2016. Vid Jungfrun var ökningen också statistiskt säkerställd på främst tre- och tvåstjärnig nivå under hela perioden 1978-2016 till och med 2010-2016. Det ökande siktdjupet kan delvis förklaras av minskande färgtal/absorbans (se nästa stycke).

Färgtalet avspeglar vattnets innehåll av humus och järn. Färgtalet bestäms visuellt i en färgkomparator eller mäts som absorbans i en spektrofotometer. I Vättern tillämpas numera endast metoden med mätning av absorbans (filtrerat vatten, 420 nm våglängd, 5 cm kyvett).



Figur 12. Årsmedelvärden för siktdjup (vit linje) med min- och maxvärden (svarta linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1971-2016) och Jungfrun (1978-2016). Streckad linje anger gränsen mellan stort och mycket stort siktdjup enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

Årsmedelvärdena för absorbans påvisade ej eller obetydligt färgat vatten (figur 11) under hela perioden 1970-2016 (Edeskvarna) och 1979-2016 (Jungfrun). Vid både Edeskvarna och Jungfrun var 2016 års medelvärden något lägre än medelvärdet för respektive tidsserie (figur 11). Vättern är en stor och djup sjö med mycket lång omsättningstid (cirka 60 år), vilket ger goda förutsättningar för självrening av humusämnen genom nedbrytning och sedimentation. Absorbansen uppvisar en långsiktigt minskande trend vid både Edeskvarna och Jungfrun (figur 11), men denna var statistiskt säkerställd på trestjärnig nivå ($p < 0,001$) endast mellan åren 1971-2016 till och med 1980-2016 vid Edeskvarna samt 1979-2016 vid Jungfrun. Den minskande absorbansen kan delvis förklara det ökande siktdjupet (se stycket ovan). Orsaken till minskande absorbans är dock inte känd.

Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, ALcontrol AB

SAMMANFATTNING

År 2016 förekom mycket höga, eller i något fall extremt höga, medelhalter av näringsämnen fosfor och kväve i de starkt jordbrukspåverkade vattendragen Ålebäcken, Malmabäcken och Lillån (Bankeryd). Även Röttleån hade mycket höga kvävehalter och på gränsen till mycket höga fosforhalter. I de fyra nämnda vattendragen klassades även näringsstatusen som otillfredsställande. Mycket höga kvävehalter uppmättes även i Munksjöns utlopp, Mjölnaån, Huskvarnaån och Hjoån. I Lillån, Munksjöns utlopp och Huskvarnaån bidrar utsläpp från reningsverken i Bankeryd, Jönköping respektive Huskvarna till främst haltförhöjningen av kväve. Avloppsvatten från reningsverk innehåller ofta höga halter av ammoniumkväve. Ammonium kan omvandlas till ammoniak. Både ammonium och ammoniak är giftigt för fisk och dessutom syreförbrukande. Årsmedelhalterna av ammoniakkväve gav sämre än god status i Ålebäcken, Mjölnaån, Huskvarnaån och Munksjöns utlopp. I Ålebäcken och Huskvarnaån överskred även de enskilda halterna i november respektive maj gränsen för god status (maximal tillåten koncentration), vilket även gällde Munksjöns utlopp i april till och med oktober. Trots huvudsakligen måttligt höga till höga halter av syreförbrukande organiskt material (analyserat som TOC) i alla tillflöden förekom ingen syrebrist år 2016. Som lägst noterades svagt syretillstånd i Lillån och måttligt syrerikt tillstånd i Huskvarnaån, Orrnäsaån och Domneån, medan det var syrerikt på övriga provplatser. Medelhalterna av metaller var oftast mycket låga eller låga år 2016. I Kärrafjärdens utlopp var halterna av bly och zink dock höga till följd av verksamheten vid Zinkgruvan. I Alsens utlopp förekom måttligt hög medelhalt av zink samt tillfälligt måttligt höga blyhalter. I Malmabäcken noterades måttligt hög medelhalt av koppar samt tillfälligt måttligt höga halter av zink. Årsmedelvärdena för arsenik gav sämre än god status i utloppen av Kärrafjärden och Alsen samt i Malmabäcken, vilket i Kärrafjärdens utlopp även gällde zink.



Figur 1. Vattenprovtagning med teleskophämtare (foto: ALcontrol AB)

Vid studier av tidsserier för 2000-talet var den statistiskt mest signifikanta trenden för organiskt material (TOC) minskande medelhalter i Röttleån (från måttligt höga till på gränsen mellan låga och måttligt höga halter). Även Vätterns utlopp, Motala ström, uppvisar minskade TOC-halter (inom klassen låga halter). Vid elva andra stationer minskade TOC-halterna på en lägre signifikansnivå. Inga statistiskt säkra ökande TOC-halter konstaterades.

I Malmabäcken minskade fosformedelhalterna under 2000-talet från extremt höga till oftast mycket höga, medan de i Ålebäcken, Röttleån och Motala ström bedöms som fortsatt extremt höga, mycket höga respektive låga. I Munksjöns utlopp, Hökesån och Hjoån var fosforhalterna höga vid 2000-talets början, minskade till måttligt höga vid 2000-talets mitt, för att därefter åter öka till höga halter. I Hökesån var dock 2016 års medelhalt måttlig.

För totalkväve finns statistiskt signifikant minskande trender under 2000-talet på en- eller tvåstjärnig nivå för 13 stationer, i Domneån till och med på trestjärnig nivå. I Röttleån, Huskvarnaån och Alsens utlopp minskade medelhalterna av kväve under 2000-talet inom klassen mycket höga halter, men var vissa år höga. I Kärrafjärdens utlopp minskade kvävehalterna från höga till måttligt höga. Statistiskt säkra ökande kvävehalter förekom främst i Hjoån från 2000-talet mitt, då de ökade från höga till mycket höga halter.

För mer än hälften av stationerna syns signifikant minskande medelhalter av ammoniumkväve under 2000-talet. Minskande ammoniumkvävehalter kan bland annat bero på minskade utsläpp från reningsverk eller minskad gödselanvändning. De högsta halterna har förekommit i Munksjöns utlopp och Hökesån (höga) samt Huskvarnaån och Ålebäcken (oftast måttligt höga). Den enda stationen med statistiskt säkerställda ökande halter av ammoniumkväve är Alsens utlopp, men årsmedelhalterna bedöms som mycket låga.

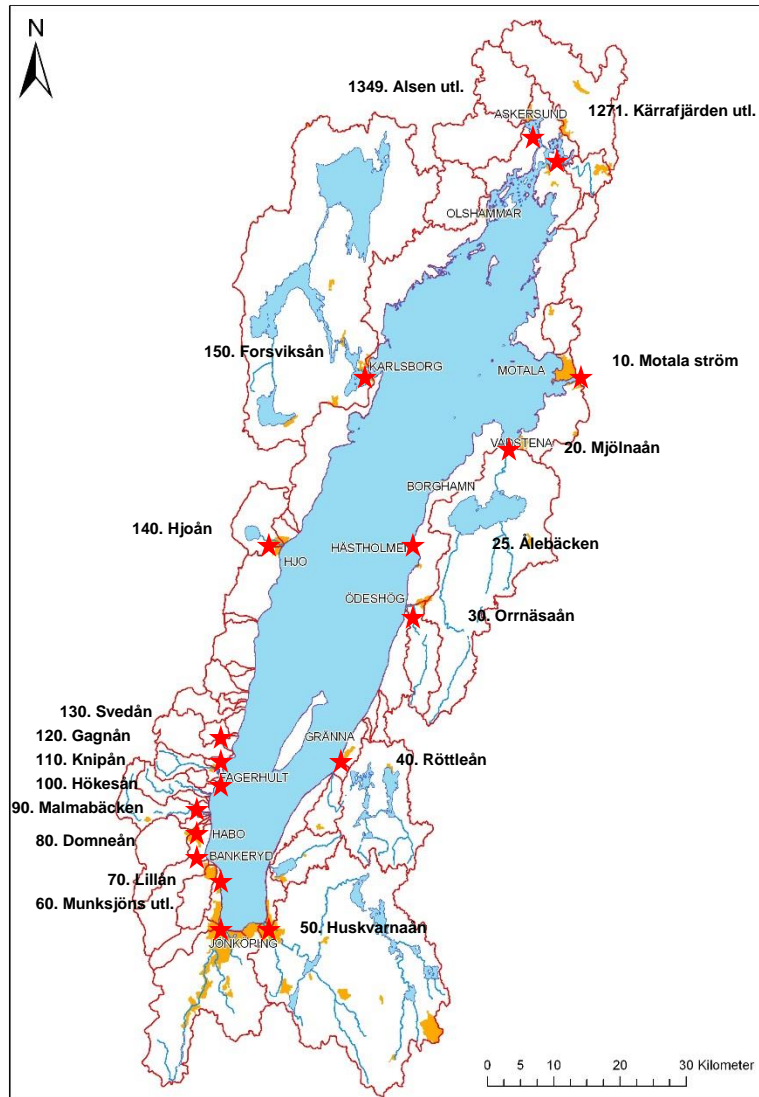
De statistiskt mest säkra minskande trenderna avseende metaller under 2000-talet gäller Malmabäcken (koppar, krom och nickel) samt Motala ström (arsenik och zink). I Malmabäcken minskade främst koppar från höga till måttligt höga halter. I Motala ström har halterna av arsenik och zink oftast varit mycket låga. I Kärrafjärdens utlopp har zinkhalterna varit minskande, dock höga, under hela 2000-talet utom 2015. Vid samma provplats har blyhalterna oftast varit höga. Förhöjda halter av zink och bly i Kärrafjärdens utlopp torde bero på nuvarande och tidigare verksamhet vid Zinkgruvan i Askersund. Ökande halter, med som mest tvåstjärnig signifikans, finns bara för nickel i Kärrafjärdens utlopp.



Figur 2. Mätning av syrehalt med elektrod (foto: ALcontrol AB)

INLEDNING

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet utförde ALcontrol AB i samarbete med Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2016 års fysikalisk-kemiska vattenundersökningar vid 17 stationer i tillflöden till Vättern samt vid en station i utloppet, Motala ström (figur 3). Vid utloppet samt hälften av stationerna i tillflöden påbörjades undersökningarna redan år 1966/1967 och har pågått sedan dess. Vid stationerna i Orrnäsaån, Hökesån och Hjoån gjordes dock ingen provtagning under perioden 1979-1985. Tidsserierna för övriga stationer har oftast startår 1986 eller 1996, medan en station (Ålebäcken) började undersökas så sent som år 2000.



Figur 3. De 17 stationerna i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström. Koordinater (enligt RT 90 2.5 gon V) återfinns i tabell 1.

METODIK

Vid utloppet och flertalet provplatser i tillflödena togs vattenproverna av personal från Länsstyrelsen i Jönköpings län. I Lillån (Bankeryd) och Malmabäcken utfördes provtagningen av provtagare från Calluna AB, medan proverna från utloppen av Alsen och Kärrafjärden togs av provtagare från Medins Havs- och Vattenkonsulter AB. Vattentemperatur, syrgashalt och –mättnad mättes i fält med elektrod, medan övriga analyser huvudsakligen utfördes vid AL-control AB. Kvicksilver analyserades vid IVL Svenska Miljöinstitutet AB och vissa andra metaller vid ALS Scandinavia AB. Prover från Lillån och Malmabäcken analyserades vid Eurofins AB, medan analys av prover från de nationella referensvattendragen Svedån och Domneån gjordes vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

För tidsseriestudier hämtades data från Institutionen för vatten och miljö, SLU, som är datavärd (www.slu.se/vatten-miljo). För organiskt material (TOC), totalfosfor, totalkväve och kvävefraktioner (ammoniumkväve, nitrit- och nitratkväve samt organiskt kväve) beräknades årsvisa min-, medel- och maxvärden som sammanställdes i diagram för varje station. För stationer där metaller analyserats, beräknades min-, medel- och maxvärden för arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink. Statistisk analys av tidsserier gjordes med Mann-Kendall-test.

I prover från stationer där analys skett vid SLU, utfördes analys av Kjeldahlkväve t.o.m. mars 2004. Analys av totalkväve (persulfatmetoden) påbörjades i juli 1987. För perioden från tidsseriernas startår t.o.m. mars 2004 beräknades därför totalkvävehalten som summan av halten Kjeldahlkväve (organiskt kväve+ammoniumkväve) och nitrit-+nitratkvävehalten. För perioden juli 1987 t.o.m. mars 2004 beräknades förhållandet mellan totalkvävehalten beräknad som summan av Kjeldahlkväve och nitrit-+nitratkväve samt parallella analyser av totalkväve (persulfatmetoden) som en faktor för varje station (medelvärde 1,05-1,11). För perioden april 2004 t.o.m. 2016 beräknades totalkvävehalten som totalkvävehalten (persulfatmetoden) multiplicerad med denna faktor. Halten organiskt material analyserades som permanganattal (KMnO_4) t.o.m. år 2000. Under perioden 1996 (oftast fr.o.m. april) t.o.m. 2000 gjordes parallella analyser av permanganattal och totalt organiskt kol (TOC). Sedan år 2001 analyseras endast TOC. Permanganattalet dividerat med 3,95 ger halten COD_{Mn} som ungefär motsvarar TOC-halten. För en bättre överensstämmelse beräknades förhållandet mellan TOC och COD_{Mn} under perioden 1996-2000 som en faktor för varje station (medelvärde 0,72-1,09). För år före 1996 beräknades TOC som COD_{Mn} gånger denna faktor.

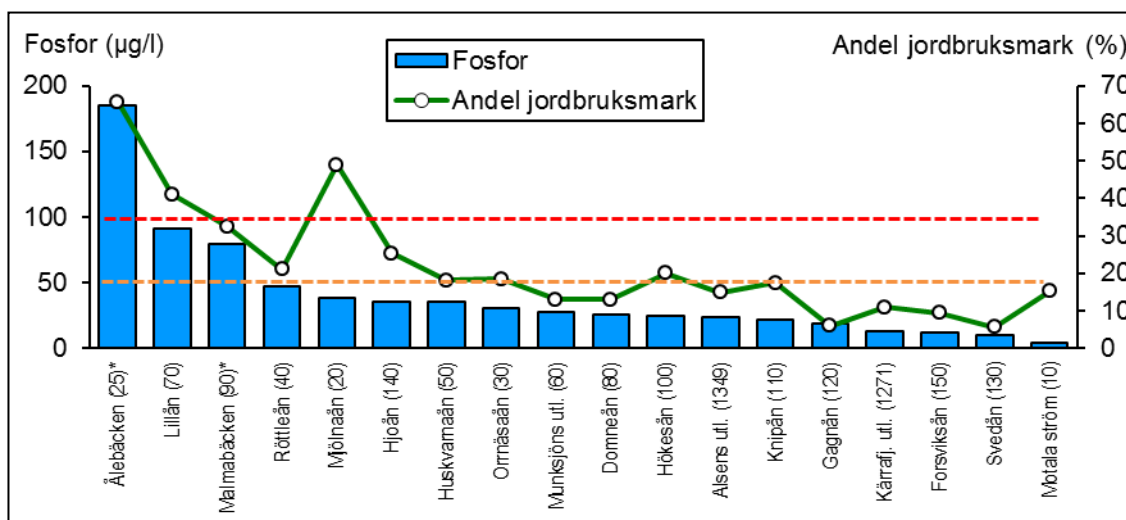
Resultaten från 2016 års undersökning utvärderades i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999). Dessutom gjordes statusklassning av kvalitetsfaktorn ”Näringsämnen i vattendrag” för treårsperioden 2014-2016 i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19). Fosfor och kväve i vattendrag klassas enligt bedömningsgrunderna från 1999 utifrån så kallade arealspecifika förluster (se kapitlet ”Ämnestransporter och arealspecifika förluster”), men för överskådlighetens skull bedöms nedan även halter. Bedömning av halterna av metallerna arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink gjordes även i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2015:4). För bly samt koppar, nickel och zink beräknades biotillgängliga halter via ”Biotic Ligand Model 4.0” (www.bio-met.net). Vid beräkningarna, som här avser ofiltrerade prov, sattes DOC lika med TOC och bakgrundshalten av zink sattes till 1,8 µg/l, vilket var 2016 års medelhalt i Vätterns utlopp vid Motala ström.

RESULTAT OCH DISKUSSION

TILLSTÅNDSBEDÖMNING OCH STATUSKLASSNING ÅR 2016

År 2016 uppmättes extremt hög medelhalt av näringsämnet fosfor i Ålebäcken (figur 4), vilket var fallet även åren 2010-2015. Ålebäcken avvattnar jordbruksområden söder om Tåkern. I Ålebäckens avrinningsområde är andelen jordbruksmark troligen 60-70 % (området finns inte som egen vattenförekomst på SMHI:s VattenWeb). Mycket höga årsmedelhalter av fosfor noterades, liksom tidigare år, i Lillån (Bankeryd) och Malmabäcken (figur 4). Även dessa vattendrag är kraftigt påverkade av jordbruk (41 % jordbruksmark i Lillån). För Malmabäcken uppskattas andelen jordbruksmark till 33 % (avrinningsområdet finns inte som egen vattenförekomst på SMHI:s VattenWeb). Lillån tillförs även avloppsvatten från reningsverket i Bankeryd. Även Röttleån (21 % jordbruksmark) hade på gränsen till mycket hög årsmedelhalt av fosfor (figur 4). Flera tidigare år har även Mjölnaån (49 % jordbruksmark) haft mycket höga årsmedelhalter av fosfor, men år 2016 klassades den som hög (figur 4). I flertalet övriga vattendrag uppmättes höga eller måttligt höga medelhalter av fosfor år 2016 (figur 4). I Forsviksån, Svedån (nationellt referensvattendrag) samt Vätterns utlopp, Motala ström, klassades emellertid fosforhalterna som låga (figur 4). Detta förklaras av att Forsviksån och Svedån har relativt små andelar jordbruksmark i avrinningsområdet (9 respektive 6 %). Svedån har dessutom stor andel skogsmark (90 %). I Motala ström har vattnet passerat Vättern, där lång uppehållstid (cirka 60 år) ger goda möjligheter till "självrening" av fosfor genom sedimentation. Samma resonemang kan gälla för Forsviksån, som har den klart största andelen sjö i avrinningsområdet (21 %) av de undersökta tillflödena, eftersom vattnet passerar sjön Viken.

Statusklassning av kvalitetsfaktorn "Näringsämnen i vattendrag" för treårsperioden 2014-2016 gav hög status för tillflödet Orrnäsaån på Vätterns östra sida (tabell 1). Detsamma gällde Gagnån, Svedån, Forsviksån och utloppen ur Alsen och Kärrafjärden samt Vätterns utlopp,



Figur 4. Årsmedelhalter för fosfor och andel jordbruksmark i respektive avrinningsområde vid de 17 stationerna i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström år 2016 sorterade efter minskande fosforhalt. Orange, streckad linje anger gränsen mellan höga och mycket höga fosforhalter. Röd, streckad linje markerar övergången till extremt höga fosforhalter. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999). Asterisk (*) anger att avrinningsområdet inte finns som egen vattenförekomst i SMHI:s Vattenweb, varför uppgiften om andelen jordbruksmark avser ett något större område.

Motala ström. God näringsstatus noterades för Mjölnaån, Munksjöns utlopp, Domneån, Hökesån, Knipån och Hjoån. För Huskvarnaån bedömdes statusen som måttlig. De kraftigt jordbrukspåverkade vattendragen, Ålebäcken, Röttleån, Lillån (Bankeryd) och Malmabäcken, bedömdes ha otillfredsställande näringsstatus (tabell 1).

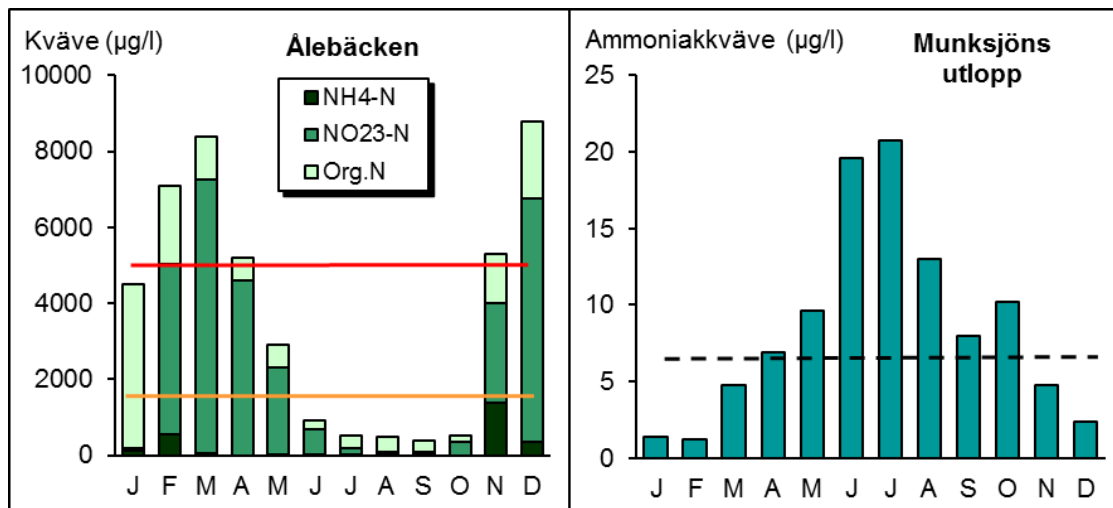
Lillån var den enda provplatsen med extremt hög medelhalt av kväve år 2016. Förutom jordbruk påverkas Lillån av utsläpp från reningsverket i Bankeryd. Stationer med mycket höga medelhalter av kväve var Ålebäcken, Munksjöns utlopp, Malmabäcken, Mjölnaån, Huskvarnaån, Röttleån och Hjoån. Av nämnda vattendrag hade Ålebäcken samt Lillån och Malmabäcken även extremt hög respektive mycket höga medelhalter av fosfor på grund av jordbrukspåverkan (figur 4). Till de mycket höga kvävehalterna i Munksjöns utlopp bidrar utsläpp från reningsverket i Jönköping (Simsholmen). Övriga vattendrag med mycket höga kväve-medelhalter, Mjölnaån, Huskvarnaån, Röttleån och Hjoån, påverkas förutom av jordbruk troligen av dagvatten i främst de nedre delarna, och Huskvarnaån även av utsläpp från Huskvarna reningsverk. Med ett undantag hade övriga stationer höga eller måttligt höga kvävehalter. I det nationella referensvattendraget, Svedån, noterades emellertid låg kvävehalt år 2016. I de mest jordbrukspåverkade vattendragen fanns en tydlig säsongsvariation med lägre kvävehalter under sommarhalvåret (se exemplet Ålebäcken i figur 5). Det var främst andelen nitrat- och nitritkväve som varierade. Den viktigaste orsaken torde vara större upptag i vegetation under sommaren, men även gödselspridning kan bidra.

Avloppsvatten från reningsverk innehåller ofta höga halter av ammoniumkväve. Enligt ”Bedömningsgrunder för svenska ytvatten” (Statens Naturvårdsverk, Publikationer 1969:1) är gränsvärdet för känsliga fiskar, t.ex. öring, 200 µg/l och för fisk i allmänhet, t.ex. abborre och gädda, 1500 µg/l. År 2016 noterades halter över 1500 µg/l i Huskvarnaån (2000 µg/l i maj) och Munksjöns utlopp (1800 µg/l i maj och oktober). Tidigare år under perioden 2010-2014 har det ofta förekommit halter över 1500 µg/l i Lillån (nedströms Bankeryds reningsverk), men år 2016 saknas helt resultat från denna station.

Tabell 1. Klassning av kvalitetsfaktorn ”Näringsämnen i vattendrag” i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) för de 17 stationerna i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström (treårsmedelvärde 2014-2016). Koordinater är angivna i RT90, 2,5 gon V. Inom parentes står status utan hänsyn till andelen jordbruksmark i de fall denna ändrats jämfört med statusen beräknad utan hänsyn till andelen jordbruksmark

Provtagningsplats	X-koordinat	X-koordinat	Näringsstatus
20. Mjölnaån	6479170	1444800	God (måttlig)
25. Ålebäcken	6463350	1431840	Otillfredsställande (dålig)*
30. Orrnäsaån	6456250	1431050	Hög
40. Röttleån	6430920	1418750	Otillfredsställande
50. Huskvarnaån	6408810	1408420	Måttlig
60. Munksjöns utlopp	6407500	1402300	God
70. Lillån	6417320	1400960	Otillfredsställande
80. Domneån	6418270	1399900	God
90. Malmabäcken	6422600	1400400	Otillfredsställande (dålig)*
100. Hökesån	6422600	1398760	God
110. Knipån	6425170	1398950	God
120. Gagnån	6431670	1401190	Hög
130. Svedån	6434510	1401750	Hög
140. Hjoån	6465460	1411000	God (måttlig)
150. Forsviksån	6495900	1420250	Hög
1349. Alsens utlopp	6525900	1450050	Hög (god)
1271. Kärrafjärdens utlopp	6524700	1451700	Hög
10. Motala ström	6490320	1455630	Hög

* Uppgift om andelen jordbruksmark avser ett något större område, varför statusklassningen är osäker.



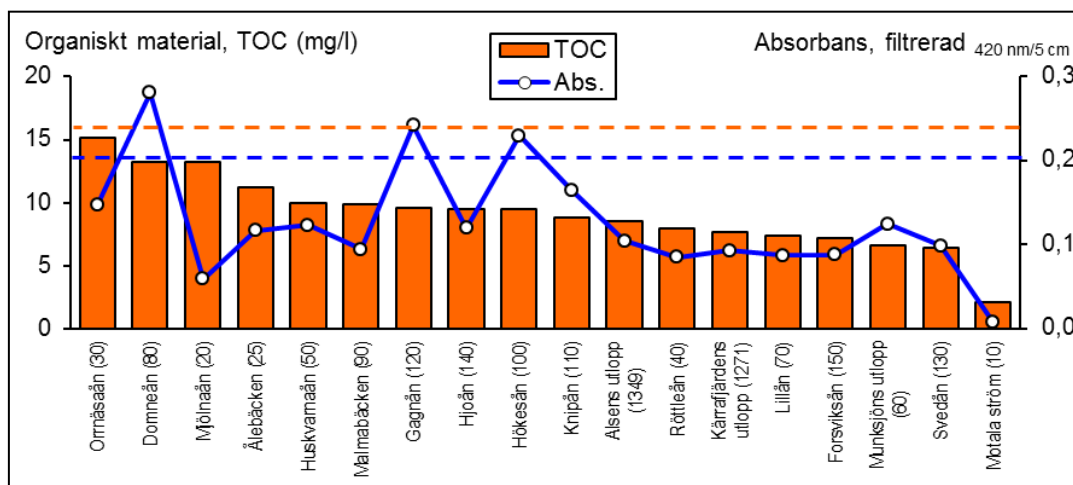
Figur 5. Till vänster halter av olika kvävefraktioner i Ålebäcken år 2016 (NH4-N = ammoniumkväve, NO23-N = nitrit-+nitratkväve, Org.N = organiskt bundet kväve). Orange linje anger gränsen mellan höga och mycket höga kvävehalter. Över röd linje är kvävehalterna extremt höga vid bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999). Till höger halter av ammoniakkväve (omräknat från halter av ammoniumkväve samt pH och temperatur) i Munksjöns utlopp år 2016. Streckad linje anger gränsen för god status som maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2015:4).

Halter över 200 µg/l förekom år 2016 i Mjölnaån (januari), i Ålebäcken (februari, november och december), i Gagnån (januari) samt vid flertalet provtillfällen i Huskvarnaån och Munksjöns utlopp (nedströms Huskvarna respektive Jönköpings reningsverk). I jordbruksbygd kan även gödsling ge förhöjda halter av ammoniumkväve. I Hjoån och Forsviksån, vilka är särskilt intressanta ur fiskesynpunkt, uppmättes inga halter över 200 µg/l. Ammonium kan under vissa betingelser omvandlas till ammoniak. Både ammonium och ammoniak är giftigt för fisk och dessutom syreförbrukande. Miljökvalitetsnormen för ammoniak är 25 µg/l (SFS 2001:554). Vid aktuella värden för temperatur, pH och ammoniumkväve överskreds inte normen. Vid bedömning av ammoniakkväve i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2015:4) överskreds gränsen för god status som årsmedelvärde (1 µg/l) i Mjölnaån (1,1 µg/l), Ålebäcken (2,0 µg/l), Huskvarnaån (2,4 µg/l) och Munksjöns utlopp (8,5 µg/l). I Ålebäcken och Huskvarnaån överskred även de enskilda halterna i november (12 µg/l) respektive maj (11 µg/l) gränsen för god status som maximal tillåten koncentration (6,8 µg/l). Detsamma gällde Munksjöns utlopp under perioden april t.o.m. oktober (6,9-21 µg/l, figur 5), där variationen under året tycks bero av temperaturen.

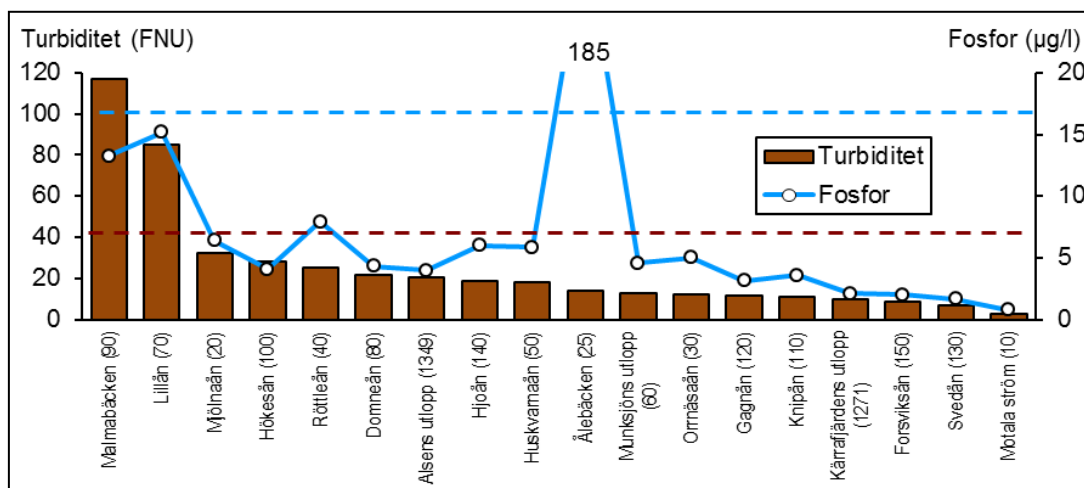
Halten av organiskt material analyseras här som TOC (totalt organiskt kol). I vattendrag utgörs det organiska materialet främst av humus som härrör från nedbrytningsprocesser i omgivande mark. Under år 2016 var TOC-halterna allra högst i Orrnäsaån, Domneån och Mjölnaån, där medelhalterna var höga (figur 6). Domneån är det av vattendragen med den största andelen sankmark i avrinningsområdet (12 % enligt SMHI:s Vattenweb), vilket även förklarar det starkt färgade vattnet vid denna provplats (figur 6). Den höga halten i Mjölnaån kan sannolikt kopplas till den stora andelen jordbruksmark (49 % enligt SMHI:s Vattenweb), eftersom mullrika jordbruksmarker kan tillföra mycket organiskt material. Med ett undantag uppmättes måttligt höga eller låga halter av organiskt material i samtliga övriga vattendrag. I Vätterns utlopp, Motala ström, var alla TOC-halter under året mycket låga beroende på ”självrening” genom sedimentation och nedbrytning i Vättern med dess ca 60 år långa uppe-

hållstid. Vid nedbrytning av organiskt material åtgår syre, men år 2016 påvisades ingen syrebri-
st. Som lägst noterades svagt syretillstånd i Lillån (Bankeryd) och måttligt syrerikt tillstånd
i Huskvarnaån, Orrnäsaån och Domneån, medan det var syrerikt i övrigt.

Som medianvärde för år 2016 hade samtliga stationer mycket god buffertkapacitet (mot-
ståndskraft mot försurning, analyserad som alkalinitet) och pH-värdena påvisade nära ne-
utralt vatten. Inga surstötter noterades under året. Kalkning sker i de övre delarna av några
avrinningsområden på främst den västra sidan av Vättern.



Figur 6. Årsmedelvärden för halter av organiskt material (analyserat som TOC) och vattenfärg (mätt som absorbans) vid de 17 stationerna i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström år 2016 sorterade efter minskande TOC-halt. Orange, streckad linje anger gränsen mellan höga och mycket höga halter av organiskt material. Blå, streckad linje markerar övergången mellan betydligt och starkt färgat vatten. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).



Figur 7. Årsmedelvärden för turbiditet och fosforhalter vid de 17 stationerna i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström år 2016 sorterade efter minskande turbiditet. Brun, streckad linje anger gränsen mellan betydligt och starkt grumligt vatten. Blå, streckad linje markerar övergången mellan mycket höga och extremt höga fosforhalter. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).

Ljusförhållanden påverkar livsbetingelserna direkt för många organismer. Förekomsten av löst och partikulärt material påverkar också den biologiska tillgängligheten av till exempel metaller. Ljusförhållanden kan mätas med flera olika metoder. Färgtal är främst ett mått på vattnets innehåll av humus och järn. Vattenfärg har historiskt oftast mätts visuellt i en så kallad färgkomparator, men det blir allt vanligare att den istället mäts som absorbans i en fotometer vid 420 nm våglängd i en 5 cm kyvett på filtrerat vatten, eftersom den metoden har större precision. Starkt färgat vatten förekom i Domneån (figur 6), vilket står i överensstämmelse med att andelen sankmark i Domneåns avrinningsområde är jämförelsevis hög (12 %). Även i Gagnån och Hökesån klassades emellertid vattnet som starkt färgat (figur 6), trots att andelarna sankmark i dessa avrinningsområden bara är någon enstaka procent. Gemensamt för dessa båda avrinningsområden är stor andel skogsmark (cirka 80-90 %) och liten andel sjöar (cirka 1 %), vilket ger stor tillförsel av humusämnen och dåliga förutsättningar för "självrening" genom sedimentation och nedbrytning. Med ett undantag hade samtliga övriga provplatser betydligt eller måttligt färgat vatten. I Vätterns utlopp, Motala ström, bedömdes vattnet som ej eller obetydligt färgat (figur 6) beroende på "självrening" genom sedimentation och nedbrytning i Vättern.

Turbiditeten, eller grumligheten, är ett mått på vattnets innehåll av partiklar. I rinnande naturvatten orsakas grumlingen främst av oorganiska partiklar, t.ex. lera, där den största källan är erosion. I sjöar är det oftast organiska partiklar, t.ex. alger, som bidrar till grumligheten. Turbiditeten mäts som ljusspridning i en turbidimeter. Starkt grumligt vatten noterades endast i Malmabäcken och Lillån (figur 7). Dessa båda vattendrag tillhörde även trion med de högsta fosforhalterna (figur 4 och figur 7), vilket påvisar att grumlingen orsakades av erosion från jordbruksmark. Av okänd anledning var dock vattnet i Ålebäcken endast måttligt grumligt trots den extremt höga fosforhalten (figur 7). Med ett undantag hade samtliga övriga stationer betydligt eller måttligt grumligt vatten. I Vätterns utlopp, Motala ström, var vattnet emellertid svagt grumligt på grund av "självrening" genom sedimentation i Vättern.

Metaller undersöks vid knappt hälften av stationerna. År 2016 var medelhalterna av arsenik, kadmium, krom och nickel mycket låga eller låga vid samtliga stationer vid bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999). I Kärrafjärdens utlopp uppmättes emellertid höga medelhalter av bly och zink, vilket torde bero på nuvarande och tidigare verksamhet vid Zinkgruvan Mining AB i Askersunds kommun. I gruvan, som öppnades 1857, bryts zink, bly, koppar och silver. I Alsens utlopp förekom måttligt hög medelhalt av zink samt tillfälligt måttligt höga blyhalter. I Malmabäcken noterades måttligt hög medelhalt av koppar samt tillfälligt måttligt höga halter av zink.

Vid bedömning av metaller enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2015:4) överskred årsmedelvärdena för arsenik gränsen för god status (0,50 µg/l) i utloppen av Kärrafjärden (0,68 µg/l) och Alsen (0,51 µg/l) samt i Malmabäcken (0,52 µg/l). Samma förhållande gällde årsmedelvärdet för zink i Kärrafjärdens utlopp (20 µg/l jämfört med gränsvärdet 5,5 µg/l, biotillgänglig halt). Medelhalterna av kadmium, krom och kvicksilver överskred inte gränsen för god status vid någon av provplatserna. Medelhalterna av bly, koppar och nickel överskred inte heller gränsen för god status (biotillgänglig halt) vid någon station. Det ska dock beaktas att bedömning enligt nämnda dokument avser den lösta metallfraktionen, d.v.s. halten i den fas som erhålls efter filtrering genom ett 0,45 µm filter. Aktuella prov är ofiltrerade, och avser totalhalter, varför halterna kan ha överskattats.

PRESENTATION AV NÅGRA TILLFLÖDEN

Huskvarnaån

Huskvarnaåns avrinningsområde, som omfattar 662 km² (SMHI:s VattenWebb, 2017-11-06), ligger inom Jönköpings och Nässjö kommuner. Huskvarnaån har sina källområden cirka tio kilometer söder om Nässjö och mynnar i Vättern i Huskvarna tätort. Landskapet präglas av skog och myr (72 %), men i de större dalgångarna samt kring sjön Ylen dominerar jordbruksmarken (18 %). Andelen vatten är 7 %. Befolkningen i området uppgår till cirka 200 000 personer och av dessa bor cirka 14 % utanför tätort (SCB 2008). Flera av de undersökta sjöarna och vattendragen i avrinningsområdet är av riksintresse för naturvård (Ryssbysjön, Huluån, Stora Nätaren och Stensjön). Vid mynningen i Vättern bedöms den ekologiska statusen som måttlig (VISS, 2017-05-04). Det är bedömning av näringsämnen som avgjort statusen. I vattenförekomsten finns en relativt omfattande fysisk påverkan, då hela sträckan är kraftigt rensad och närmiljön till stor del består av anlagda ytor. Detta har sannolikt haft en negativ effekt på vattenlevande växter och djur.



Huskvarnaån vid Lekeryd (foto: ALcontrol AB).

Domneån

Domneåns avrinningsområde omfattar 66 km² (SMHI:s VattenWebb, 2017-11-06). Området berör Jönköpings och Habo kommuner. Domneån, som mynnar i Vättern nordväst om Bankeryd, har sitt källområde vid Dumme mosse. Domneån är meandrande och omges av trädbevuxna kärr och dalgången utfylls av mäktiga torvlager. I Domneåns avrinningsområde är andelen skog och myr 83 %, andelen jordbruk 13 % och andelen sjö endast 3 %. I Domneån är den ekologiska statusen måttlig (VISS, 2017-05-04). Det är bedömning av fisksamhället som avgjort statusen. Bedömningen stärks av omfattande hydromorfologisk påverkan. Det finns sex icke naturliga vandringshinder, varav samtliga är definitiva hinder för öring. Vattendraget är dessutom reglerat och nolltapning förekommer, vilket sannolikt haft negativa effekter på vattenlevande växter och djur. Analyser av näringsämnet fosfor visar god status på gränsen till måttlig.



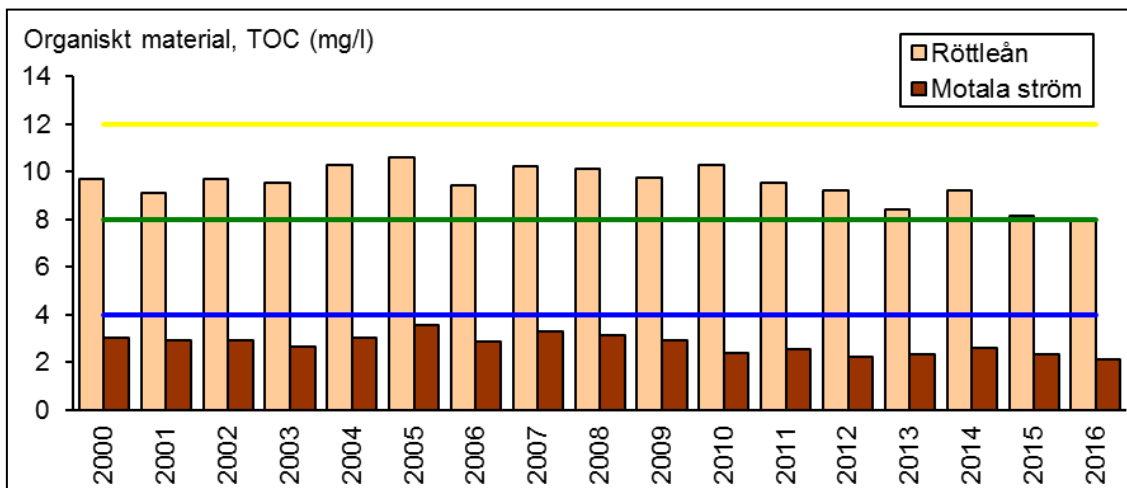
Domneån strax före utloppet i Vättern (foto: AL-control AB). Orange boj markerar utlagd vattenmossa för metallanalys.

Hökesån

Hökesåns avrinningsområde är relativt vittförgrenat och omfattar 69 km² (SMHI:s VattenWebb, 2017-11-06). Det ligger inom Habo kommun. Dominerande markslag i avrinningsområdet är skog och myr (77 %), andelen jordbruksmark är 20 % och andelen vatten 1 %. Hökesån är en av de större åarna kring Vättern som Vätterns sjölevande öringstammar utnyttjar som lek- och uppväxtområde. Den ekologiska statusen i Hökesån är måttlig (VISS, 2015-05-28). Den hydromorfologiska påverkan bedöms vara så pass omfattande att god ekologisk status inte kan uppnås. Det finns två icke naturliga vandringshinder (varav ett är definitivt hinder för öring). Fyra vandringshinder är åtgärdade så att vätteröringen numera kommer ända upp till Habo kvarn. Den bristande konnektiviteten (anslutningsgraden) samt regleringen vid Hökessjön ger måttlig ekologisk status.



Hökesån vid Kråkeryd i Habo (foto: Medins Havs- och Vattenkonsulter AB).



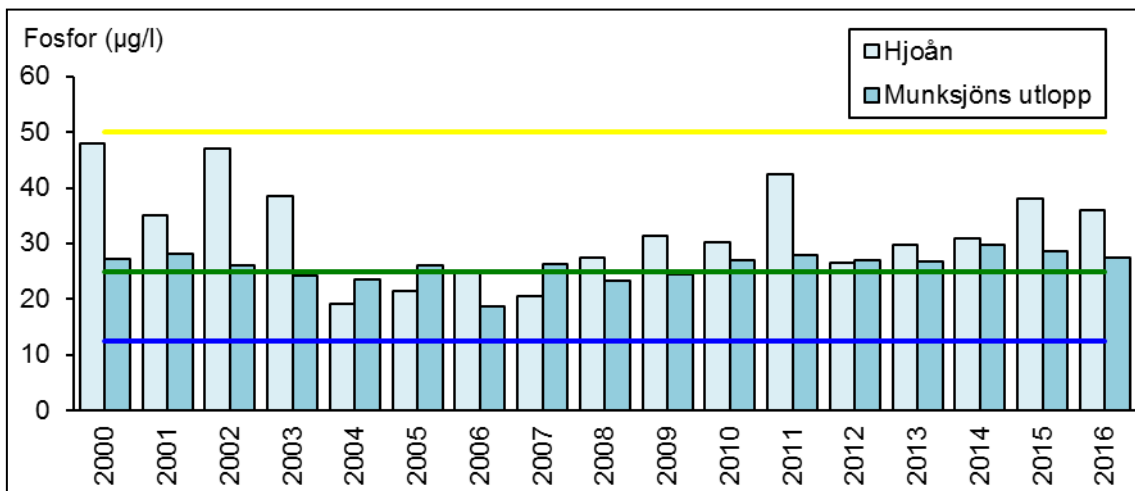
Figur 8. Årsmedelhalter av organiskt material (TOC) i Röttleån (station 40) och Vätterns utlopp vid Motala ström (station 10) under 2000-talet. Blå linje anger gränsen mellan mycket låg och låg halt, över grön linje är halten måttligt hög och över gul linje är halten hög. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

TIDSSERIER OCH TRENDER

Tidsserierna för organiskt material (analyserat som TOC), totalfosfor, totalkväve, ammoniumkväve och metaller (årsmedelhalter) utvärderades statistiskt med Mann-Kendall-test, varvid statistiskt signifikanta trender på en- ($p < 0,05$), två- ($p < 0,01$) och trestjärnig ($p < 0,001$) nivå under 2000-talet erhöles.

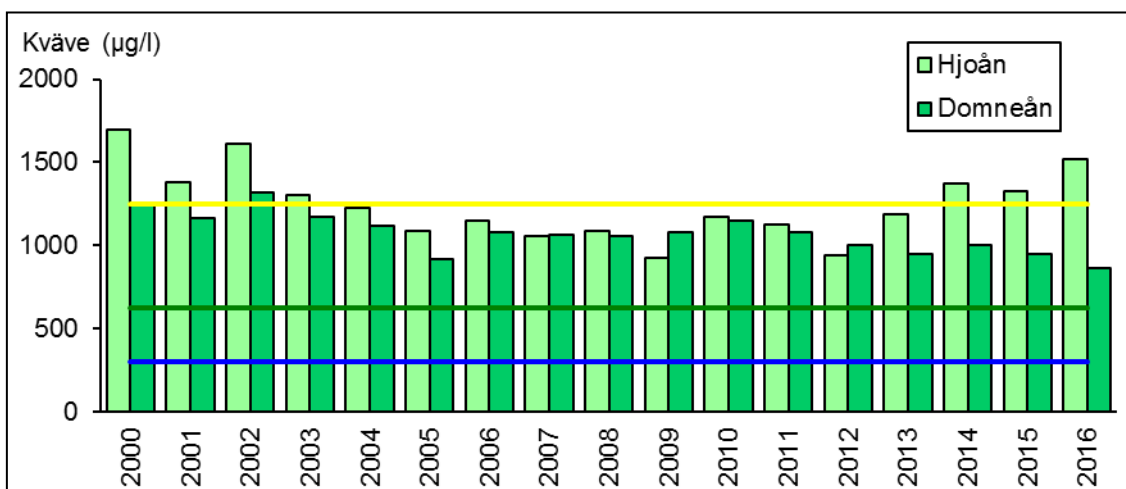
För organiskt material (främst humus från omgivande mark) finns signifikant minskande trender för 13 provplatser. Tydligast var detta i Röttleån, där minskningen var på två- eller trestjärnig nivå under hela perioden 2004-2016 till och med 2010-2016, då medelhalterna av TOC minskade från måttligt höga till på gränsen mellan låga och måttligt höga (figur 8). Också i Vätterns utlopp, Motala ström, minskade TOC-halterna på tvåstjärnig nivå åren 2000-2016 till och med 2007-2016 inom klassen mycket låga halter (figur 8). I Mjölnaån, Ålebäcken, Orrnäsaån, Huskvarnaån, Domneån, Hökesån, Knipån, Gagnån, Hjoån, Forsviksån och Kärrafjärdens utlopp minskade TOC-halterna på oftast enstjärnig nivå enstaka år under 2000-talet. Inga statistiskt säkerställda trender mot ökande halter konstaterades.

I Ålebäcken, Röttleån och Malmabäcken, som är några av de mest jordbrukspåverkade av tillflödena, är fosformedelhalterna signifikant minskande under 2000-talet. Signifikansen är starkast i Röttleån, där den var på trestjärnig nivå för 2010-2016. I Röttleån var fosforhalten minskande på tvåstjärnig nivå för 2011-2016, vilket även gällde Ålebäcken för åren 2000-2016 och 2001-2016. Även i Vätterns utlopp, Motala ström, minskade fosforhalterna på en- eller tvåstjärnig nivå under hela perioden 2000-2016 till och med 2005-2016. I Malmabäcken minskade fosforhalterna från extremt höga till oftast mycket höga, medan de i Ålebäcken, Röttleån och Motala ström bedöms som fortsatt extremt höga, mycket höga respektive låga. För tre provplatser, Munksjöns utlopp och Hjoån (figur 9) samt Hökesån, finns statistiskt signifikant ökande trender för fosfor under 2000-talet på oftast tvåstjärnig nivå. I dessa tre vattendrag var fosformedelhalterna höga vid 2000-talets början, men minskade till måttligt höga vid 2000-talets mitt, för att därefter åter öka till höga halter (figur 9). I Hökesån var dock 2016 års medelhalt strax under gränsen till hög.



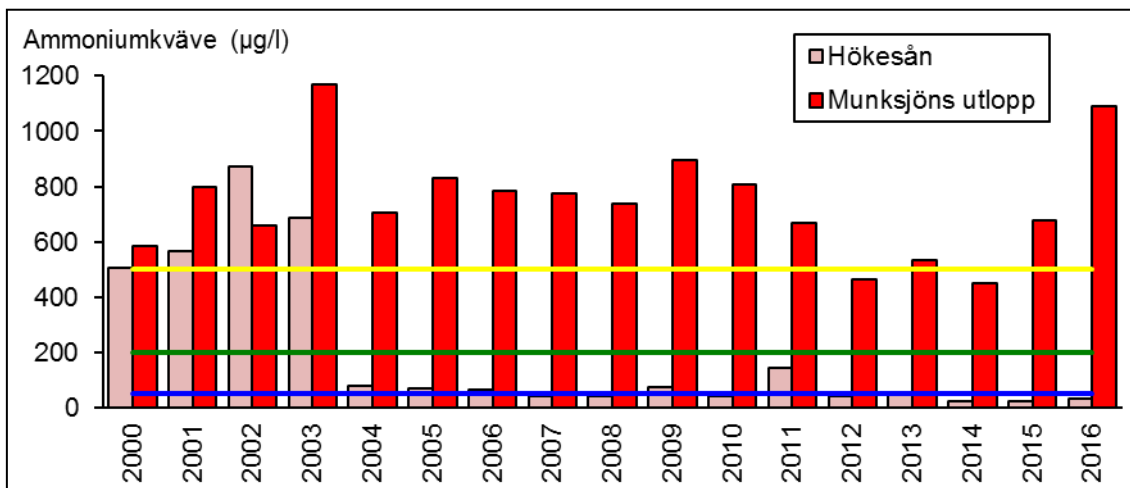
Figur 9. Årsmedelhalter av fosfor i Hjoån (station 140) och Munksjöns utlopp (station 60) under 2000-talet. Blå linje markerar övergången mellan låga och måttligt höga halter. Över grönlinje är halterna höga och över gul linje är halterna mycket höga. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).

För totalkväve finns statistiskt signifikant minskande trender under 2000-talet på oftast en- eller tvåstjärnig nivå för 13 stationer. I Domneån finns till och med en minskande trend på trestjärnig nivå för 2000-2016, då medelhalterna av kväve minskade från strax över gränsen till mycket höga till höga (figur 10). Minskande medelhalter av kväve på tvåstjärnig nivå förekom i Röttleån och Huskvarnaån samt utloppen av Kärrafjärden och Alsen. I Röttleån, Huskvarnaån och Alsens utlopp minskade kvävehalterna under 2000-talet inom klassen mycket höga halter, men var vissa år höga. I Kärrafjärdens utlopp minskade kvävehalterna från höga till måttligt höga. Statistiskt säkerställda ökande kvävehalter förekom främst i Hjoån, men då bara med enstjärnig signifikans från 2000-talets mitt. I Hjoån bedömdes kvävehalterna som mycket höga vid tidseriens början och slut, men höga däremellan (figur 10), vilket var samma mönster som för fosfor (figur 9).



Figur 10. Årsmedelhalter av kväve i Hjoån (station 140) och Domneån (station 80) under 2000-talet. Blå linje markerar övergången mellan låga och måttligt höga halter. Över grön linje är halterna höga och över gul linje är halterna mycket höga. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).

För nio av de 15 stationer där ammoniumkväve analyseras finns statistiskt signifikant minskande trender under 2000-talet på en-, två- eller trestjärnig nivå. Stationerna med minskande halter av ammoniumkväve på trestjärnig nivå var Hökesån och Knipån. I Hökesån klassades medelhalterna av ammoniumkväve som höga åren 2000-2003, men minskade därefter drastiskt till låga eller mycket låga halter (figur 11) på grund av att utsläppspunkten för Habo reningsverk flyttades till en våtmark med avrinning direkt till Vättern. I Knipån, liksom vid flertalet övriga provplatser, var medelhalterna av ammoniumkväve mycket låga eller låga under hela 2000-talet. I Huskvarnaån bedömdes emellertid medelhalterna ofta som måttligt höga och enstaka år till och med som höga. Även i Ålebäcken bedömdes halterna av ammoniumkväve ofta som måttligt höga. I Munksjöns utlopp klassades medelhalterna av ammoniumkväve oftast som höga (figur 11). Även i Munksjöns utlopp och Huskvarnaån bidrar utsläpp från reningsverk till förhöjda ammoniumkvävehalter, medan det i Ålebäcken troligen främst handlar om tillskott från gödsel. Den enda station som uppvisar statistiskt signifikant ökande halter av ammoniumkväve är Alsens utlopp, men samtliga årsmedelhalter bedöms som mycket låga.



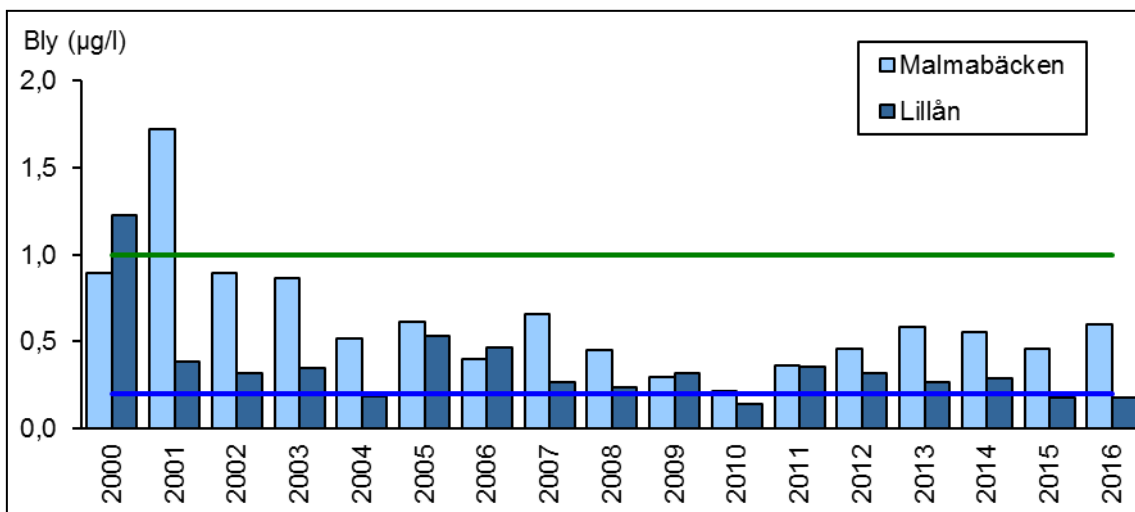
Figur 11. Årsmedelhalter av ammoniumkväve i Hökesån (station 100) och Munksjöns utlopp (station 60) åren 2000-2016. Blå linje anger gränsen mellan mycket låga och låga halter. Över grön linje är halterna måttligt höga och över gul linje är halterna höga. Bedömningar enligt KM Lab (skrivelse daterad 2000-02-14).



Figur 12. Vy över Munksjön från centrala Jönköping (foto: ALcontrol AB)

För tungmetaller, som bara mäts i sju av tillflödena samt Vätterns utlopp, Motala ström, finns många signifikant minskande trender för medelhalter av metaller under 2000-talet på en-, två- eller till och med trestjärnig nivå. På trestjärnig nivå gäller det emellertid bara koppar, krom och nickel i Malmabäcken samt arsenik och zink i Vätterns utlopp, Motala ström. I Malmabäcken och Motala ström är det även flera metaller som minskat på två- och enstjärnig nivå. I Malmabäcken gäller detta arsenik, bly, kadmium och zink och i Motala ström bly, koppar och krom. Minskande halter på tvåstjärnig nivå gäller även arsenik, kadmium och koppar i Huskvarnaån, kadmium, krom och koppar i Lillån (Bankeryd), zink i Forsviksån, kadmium, koppar, krom, nickel och zink i Kärrafjärdens utlopp samt zink i Alsens utlopp. Ökande halter med tvåstjärnig signifikans finns bara för nickel i Kärrafjärdens utlopp. Ökande halter på enstjärnig nivå gäller kadmium i Vätterns utlopp, Motala ström, nickel i Huskvarnaån och Munksjöns utlopp, bly i Malmabäcken samt arsenik och kadmium i utloppet av Alsen.

Vid flertalet stationer har medelhalterna av metaller varit mycket låga eller låga under hela 2000-talet. I Lillån (Bankeryd) minskade medelhalterna av koppar och bly (figur 13) från måttligt höga till oftast låga. I Malmabäcken minskade kopparhalterna från höga till måttligt höga. I Malmabäcken minskade även halterna av bly (figur 11) och zink från måttligt höga till låga. Orsaker till minskande metallhalter i Lillån och Malmabäcken kan till exempel vara minskad tillförsel från ytbehandlingsindustri och dagvatten. I Kärrafjärdens utlopp har zinkhalterna varit minskande, dock höga, under hela 2000-talet utom 2015. Vid samma provplats har blyhalterna oftast varit höga. Förhöjda halter av zink och bly i Kärrafjärdens utlopp torde bero på nuvarande och tidigare verksamhet vid Zinkgruvan Mining AB i Askersunds kommun. I Alsens utlopp har blyhalterna under hela 2000-talet legat på gränsen mellan låga och måttligt höga, medan zinkhalterna minskat från måttligt höga till huvudsakligen låga. I Alsens utlopp kan minskande metallhalter eventuellt bero på minskat tillskott från reningsverk och dagvatten.



Figur 13. Årsmedelhalter av bly i Lillån vid Bankeryd (station 70) och Malmabäcken (station 90) under 2000-talet. Blå linje anger gränsen mellan mycket låga och låga halter. Över grön linje är halterna måttligt höga. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

Växtplankton

Ingrid Hårding, Medins Havs- och vattenkonsulter AB

SAMMANFATTNING

Resultaten från 2016 års undersökningar av växtplankton i Vättern visade på hög näringsstatus vid både Edeskvarna och Jungfrun. Biomassan var mycket liten under hela säsongen och ett flertal arter av små guldalger som indikerar oligotrofi (näringsfattigdom) påträffades, främst i juli.

INLEDNING

Växtplanktonsamhället i Vättern har följts under mer än trettio år. Genom att analysera artsammanställning, arters relativa förekomst samt biovolym flera gånger årligen bevakas tillståndet och eventuella förändringar. Växtplanktonsamhällen förändras tydligt vid ändringar i till exempel näringsbelastning, betningsstryck, ljusförhållanden och försurningspåverkan. Även för att förstå förändringar i andra delar av näringsväven är kunskap om primärproducenternas utveckling viktig.

PROVTAGNING- OCH ANALYSMETODER

Provtagning av växtplankton i Vättern utförs normalt fyra gånger under året, i mitten av april, maj, juni och augusti. År 2016 utfördes provtagningarna 27–28 april, 7 juni, 19–20 juli, 31 augusti och 5 september. Provtagningen av växtplankton sker på samma stationer som vattenkemiproverna tas (tabell 1).

Tabell 1. Stationer för undersökning av växtplankton i Vättern (koordinater i RT 90, 2.5 gon V)

Nr	Station	Koordinater (x-y)	Maxdjup (m)	Provtagningsnivåer (m)
1	Edeskvarna	6421370 - 1406420	115	0 - 24 (blandprov)
2	Jungfrun	6486950 - 1434130	75	0 - 24 (blandprov)

Kvantitativa prov tas med en rörhämtare från varje tvåmetersintervall ned till 24 m (0–2, 2–4 m och så vidare) och samlas till ett blandprov. Ur blandprovet tas ett delprov för analys. Vid varje provpunkt tas dessutom ett kvalitativt prov från 0–24 meters djup genom vertikal hävning. Håvens masktäthet är 25 µm. Samtliga prov konserveras med Lugols lösning.

Artbestämning, räkning och mätning av växtplankton görs med hjälp av ett omvänt faskontrastmikroskop enligt så kallad Utermöhl-teknik (Utermöhl 1958) i enlighet med SS-EN 15204 (SIS 2006). Sedimenterad volym för 2016 års prover var mellan 10 och 25 ml. Beräkning av individtäthet och biovolym gjordes enligt ”Handledning för miljöövervakning” (Naturvårdsverket 2010). Dessutom skattades frekvensen av arter i det sedimenterade provet efter en femgradig skala för beräkning av Hörnströms trofiindex (Hörnström 1979, 1981) enligt metoden BIN PR163 (Naturvårdsverket 1986).

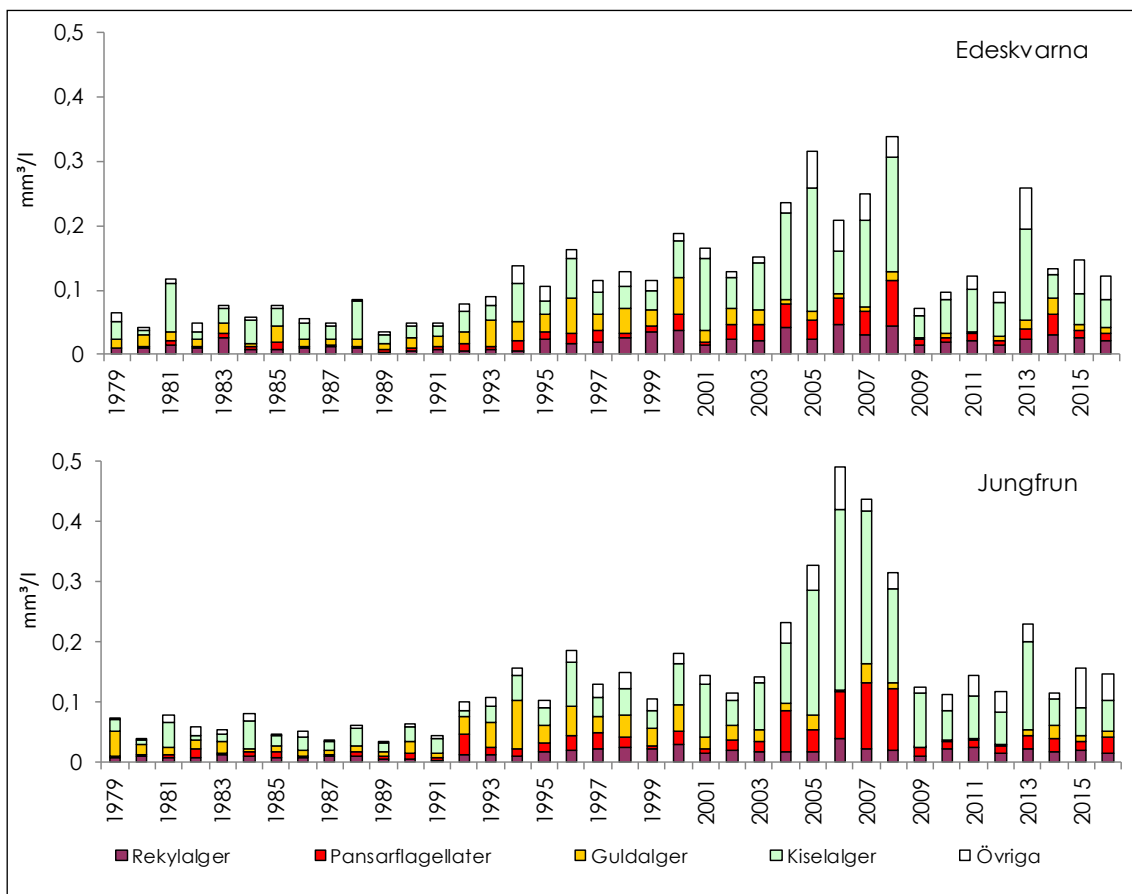
Provtagningsmetodik och nödvändig utrustning för kvantitativ och kvalitativ provtagning av växtplankton finns utförligt beskriven i ”Handledning för miljöövervakning”, undersökningstyp: ”Växtplankton i sjöar” (<https://www.havochvatten.se/>).

RESULTAT OCH DISKUSSION

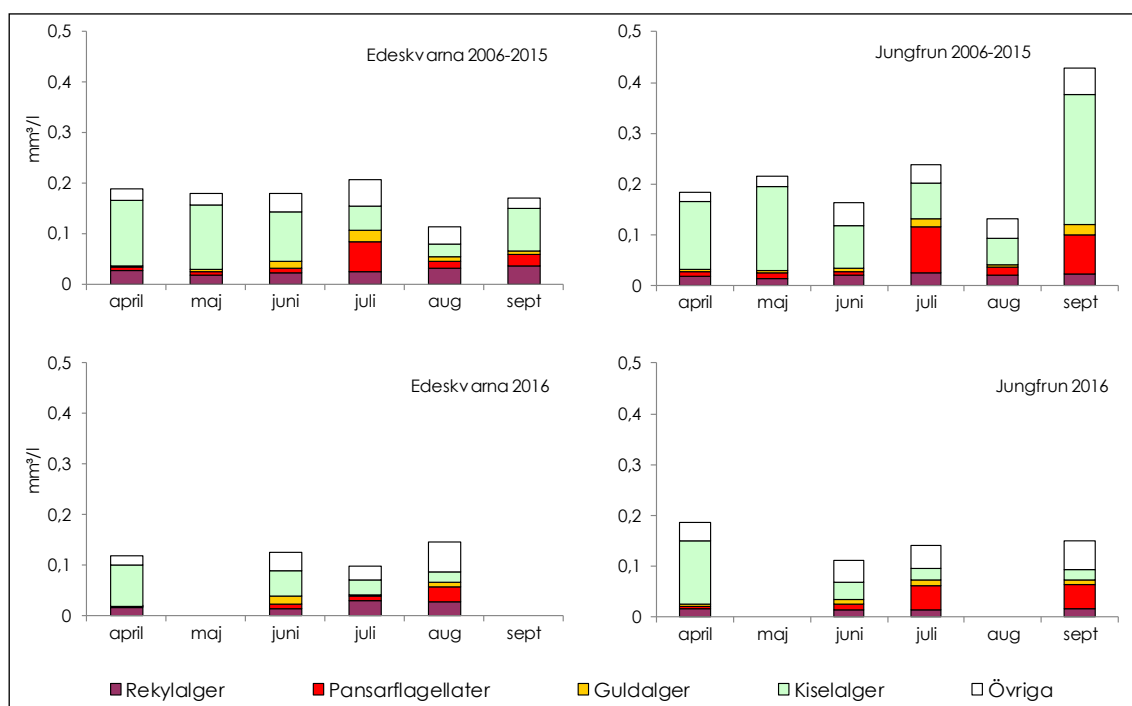
Nedan följer en sammanfattande redovisning av resultaten från 2016 års provtagning. Fullständiga artlistor återfinns på hemsidan för Institutionen för vatten och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU (<http://www.slu.se/vatten-miljo>), som är datavärd.

Växtplanktonfloran i Vättern karakteriseras av kiselalger, guldalger, rekylalger och pansarflagellater (figur 1). Antalet arter är vanligtvis mellan 40 och 50 i juli och augusti, indikatorerna på oligotrofi (näringsfattigdom) åtskilliga, biovolymerna låga och cyanobakterier (blågrönalger) utgör ingen större del av biomassan.

Den totala biovolymen av växtplankton var mycket liten vid både Edeskvärna och Jungfrun år 2016 (figur 2). De största biovolymerna noterades vid Jungfrun i april, då biomassan var över 0,2 mg/l, vilket alltså är en mycket liten biomassa. Den största andelen kiselalger påträffades under aprilprovtagningen (figur 2). Flest arter hittades i augustiproven från Edeskvärna, då över 60 taxa/arter påträffades. Arter som indikerar oligotrofi (näringsfattigdom), främst olika guldalger, var vanligt förekommande under året. Det noterades mycket låga biomassor av potentiellt giftbildande cyanobakterier (blågrönalger) år 2016.



Figur 1. Säsongsmedelvärden för växtplanktonbiomassor uppdelade på viktiga grupper vid stationerna Edeskvärna och Jungfrun i Vättern åren 1979- 2016. Åren 1979-2003 gjordes analyserna vid SLU, 2004-2009 vid Pelagia Miljökonsult AB och 2010-2016 vid Medins Havs- och vattenkonsulter AB (tidigare Medins Biologi AB).



Figur 2. Biovolym av växtplankton från 2016 års provtagningar samt månadsmedelvärden för perioden 2006-2015 för stationerna Edeskvärna och Jungfrun i Vättern. Värdena avser prov tagna på 0-24 m.

Klassificeringen av en sjös näringsstatus med avseende på växtplanktonsamhället ska enligt bedömningsgrunderna (Havs- och vattenmyndigheten 2013) göras på ett juli- eller augustiprov. Statusen beräknas genom en sammanvägning av följande parametrar: totalbiomassa av växtplankton, andel cyanobakterier (blågrönalger) och trofiskt planktonindex (TPI). Klassningen av näringsstatus sker i en femgradig skala: hög status, god status, måttlig status, otillfredsställande status och dålig status. Medelvärden från tre års provtagningar bör användas för klassificeringen, när sådana data finns tillgängliga. Sammanvägd status beräknades därför utifrån medelvärden av total biovolym, andel cyanobakterier och TPI för treårsperioden 2014-2016. I tabell 2 visas värdena för nämnda parametrar och sammanvägd status för Edeskvärna respektive Jungfrun. För klassificeringen användes årets augustiprov för Edeskvärna och juliprovet för Jungfrun. De olika delkriterierna gav ett samstämmigt resultat och båda stationerna fick hög sammanvägd status.

Tabell 2. Sammanvägd näringsstatus och ingående parametrars värden, baserat på juli/augusti-värden från undersökningar av växtplankton vid stationerna Edeskvärna och Jungfrun i Vättern. Treårsmedel avser åren 2014-2016.

Station	Totalbiomassa (mg/l) 3-årsmedel	Andel cyanobakterier (%) 3-årsmedel	Trofiskt planktonindex (TPI) 3-årsmedel	Sammanvägd status 3-årsmedel
Edeskvärna	0,113	6,85	-0,68	Hög
Jungfrun	0,111	6,66	-1,20	Hög

Djurplankton

Ingrid Hårding, Medins Havs- och vattenkonsulter AB

SAMMANFATTNING

Under år 2016 var mängden djurplankton i Vättern fortsatt liten, vilket tyder på ett näringsfattigt tillstånd. Vanliga arter år 2016 var hjuldjuren *Conochilus* och *Polyarthra*, hoppkräftorna *Eudiaptomus gracilis* (figur 1) och *Eurytemora lacustris* samt glacialrelikten *Limnocalanus macrurus*. Arter som indikerar näringsfattigdom dominerade artsammansättningen.



Figur 1. I Vättern förekommer hoppkräftan *Eudiaptomus gracilis*. Foto: Medins Havs- och vattenkonsulter AB ©.

INLEDNING

Övervakningen av djurplankton omfattar hoppkräftor, hinnkräftor och hjuldjur. Av dessa är framför allt hinn- och hoppkräftor viktig föda för pelagisk fisk (pelagisk innebär att den lever i den fria vattenmassan) medan hjuldjur kan vara viktig föda för nykläckta yngel av flera fiskarter. Vissa storvuxna arter av hinnkräftor är rovlevande och kan ibland konkurrera med planktonätande fisk om födan, samtidigt som de själva utgör begärliga byten för fisk. Därför är mängden djurplankton avgörande för både sportfisket och det kommersiella fisket. Djurplankton har även andra viktiga funktioner. Eftersom många djurplanktonarter lever på att filtrera växtplankton och partiklar ur vattnet, bidrar de till exempel till att upprätthålla Vätterns klara vatten, till gagn för friluftsliv och dricksvattenkonsumenter.

Djurplankton befinner sig i en komplicerad näringsväv. De påverkas bland annat både av mängden växtplankton och av mängden planktonätande fisk. Djurplankton är därför inte den organismgrupp som först påverkas av miljöförändringar. När det väl inträffar tydliga förändringar i djurplanktonsamhället brukar det å andra sidan vara en konsekvens av någon betydande miljöpåverkan. Förändringar bland djurplankton kan till exempel indikera förändringar både i växtplankton- och i fisksamhället. Övervakning av djurplankton är således viktig för att kunna förstå bakgrunden till andra biologiska förändringar i Vättern.

Vissa arter av djurplankton har även ett särskilt bevarandevärde på grund av sin intressanta biologi, historia eller sin ovanlighet. Det gäller till exempel relikthoppkräftan *Limnocalanus macrurus*, som är en av Vätterns glacialrelikter (istidsrelikter).

PROVTAGNINGSG- OCH ANALYSMETODER

Djurplanktonproven togs 19–20 juli, 31 augusti och 5 september 2016 på tre djupnivåer: 0–10 meter, 10–20 meter och 20–40 meter. För provtagning av hinn- och hoppkräftor användes en WP 2-håv med stängningsmekanism (Hydrobios, diameter: 57 cm, maskvidd: 100 µm) som drogs vertikalt genom det aktuella provtagningsskiktet. Hjuldjur provtogs med vattenhämtare, modell Limnos, från tre djup inom respektive provtagnings-skikt (0,5, 5 och 10 meter; 10, 15 och 20 meter respektive 20, 30 och 40 meter) och de tre proven från varje skikt slogs samman och filtrerades genom ett 25 µm såll. Djurplanktonproven konserverades med neutral Lugols lösning.

Analysen utfördes med hjälp av ett inverterat mikroskop vid 25–400 gångers förstoring. Minst cirka 400 rotatorier och 200 kräftdjur från varje prov räknades och artbestämdes. Större arter, som *Limnocalanus* och *Leptodora*, totalräknades alltid. Metoderna för provtagning och analys följde ”Handledning för miljöövervakning”, undersökningstyp ”Djurplankton i sjöar” (Naturvårdsverket 2003) och provtagningsprogrammet för Vättern.

RESULTAT OCH DISKUSSION

ARTFÖREKOMST

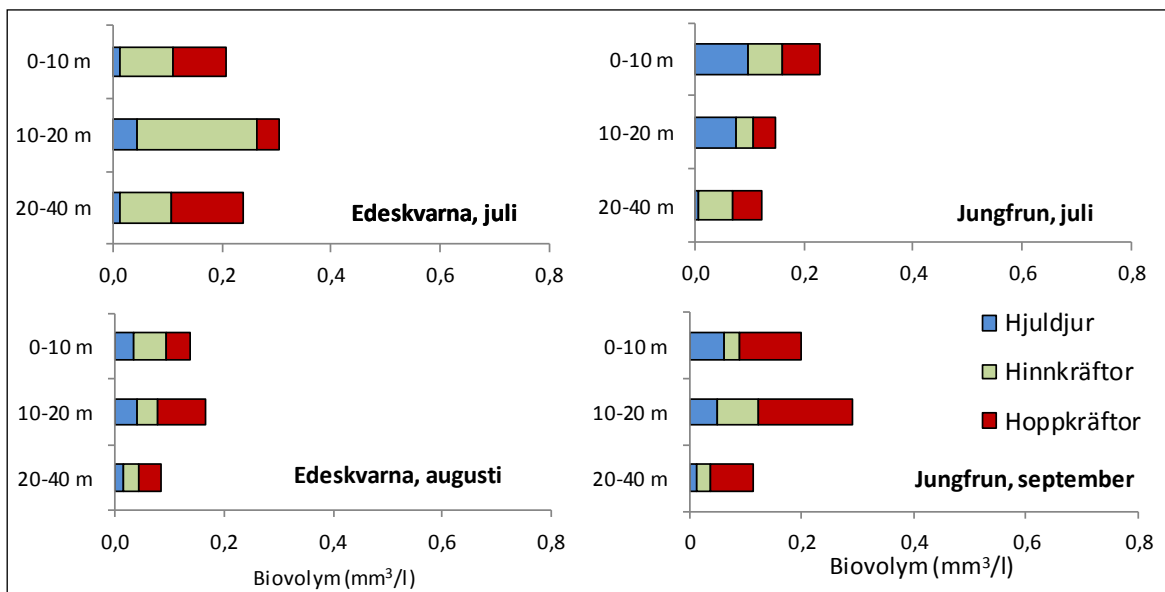
Nedan följer en sammanfattande redovisning av resultaten från 2016 års provtagning. Fullständiga artlistor återfinns på hemsidan för Institutionen för vatten och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU (<http://www.slu.se/vatten-miljo>).

Djurplanktonsamhället i Vättern är artfattigt. Sammantaget i proven hittades totalt cirka 13 olika arter vardera av kräftdjur och hjuldjur. Vätterns djurplanktonsamhälle är relativt stabilt vad gäller artförekomst och 2016 års artsammansättning liknar tidigare års. Bland indikatorerna överväger sådana arter som föredrar näringsfattiga förhållanden. De dominerande arterna var hinnkräftorna *Bosmina longispina* och *Daphnia galeata* samt hoppkräftan *Eudiaptomus gracilis*. Bland hjuldjuren dominerade arterna *Polyarthra vulgaris* och *Conochilus* sp. Tätheten av hjuldjur är mycket liten i Vättern. Det kan dels vara en effekt av den rikliga förekomsten av stora hinn- och hoppkräftor, dels en effekt av den låga tätheten av växtplankton. Både bland hinn- och hoppkräftorna förekommer arter som är känsliga för intensivt predationstryck från fisk. Det gäller till exempel *Daphnia galeata*, *Holopedium gibberum* och *Limnocalanus macrurus*.

UTBREDNINGSMÖNSTER

Figur 2 ger en sammanfattande bild av djurplanktonsamhället och dess djupfördelning vid 2016 års undersökning. Vid de flesta provtagningsstillfällena var biovolymen av djurplankton störst i det mellandjupa skiktet (10–20 m). Individtätheten av hjuldjur var mycket liten vid alla provtagningar, som mest drygt 200 individer per liter i det ytligaste skiktet (0–10 m) vid Jungfrun i juli.

Enskilda arter hade specifika utbredningsmönster. Ett exempel är den stora glacialrelikten *Limnocalanus*, som företrädesvis påträffades i djupare vatten, där den kan gömma sig från fiskpredation under dagtid. Den betydligt mindre arten, *Eudiaptomus gracilis*, hade en motsatt utbredning jämfört med *Limnocalanus*. Den arten löper troligen mindre risk att bli upptäckt och uppäten av fisk, varför den kan uppehålla sig i ytligare vatten på dagen.



Figur 2. Biovolymen av djurplankton fördelad på hoppkräftor, hinnkräftor och hjuldjur från de tre provtagningsnivåerna vid stationerna Edeskvärna och Jungfrun i Vättern år 2016.

Den rovlevande hinnkräftan, *Leptodora kindti*, påträffades vid båda stationerna i både juli och augusti år 2016. Arten är en aktiv simmare och lever av att äta andra djurplankton. Den är storvuxen och ett begärligt byte för fisk, men skyddas i viss mån av att den är transparent. Även en annan rovlevande hinnkräfta, *Bythotrephes longimanus*, påträffades vid alla årets provtagningar.

Olika djurplanktonarters utbredningsmönster kan ha konsekvenser för transporten av näring mellan olika vattennivåer, särskilt om de äter på vissa djup och utsöndrar näring på andra djup. Även fiskars aktivitet påverkas av djurplanktons utbredning och vandringsbeteenden. Pelagisk fisk som nors och siklöja äter i de skikt där eftertraktade djurplankton uppehåller sig, vilket i sin tur förväntas locka dit rovfiskar.

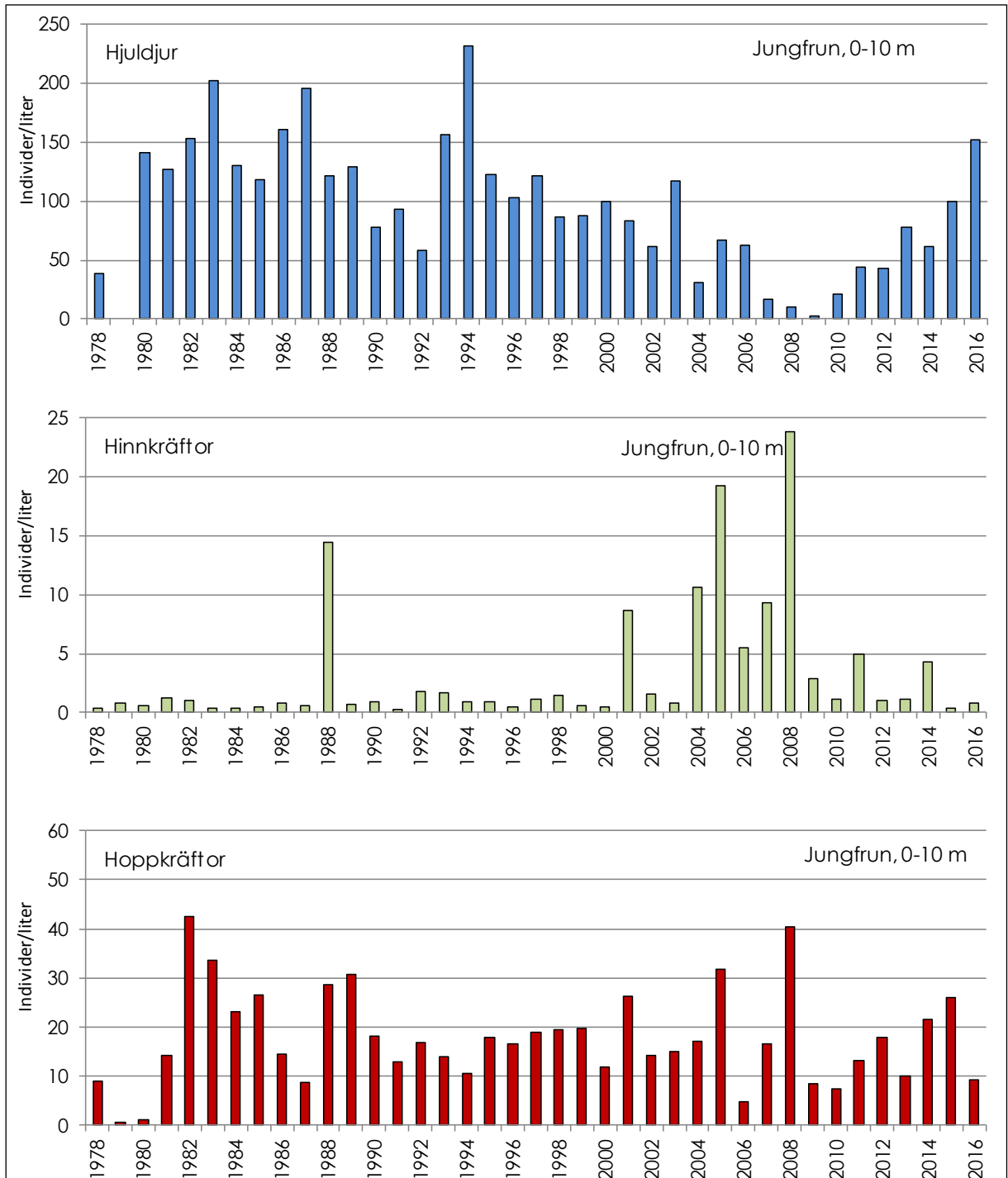
FÖRÄNDRINGAR I DJURPLANKTONSAMHÄLLET

Jämförbara data över djurplanktonmängder i Vättern finns tillgängliga från år 1978 för stationen vid Jungfrun och från år 1996 för stationen vid Edeskvärna. Enligt den längre tidsserien är det framför allt två förändringar som har inträffat (figur 3 **Fe!** **Hittar inte referenskälla.**):

1. Mängden hjuldjur minskade efter mitten av 1990-talet och den lägsta tätheten uppmättes år 2009. Under åren därefter har tätheten ökat, men totalt sett är antalet hjuldjur per liter fortfarande något mindre än genomsnittet vid station Jungfrun den undersökta perioden.
2. Hinnkräftorna ökade i antal under 2000-talets början och antalet var under en följd av år konsekvent större än genomsnittet för perioden. Åren 2009–2015 var tätheten åter relativt liten.

Tidsserien för Edeskvärna är kortare och det är svårare att se tydliga förändringar, men samma tendenser som vid Jungfrun kan anas. Den totala mängden hoppkräftor har troligen

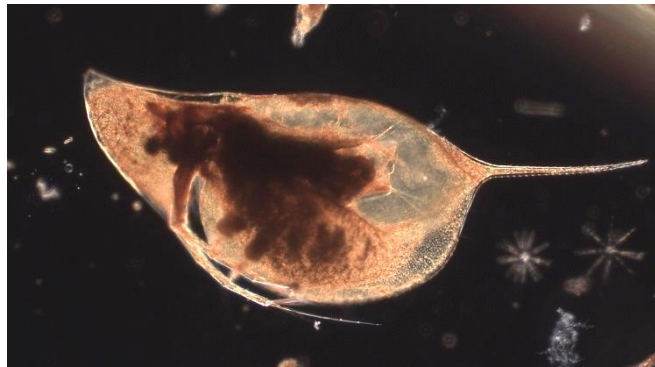
inte förändrats nämnvärt vid någon av stationerna, men tolkningen försvåras av att variationen mellan åren är relativt stor.



Figur 3. Utvecklingen av mängden hjuldjur, hinnkräftor och hoppkräftor i det ylligaste vattensiktet (0-10 m) vid station Jungfrun i Vättern. Staplarna avser augustivärden för perioden 1979-1995 och för åren 2012-2013. För övriga år avser staplarna medelvärde för två prover per år (juli och augusti/september). Åren 1978-2003 gjordes analyserna vid SLU, 2004-2009 vid Pelagia Miljökonsult AB och 2010-2016 vid Medins Havs- och vattenkonsulter AB (tidigare Medins Biologi AB).

De arter av hinnkräftor som förekommit rikligt det senaste decenniet är *Bosmina longispina*, *Daphnia cristata* (figur 4) och *Daphnia galeata*. Dessa arter är omtyckt föda för pelagisk fisk. En orsak till hinnkräftornas ökning under 2000-talets början skulle således kunna vara förändringar i täthet, åldersstruktur eller beteenden hos de fiskpopulationer som framför allt reglerar dessa hinnkräftors mängd ute i det fria vattnet (siklöja och nors). Samtidigt kan mängden hjuldjur påverkas negativt av hinnkräftornas aktivitet. Dels konkurrerar filtrerande hinnkräftor som *Bosmina* och *Daphnia* om födan med många hjuldjur, dels kan åtminstone *Daphnia* filtrera i sig en del hjuldjur.

Förändringarna i djurplanktonsamhället under det senaste decenniet skulle således ha kunnat orsakas av förändringar i fisksamhället. Det finns dock även andra faktorer som påverkar mängderna av hjuldjur samt av hinnkräftorna *Bosmina* och *Daphnia*. Dit hör till exempel mängden stora, rovlevande djurplankton och tillgången på växtplankton. Det är dock tydligt att de förändringar som skett i Vätterns biologi det senaste decenniet (till exempel förändringar i fisksamhället, mängden växtplankton och halterna av näringsämnen) även omfattar dess djurplankton.



Figur 4. Hinnkräftan *Daphnia cristata* i prov från Vättern år 2016. Foto: Medins Havs- och vattenkonsulter AB ©.

Bottendjur

Martin Liungman, Medins Havs- och Vattenkonsulter AB

SAMMANFATTNING

Bottendjursbeståndet dominerades som tidigare år av vitmärlor och glattmaskar. Vid samtliga stationer tyder en trendanalys på att andelen fåborstmaskar har minskat medan andelen vitmärlor har ökat. Det har inte gått att påvisa något samband mellan dessa djurgruppers förändringar, och den stora variationen i individtätheter mellan åren gör trenden osäker. Samtliga beräknade index visade på hög vattenkvalitet för alla tre provtagningsstationerna, och statusen bedömdes som hög med avseende på eutrofiering (övergödning).

PROVTAGNING- OCH ANALYSMETODER

Provtagningen utfördes den 5-6 september 2016. Sedan år 2004 tas fem prover per station med van Veen-hämtare (total area cirka 0,5 m², cirka 0,1 m² per hugg, figur 1). Dessförinnan togs tio prover per station med Ekman-huggare (total area 0,25 m², 0,025 m² per hugg, figur 1) fram till och med år 2003. En större provyta leder normalt sett till att fler arter hittas, men brukar inte påverka skattningarna av täthet.

RESULTAT

Vid 2016 års provtagning var artantalen höga (tabell 1) samtidigt som flera intressanta och för Vättern typiska arter förekom. Dels förekom flera mycket näringsämneskänsliga fjädermygglarver, vilket medförde mycket höga värden för BQI-index. Dessutom förekom flera syrekrävande och näringsämneskänsliga arter av fåborstmaskar, vilket medförde mycket höga värden även för indexet PTI. Båda dessa index uppvisar i Vättern värden som närmar sig sina maximala gränser (figur 3), och som är bland de högsta uppmätta i Sverige.



Figur 1. Provtagning av bottenfauna med van Veen-hämtare respektive Ekman-hämtare.

Tabell 1. Antal taxa/arter, individtätthet och statusklassning för stationerna i Vättern år 2016

Provyta	Provdjup (m)	Totalantal taxa	Medelantal taxa	Individtäthet (Individer/m ²)	Ekologisk status (HVM:s kriterier)
3. Vättern, Visingsö SV	110	14 (högt)	9	1 038 (måttligt högt)	Hög
4. Vättern, Omberg	102	11 (högt)	7	748 (måttligt högt)	Hög
5. Vättern, St Aspön SO	92	14 (högt)	10	1 206 (måttligt högt)	Hög

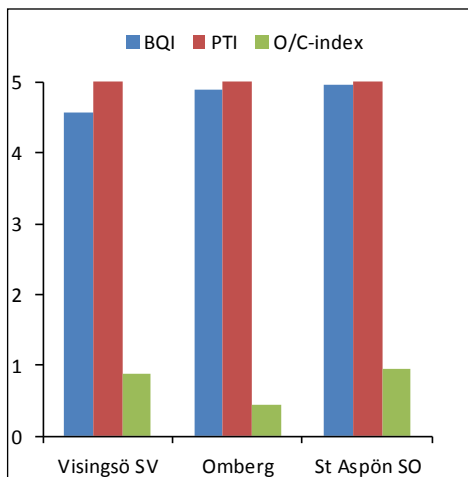
Flera olika arter av glacialrelikter förekom på stationerna. Vitmärlan *Monoporeia affinis* förekom i höga tätheter vid samtliga stationer. Enstaka individer av märlkräftan *Pallasea quadrispinosa* påträffades på stationerna vid Visingsö och Omberg. Skorv, *Saduria entomon* (figur 2), påträffades endast vid Stora Aspön, men har tidigare år även påträffats vid Omberg. Vid Stora Aspön förekom även pungräkan *Mysis relicta*. Beteckningen glacialrelikter, eller istidsrelikter, syftar på de organismer som levde i det forna ishavet, och som sedan ”blev kvar” i sjöarna vid landhöjningen då inlandsisen drog sig tillbaka för cirka 9000 år sedan. Deras naturliga utbredning inskränker sig därför till sjöar och vattendrag under högsta kustlinjen. Istidsrelikterna är känsliga för både låga syrgashalter och låga pH-värden.

På stationerna vid Visingsö och Stora Aspön påträffades dessutom den nationellt ovanliga fåborstmasken *Tasserkidrilus acapillatus*. Denna art har tidigare endast återfunnits längre österut i stora, näringsfattiga sjöar som exempelvis Bajkalsjön, Tajmyrsjön och Kaspiska havet. Arten har sannolikt funnits i Vättern även tidigare, men inte identifierats förrän vid 2010 års undersökning.

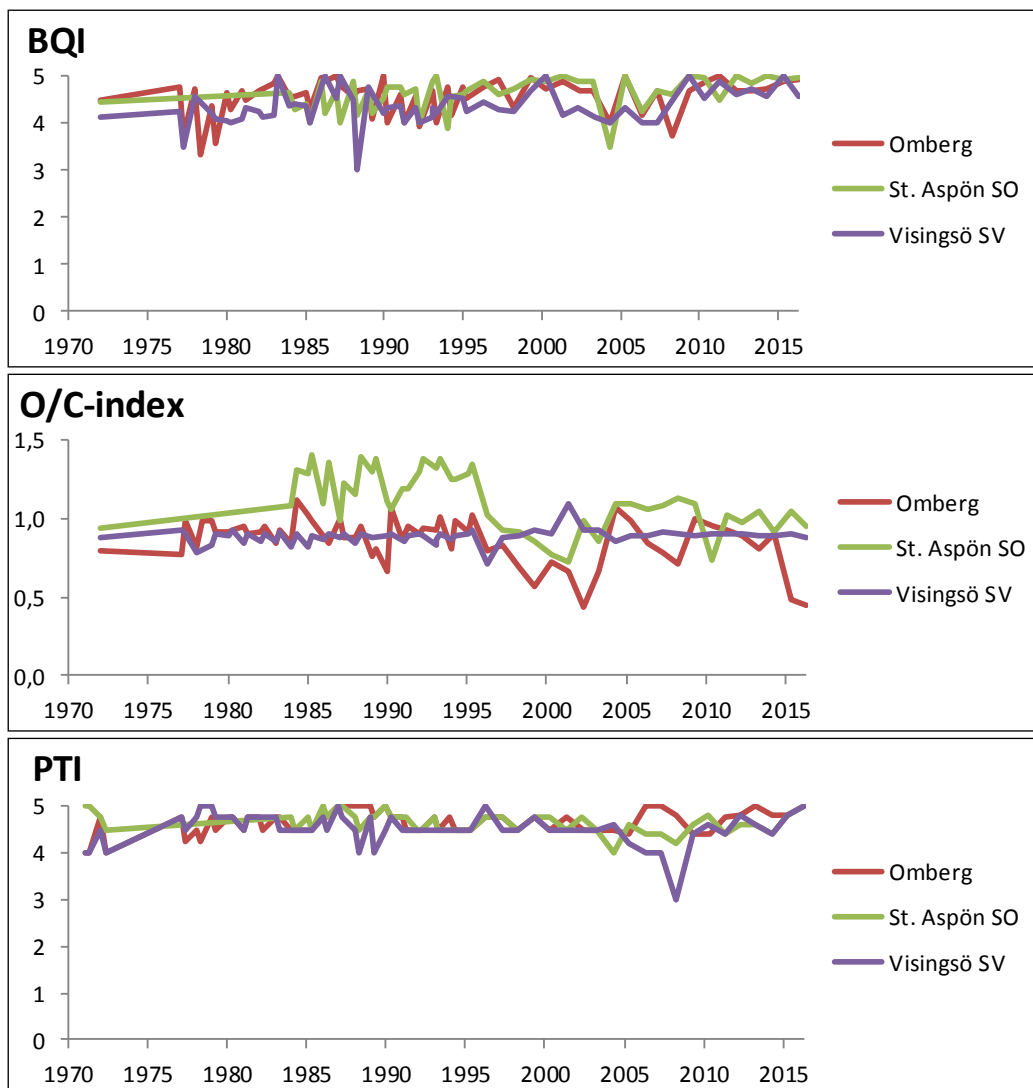
BQI (Benthic Quality Index), O/C-index och PTI (Profundalt Trofi-Index) beräknades för samtliga stationer. Indexen (beskrivna i Wiederholm 1999, Havs- och vattenmyndigheten 2013 samt Liungman & Ericsson 2006) används normalt för klassning av status och tillstånd med hjälp av profundalfauna (profundal betyder djupbotten). BQI bygger på förekomsten av indikatorarter bland fjädermyggor och kan anta värden från 0 till 5. PTI är ett multimetriskt index (består av flera delindex) och kan anta värden från 1 till 5. För BQI och PTI gäller att högre värden indikerar en näringsfattigare miljö. O/C-index beräknas som ett djupkomparerat förhållande mellan maskar och sedimentlevande fjädermyggor och kan anta värden från 0 och uppåt. För O/C-index gäller att högre värden indikerar större näringsämnesbelastning. Samtliga stationer uppvisade indexvärden som tydligt visar på näringsfattiga förhållanden och liten eller obetydlig påverkan från näringsämnen/organiskt material (figur 3). Därmed bedömdes samtliga stationer ha en hög status med avseende på eutrofiering (övergödning).



Figur 2. Skorv, *Saduria entomon*.

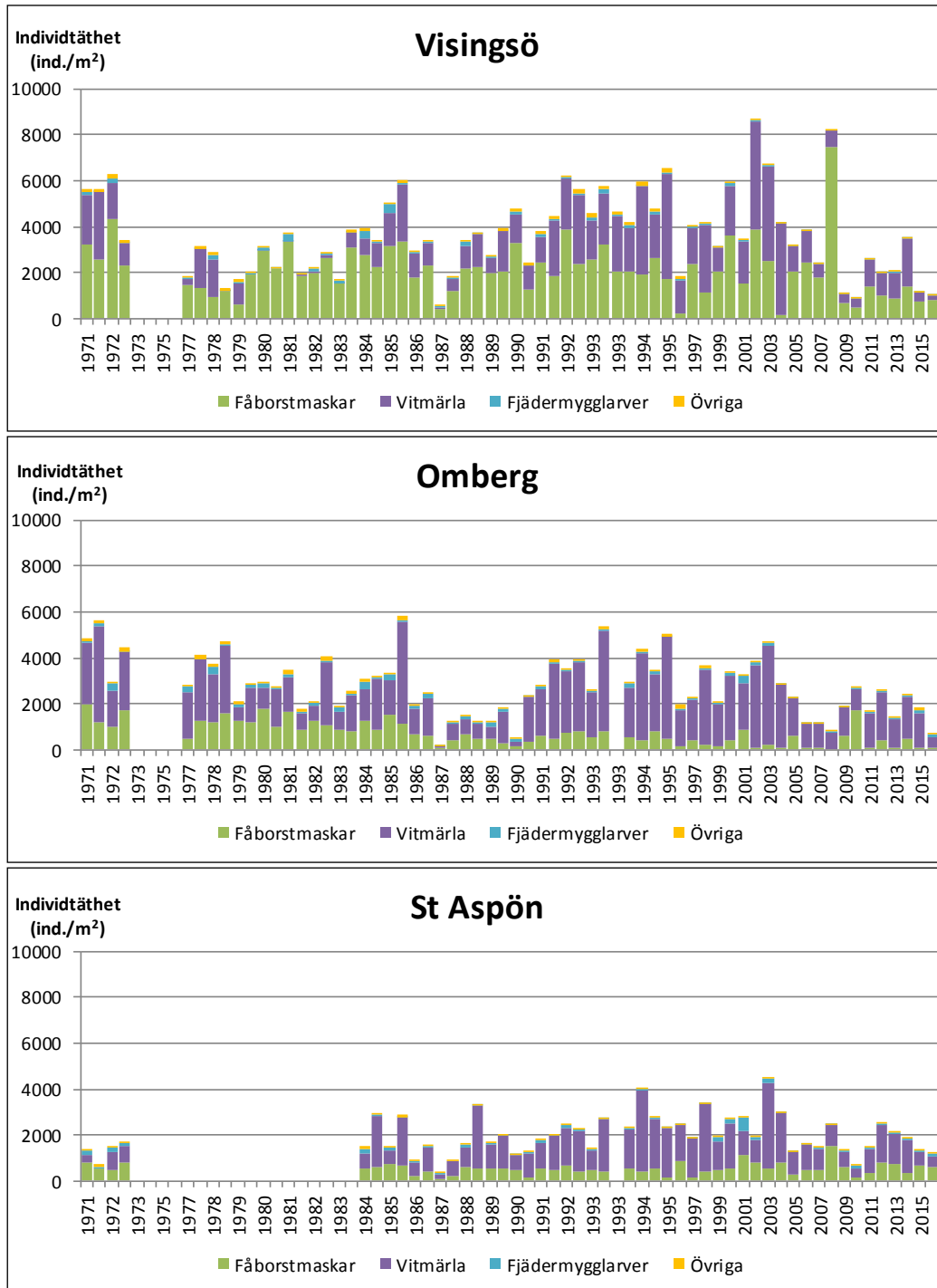


Figur 3. Värden på föreningsindex för bottenfaunastationerna i Vättern år 2016.



Figur 4. Värden för BQI, O/C-index och PTI vid provtagningar på stationerna i Vättern i augusti 1971- 2016. För BQI har alla noll-värden tagits bort, det vill säga då inga indikatorarter påträffats. Skillnader i taxonomisk upplösning och kvalitet har dessutom medfört att värdena för PTI kan vara marginellt missvisande fram till och med år 2010.

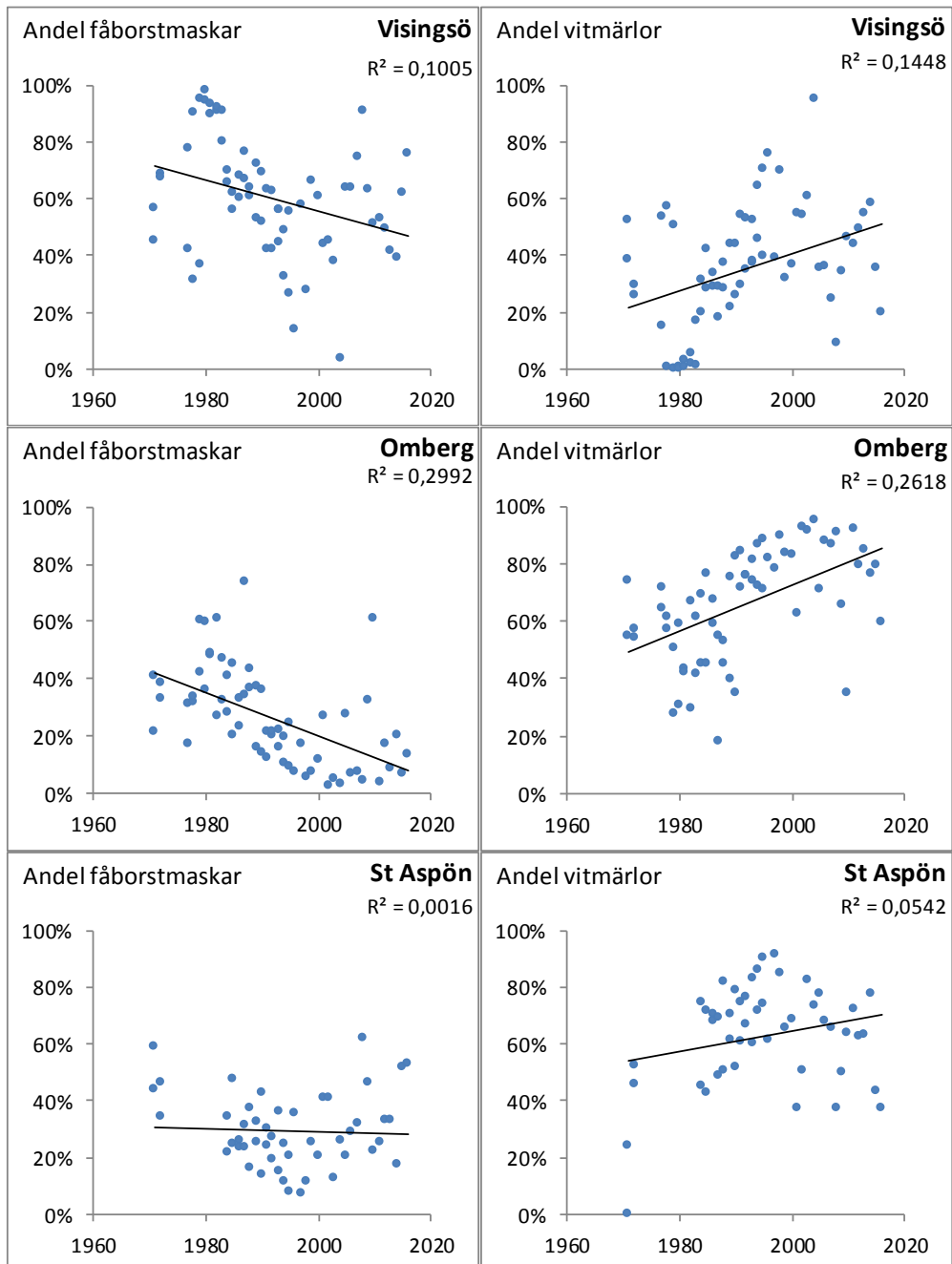
På uppdrag av Vätternvårdsförbundet har Medins Biologi AB (numera Medins Havs- och Vattenkonsulter AB) räknat fram historiska värden på BQI, O/C-index och PTI. Resultaten visar att förhållandena varit relativt stabila på stationerna samt att BQI indikerat hög status (BQI >2,01) under hela undersökningsperioden (figur 4).



Figur 5. Individdätthet för de fyra vanligaste bottenfaunagrupperna vid provtagningar i augusti 1971- 2016 på stationerna i Vättern.

Individdtäteterna har för samtliga djurgrupper varierat betydligt under årens lopp på alla stationer (figur 5). Några tydliga trender eller förändringar i vattenkvalitet har inte gått att identifiera.

Vid en analys av andelen fåborstmaskar (*Oligochaeta*) och vitmärlor (*Monoporeia affinis*) kan en svag trend skönjas mot minskande andel fåborstmaskar och ökande andel vitmärlor, framför allt vid Omberg (figur 6). Spridningen av data är dock stor och det har inte gått att visa att dessa gruppers förändringar är korrelerade till varandra.



Figur 6. Andel fåborstmaskar och vitmärlor i förhållande till totalantalet djur på stationerna i Vättern åren 1971-2016. Den svarta linjen är en linjär regressionslinje, R-kvadratvärdet finns uppe till höger i varje diagram.

REFERENSER

- ArtDatabanken 2015. Rödlistade arter i Sverige 2015. ArtDatabanken SLU, Uppsala.
- Havs- och vattenmyndigheten 2013. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2013:19.
- Liungman, M. & Ericsson, U. 2006. Profundalt Trofi-Index (PTI) och EutrofiEffekt-Index (EEI) för bedömning av tillstånd samt för påverkansklassning av mjukbottenfauna i sjöar. Medins Biologi AB.
- Vätternvårdsförbundet och Kommittén för Vätterns vattenvård. Samtliga tidigare årsskrifter.
- Wiederholm, T. (Ed.) 1999a. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket, rapport 4913.
- Wiederholm, T. (Ed.) 1999b. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport, biologiska parametrar. Naturvårdsverket, rapport 4921.

Vätterns pelagiska fiskbestånd

Thomas Axenrot, Sötvattenslaboratoriet, Institutionen för Akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet

SAMMANFATTNING

Den kraftiga minskning av den totala fisktätheten i öppet vatten som noterades 2015 (2 213 fiskar per hektar) återhämtades delvis 2016 med 3 273 fiskar per hektar, men den totala fisktätheten var fortfarande under medel för hela undersökningsperioden (1988-2016). Huvuddelen av ökningen 2016 bestod av storspigg, men även mängden nors och siklöja ökade något. Andelen småfisk (<80 mm) som storspigg, årsyngel av nors och hornsimpa var fortsatt hög (ca 80 %), dvs. till antal bestod beståndet vid undersökningen (september) till största delen av små bytesfiskar. Nors har haft måttlig till god årlig rekrytering under en längre tid, men beståndet av nors (ett år och äldre) var svagt både 2015 och 2016. Beståndet av siklöja (ett år eller äldre) återhämtade sig 2013 efter flera svaga år och fortsatte 2014-16 att ligga strax över medelvärdet för hela undersökningsperioden. En måttligt god rekrytering till siklöjebeståndet noterades 2016 över hela sjön utom den sydligaste delen (söder om Vingsjö). Den totala fiskbiomassan, som minskade avsevärt från 2014 till 2015 (från 20 till 12 kg/hektar), ökade 2016 till 15 kg/hektar, var högst i den norra halvan av sjön och dominerades av siklöja (ett år och äldre).

DET PELAGISKA FISKSAMHÄLLET – VIKTIGAST I SJÖN

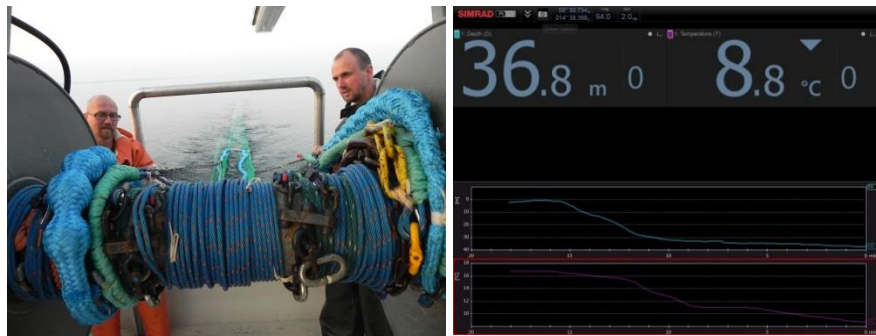
Vättern är djup med mestadels branta stränder, små skärgårdsområden och bara mindre till- respektive avrinnande vatten. Vattnets uppehållstid i Vättern är omkring 60 år. Detta medför att det öppna vattnet - pelagialen - dominerar sjöns biologiska produktion. Det pelagiska fisksamhället är också det mest betydelsefulla för fisket, om man undantar fisket på signal- kräfta. Med pelagiska fiskar avses de som huvudsakligen uppehåller sig och jagar föda i öppet vatten. Till dessa hör framför allt nors, siklöja och storspigg, lax och röding, samt till viss del även sik och öring. Arter som gers, hornsimpa, lake och abborre är mer knutna till botten. Nors, siklöja och storspigg är viktiga bytesfiskar för rovfiskarna i sjön. Andra viktiga födoresurser för flera fiskarter, bland annat ung röding, sik och lake, är vitmärla (*Monoporeia affinis*) och pungräka (*Mysis relicta*). Sistnämnda två arter lever också av vad som produceras eller har producerats pelagiskt. Vitmärlor lever bottennära och i sedimentet på stora djup medan pungräkor säsongsvist, nattetid i skydd av mörkret, företar födovandringar från botten högt upp i vattenmassan för att konsumera växt- och djurplankton. Därmed konkurrerar de med siklöja, ung nors och storspigg som också livnär sig på djurplankton. Riktade undersökningar för att utveckla metodiken att kvantifiera pungräkor och stora djurplankton genomfördes i Vättern 2007 och 2011 (Vätternvårdsförbundets rapporter nr. 99 och 115; Axenrot m fl., 2009; Ragnarsson Stabo m fl., 2014). Resultaten visade att biomassan av dessa djurgrupper, vilka livnär sig på mindre djurplankton och på så sätt både konkurrerar med och är en födoresurs för fisk, kan vara lika stor som mängden fisk.



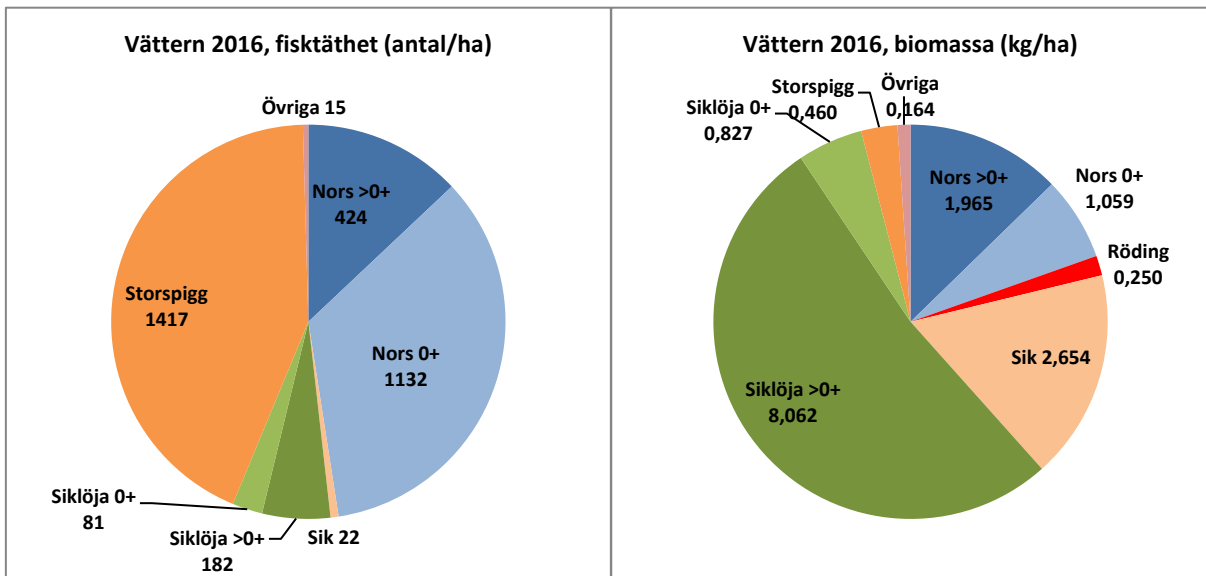
Figur 1. Efter solnedgången börjar arbetet med att följa fisken i öppet vatten med ekolod då stimmen löser upp sig i mörker och enskilda fiskar blir mer tillgängliga. I september 2016 bjöd Vättern på några helt vindstilla, fantastiska nätter. Foto Thomas Axenrot.

ÖVERVAKNINGSMETOD

De pelagiska fiskbestånden i Vättern övervakas årligen, med stöd från Havs- och Vattenmyndigheten och Vätternvårdsförbundet, med hjälp av ekolodning. Övervakningen utgör även en del av det nationella miljöövervakningsprogrammet. Undersökningarna påbörjades 1988 och har genomförts årligen sedan 1992. Undersökningarna utförs med vetenskapliga ekolod som samlar in hydroakustiska data längs 14 transektorer tvärs över sjön. Från 2006 används ett nytt 120 kHz ekolod som kompletterades 2011 med ett 38 kHz ekolod (Simrad EK60 med ES120 7C och ES38B). Kombination av frekvenser (s.k. multifrekvens) förbättrar precisionen i fiskundersökningarna och ger möjlighet att studera andra organismer i ekosystemet, som t ex. pungräkor och djurplankton. Hydroakustiska data kompletteras med provtrålningar i alla delar av sjön på olika djup, dock inte bottenstrålning. Trålningen ger information om art- och storlekssammansättning i de undersökta fiskbestånden. Provtrålningarna genomförs nattetid i september och är avsedda att fånga de vanligast förekommande fiskarna i öppet vatten varför större, rolevande, rörliga fiskar troligen är underrepresenterade och årsyngel överrepresenterade vid denna tid på året. Från 2008 används ett nytt forskningsfartyg (U/F Asterix). Fortlöpande utveckling av tolkningen av hydroakustiska data sker genom kunskapsutbyte med forskare i Europa, Nordamerika och Internationella Havsforskningsrådet (ICES) samt i olika projekt. Undersökningarna följer den europeiska standarden för beståndsskattning av fisk med ekolodning i sötvatten som gäller sedan 2014 (CEN, 2014).



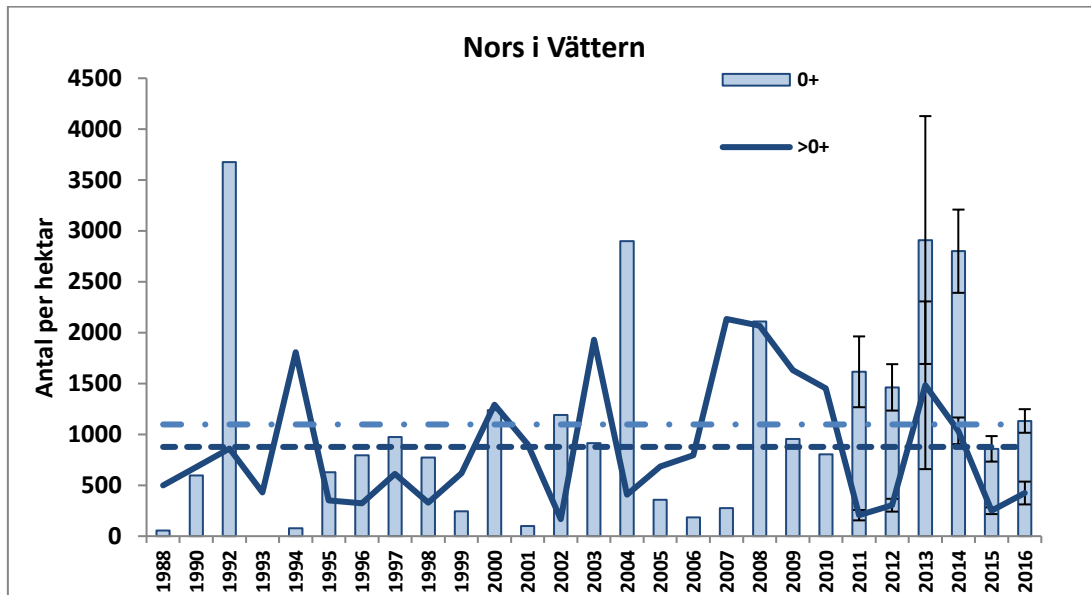
Figur 2. Tråldragen tillför viktig information om art- och storlekssammansättning till ekolodsdata. Tråldjup och tråltemperatur följs i realtid under tråldragen. Foto Thomas Axenrot.



Figur 3. a) Fisktäthet (antal per hektar) av respektive art i det pelagiska fisksamhället i Vättern 2016. b) Motsvarande för biomassa (kg per hektar).

NORSBESTÅNDET FORTSATT SVAGT

Nors fortsatte att vara den till antal vanligaste fisken i öppet vatten med 1 556 individer per hektar (ha) vilket motsvarade 48 % av antalet fiskar i öppet vatten, varav 75 % årsungar (0+). Storspigg låg emellertid inte långt efter med 43 %. Andelen nors av den totala fiskbiomassan var 20 % (Figur 1). Beståndet av 1-årig och äldre nors (>0+) återhämtade sig något efter den kraftiga minskningen 2015 men är fortfarande betydligt under medel för hela undersökningsperioden (1988-2016). Rekryteringen av nors (0+) var måttlig 2016 (Figur 4). Sett till antal fiskar utgjordes det pelagiska fisksamhället till 80 % av små bytesfiskar (<80 mm) som storspigg och årsungel av nors, vilket motsvarade 10 % av fiskbiomassan, (Figur 3). Mängden bytesfisk är viktig för goda bestånd av de rovlevande fiskar som fritidsfiske och delvis yrkesfiske fokuserar på.

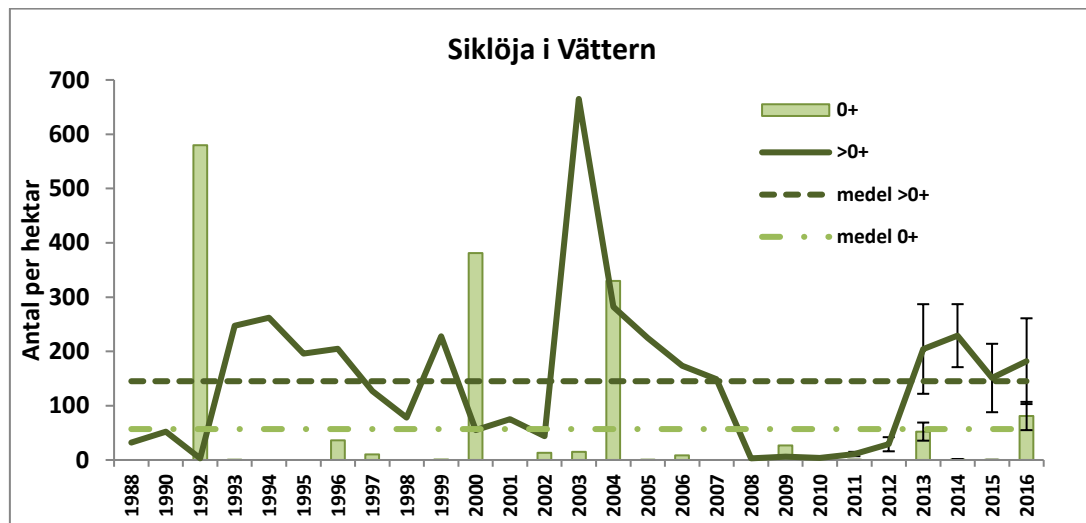


Figur 4. Utveckling av norsbeståndet (ettåriga och äldre, >0+) och den årliga rekryteringen (0+) 1988-2016. Åren 1989 och 1991 genomfördes inga undersökningar.

Mängden nors har varierat över åren från cirka 400 till 4 500 individer per hektar. Stora avvikelser från medelvärdet förekommer framför allt vid enstaka år med höga tätheter och kan då oftast förklaras med ovanligt god rekrytering, dvs. stora mängder årsyngel. Nors och storspigg är eftertraktade bytesfiskar och flertalet blir inte så långlivade. Andelen årsyngel av nors varierar i trålfångsterna mellan sjöns olika delar och har som regel varit högre i de mellersta och norra delarna. En förklaring kan vara att förutsättningarna för tillväxt är mindre gynnsamma i den södra delen med färre grundområden och öar samt mindre näringsrikt och ofta kallare vatten. På senare år har dock mängden norsyngel varit mer jämnt fördelad över sjön.

SIKLÖJEBESTÅNDET FORTSATT STARKT

Efter flera svaga år ökade beståndet av siklöja (>0+) 2013 till över medel för undersökningsperioden och har fortsatt så 2014-16 (Figur 5). Då 80 % av antalet fiskar i öppet vatten var småfisk (<80 mm) utgjorde de jämförelsevis stora siklöjorna (medellängd 186 mm för >0+ 2016) 50 % av biomassan (8 kg/ha; Figur 3). Beståndet av siklöja har uppvisat stor variation över åren (variationskoefficient ca 100 %) vilket berott på uppkomsten av starka årsklasser enstaka år. Dessa har visat sig uppstå med flera års mellanrum med minskande bestånd under mellanliggande år och ett allt svagare bestånd ifall en ny stark rekrytering dröjer. Så minskade t.ex. den starka årsklassen 2004 under några år och beståndet var slutligen mycket svagt 2008-2012 med bara enstaka siklöjor per hektar till dess en ny stark årsklass uppkom (Figur 5). År 2013, 2015 och 2016 noterades mer siklöja i den norra halvan av Vättern, och 2014 huvudsakligen i den mellersta delen, från norr om Visingsö till söder om Rökne huvud. Söder om Visingsö noterades få siklöjor (>0+) 2013 och 2015, och inga alls 2014 och 2016. I likhet med nors varierar andelen unga siklöjor (0+) mellan olika områden över åren. År 2012 fångades inga årsyngel av siklöja alls, men åren 2009-2011 fångades dessa nästan uteslutande i den norra delen av sjön. År 2013 fångades en stor del av årsynglen i den södra halvan av Vättern och 2014 och 2015 saknades årsyngel av siklöja i stort sett helt i hela Vättern. År 2016 noterades en ny, måttlig rekrytering som var starkast i den nordligaste delen av sjön, norr om Motalaviken. Söder om Visingsö fångades inga årsyngel av siklöja 2016.



Figur 5. Utveckling av siklöjebeståndet (ettåriga och äldre, >0+) och den årliga rekryteringen (0+) 1988-2016. Åren 1989 och 1991 genomfördes inga undersökningar.

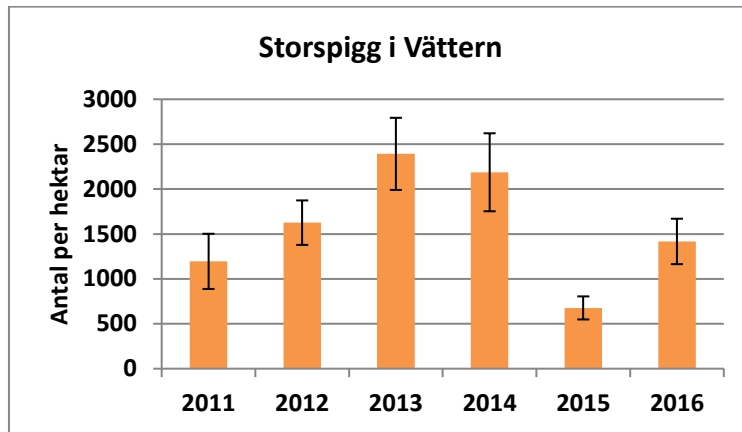
Siklöjan leker på senhösten med kläckning av ynglen på våren medan norsens lek och kläckning av yngel sker på våren. Detta innebär att förutsättningarna på våren kan se olika ut för de två arternas yngel. Det är av största vikt för de nykläckta årsynglen att produktionen av lämpliga födoorganismer sker i rätt tid, vilket i sin tur beror på väderförhållandena.

Siklöja - rekryteringsframgång, kondition, konkurrens och klimat

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 att en stark årsklass kan hålla tillbaka föryngringen under flera år och att en ny stark årsklass uppstår först när den gamla starka årsklassen tunnats ut. Så utgjorde t.ex. den starka årsklassen 1992 fortfarande 1998-99 60 % av antalet vuxna siklöjor och en ny stark årsklass uppstod först år 2000 (Figur 3). Riktigt starka årsklasser har bara uppstått 1992, 2000 och 2004. De senaste måttligt goda årsklasserna noterades för 2013 och 2016. Klimatfaktorers inverkan på uppkomsten av starka årsklasser hos siklöja har studerats (Nyberg m fl., 2001; Sandström m fl., 2014), men för siklöjan i Vättern kunde inga samband fastställas. Axenrot och Degerman (2016) har visat på ett möjligt samband där enskilda siklöjors kondition påverkas av tidigare lekar och födokonkurrens. Under perioder då siklöjorna hade låg konditionsfaktor uppstod inga nya starka årsklasser i Vättern. Först när den individuella fiskens kondition byggs upp över tid och den kunde lägga energiresurser på rom/mjölke, kunde andra faktorer – som t.ex. klimat – påverka uppkomsten av en ny stark årsklass. Att återta god kondition och bli lekmogen kan antas ta lång tid i en näringsfattig och lågproduktiv sjö som Vättern där siklöjan därtill måste konkurrera med artfränder, ung nors, storspigg och pungräkor om samma födoresurs (djurplankton).

ÖVRIGA ARTER

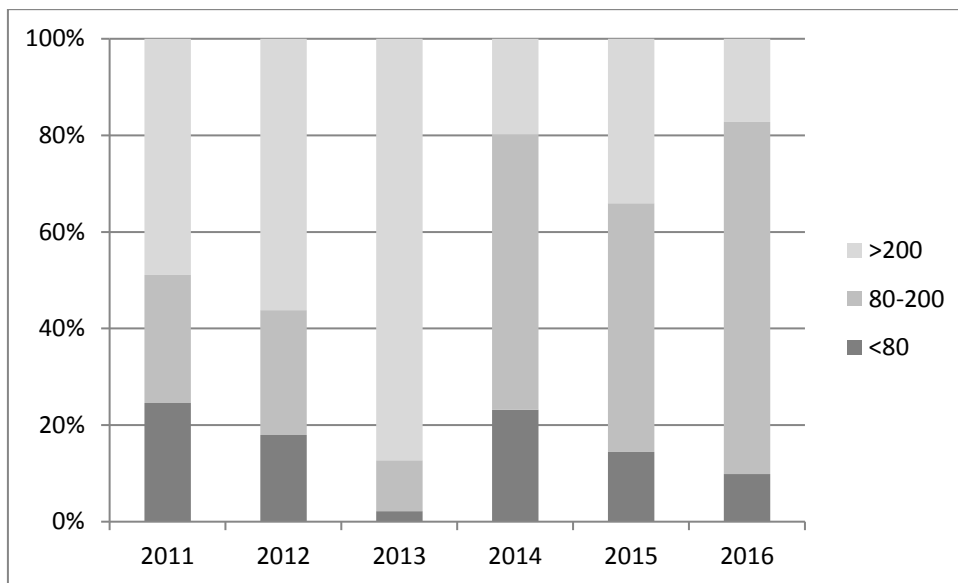
Utöver nors och siklöja fångades 2016 även storspigg, hornsimpa, sik, gers, röding, flodnejöga och lake vid provtråkningarna (Figur 3).



Figur 6. Mängden storspigg i Vättern (antal per hektar) för 2011-2016. Resultat beräknade på hydroakustiska undersökningar med provtrålning i september.

Den numera näst vanligaste fisken efter nors i öppet vatten är storspigg (Figur 3 och 6). Arten uppträder ofta nära ytan vilket gör att en stor del av individerna sannolikt inte registreras vid ekolodning då givaren/svängaren sitter monterad under båten (U/F Asterix) på 1,5 m djup och har en teknisk närgräns på ca 1,5 m (sammanlagt 3 m). Det mest ytliga tråldraget sker normalt på ca 5-10 m för att komplettera data från ekolodningen. Helt ytliga tråldrag (0-5 m) har genomförts för att ge en uppfattning om mängden storspigg. I dessa tråldrag utgjorde storspigg >80 % i gruppen liten fisk (<80 mm). I övrigt ingick årsyngel av nors. Nuvarande metodik är inte anpassad för att få ett bra mått på mängden storspigg varför beräkningarna bör tolkas försiktigt.

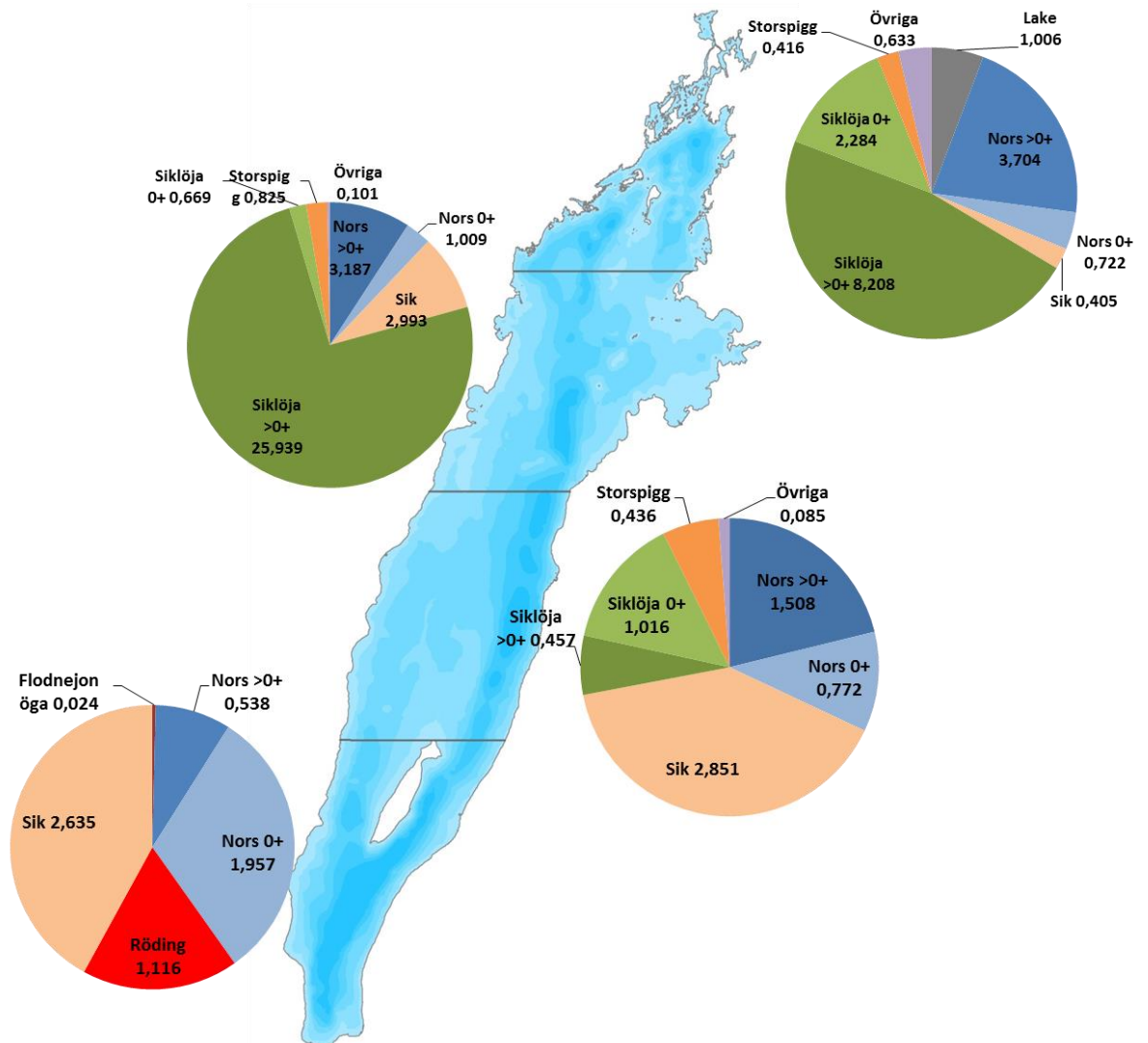
Andelen större fiskar (>200 mm) som fångades 2016 utgjorde 17 % av biomassan och bestod mest av sik samt en mindre andel röding. Biomassan av medelstor fisk (80-200 mm) var betydligt större än vanligt (73 %) vilket berodde på ökningen i siklöjebeståndet 2014-16 (Figur 7).



Figur 7. Den relativa fördelning av biomassa för olika storleksgrupper (2011-16). Längdgrupper i millimeter.

FISKTÄTHET OCH BIOMASSA

Mängden fisk kan beräknas som antalet fiskar eller som biomassan av fisk. Båda måtten ger information som behövs för att bedöma beståndsstatus och rekrytering för enskilda arter och för ekosystemet i sin helhet. Mindre fiskar, som t. ex nors, finns i allmänhet i stort antal. Hydroakustiska data och trålprover ger därför oftast en god bild av sådana fiskbestånd – antal, storleksfördelning i beståndet, vikt osv. Större fiskar är betydligt mindre vanliga, ofta mer rörliga och fångas därför mer sällan. Därtill varierar artspecifik fångstbarhet och ekostyrka (dvs. styrkan i det ljud som reflekteras från fisken tillbaka till ekolodet). Därför innehåller informationen om dessa större fiskar ett större mått av osäkerhet särskilt med avseende på biomassa då en stor fisk väger lika mycket som tusentals årsyngel (Figur 3). Denna osäkerhet är sannolikt en viktig orsak till att den beräknade genomsnittliga fiskbiomassan i öppet vatten i Vättern varierat avsevärt över åren. Figur 8 visar hur biomassan av olika fiskarter fördelade sig i Vättern 2016 (jämför motsvarande figur i tidigare årsskrifter, rapporter 117 och 126).



Figur 8. Fördelning av biomassa av fisk i fyra delområden i Vättern baserat på ekolodning och trålning 2016.

"STORMASKEN"

För att förbättra informationen om de större, mindre vanliga fiskarna provades 2016 en trål med större maska. Den större maskstorleken på trålen släpper igenom mer vatten varför trålning kan ske i något högre hastighet. En större maska förväntades inte fånga mindre fiskar i samma utsträckning (som vi ofta redan har bra information om) och därför kunde tråltiden förlängas utan att fisk fångades ”i onödan”. Ett antal tråldrag på prov genomfördes – dagtid, skymning, natt, olika djup, olika trållängd, slumpvis/riktade tråldrag. Resultaten visade att riktade tråldrag nattetid gav störst chans att fånga de större, mindre vanliga och mer rörliga arterna och att det fångades mycket få mindre fiskar med den stormaskiga trålen. Den stormaskiga trålen kommer att användas under 2017 inför en jämförelse och utvärdering av de fiskefria områdena i Vättern.

DISKUSSION

FÖDOTILLGÅNG

Djurplankton – basföda för siklöja och ung nors – fortsätter att visa låga mängder samt en omfördelning mellan arter och mot mindre storlekar. Artsammansättningen indikerar näringsfattiga förhållanden (se tidigare Årsskrifter). Vättern har blivit alltmer näringsfattig (oligotrof) på grund av förbättrad rening av avloppsvatten och gödslingsteknik i jordbruket. Halterna av näringsämnen har dock varit låga under lång tid. Stor konkurrens om begränsade födoresurser påverkar fiskarnas kondition negativt och minskar såväl antalet lekar under en livstid som lekframgången vid det enskilda lektillfället, dvs. antalet yngel som produceras och överlever.

KLIMAT

Klimatförändringar kan påverka lekframgången, t.ex. om ynglens kläckning och tillväxt inte matchar tillgången på lämpliga djurplankton. Studierna av Sandström m.fl. (2014) och Axenrot och Degerman (2016) visar att det inte verkar föreligga något enkelt samband mellan klimat och lekframgång utan att fler faktorer har betydelse och kan samverka.

BESTÅNDSUTVECKLING

Bestånden (>0+) av bytesfiskarna nors och siklöja minskade under flera år fram till 2013 (Figur 2 och 3). I siklöjans fall kan vi anta att det behövdes 3-4 år efter den starka årsklassen 2004 för att återfå kondition och bli lekmogen och/eller att nya individer från den starka årsklassen (2004) vuxit upp och blivit könsmogna (2-3 års ålder; Axenrot och Degerman, 2016). En mindre stark årsklass noterades 2009, en något starkare 2013 och en god årsklass 2016 (Figur 3). Nors däremot hade normal till god rekrytering under 2008-16, men trots detta minskade beståndet av äldre fiskar (>0+) fram till 2013 (Figur 2) och på nytt 2015. Under motsvarande tid har olika undersökningar i Vättern visat att bestånden av rovfisk – röding, öring, storvuxen sik, lake – haft en gynnsam utveckling (se avsnitt om fisk och fångster). Utsättningarna av lax under samma tid har varierat men på senare år (2009-16) varit generellt lägre än tidigare (se avsnitt om fisk och fångster). En ”dark horse” i sammanhanget är beståndet av storspigg som inte övervakas tillfredsställande i dagsläget med tillgänglig teknik. Storspigg nyttjas som föda av såväl lax som röding.

FRAMTIDSSCENARIO?

Vätterns naturligt låga näringsstatus och produktivitet har varit stabil under lång tid och kan förmodas förbli så lång tid framöver. Klimatet antas långsamt bli varmare vilket på lång sikt kommer att påverka sjöns ekosystem, från produktivitet till artsammansättning. En del av Vätterns naturligt förekommande fiskarter har över åren utsatts för olika typer av påfrestningar från mänskliga aktiviteter, som t.ex. vandringshinder, yrkes-, husbehovs- och sportfiske. Flera riktade förvaltningsinsatser har genomförts vilka sammantaget haft positiva effekter, som för t.ex. röding- och öringbestånden. Det är viktigt att förvaltningen av fiskresurserna även tar hänsyn till bestånd av bytesfisk som nors, siklöja och storspigg för balansen i ekosystemet. Dessa är nyckelarter – en ”motor” som driver fisksamhället och reglerar ekosystemet i Vättern. Bytesfiskbeståndens storlek och utveckling följs årligen och resultaten kan användas för att bedöma ekosystemets status, effekterna av riktade insatser, lämplig storlek på laxutsättningar samt för förvaltningen av bestånden genom fiskeregler mm.

REFERENSER

- Axenrot, T., and Degerman, E. 2016. Year-class strength, fitness and recruitment cycles in vendace (*Coregonus albula*). *Fisheries Research* 173: 61-96.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2015.03.017>
- Axenrot, T., Ogonowski, M., Sandström, A., and Didrikas, T. 2009. Multifrequency discrimination of fish and mysids. – *ICES Journal of Marine Science*, 66: 1106–1110.
- [CEN] Comité Européen de Normalisation (European Committee for Standardization). 2014. Water quality – Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods. EN 15910.
- Nyberg, P., Degerman, E., Bergstrand E., and Enderlein, O. 2001. Recruitment of pelagic fish in an unstable climate: studies in Sweden's four largest lakes. *AMBIO* 30(8), 559-564.
- Rapport nr 99. 2009. Bedömning av pelagiska fiskbestånd i Årsskrift 2008. Vätternvårdsförbundets rapportserie. ISSN 1102-3791.
- Rapport nr 115. 2012. Glacialrelikter och makrozooplankton. I Vänern och Vättern 2011. Vätternvårdsförbundets rapportserie. ISSN 1102-3791.
- Ragnarsson Stabo, H., Vrede, T., Axenrot, T., and Sandström, A. 2014. Large zooplankton in Swedish large lakes. *Aquatic Ecosystem Health and Security*, 17(4): 374-381.
- Sandström, A., Ragnarsson Stabo, H., Axenrot, T., and Bergstrand, E. 2014. Has climate variability driven the trends and dynamics in recruitment of pelagic fish species in Swedish Lakes Vänern and Vättern in recent decades? *Aquatic Ecosystem Health and Security*, 17(4): 349-356.

Fiskets fångster och trender för Vätterns kommersiella fisk- och kräftarter.

Alfred Sandström, Sara Bergeke, John Persson, Ola Renman och Göran Sundblad. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet.

SAMMANFATTNING

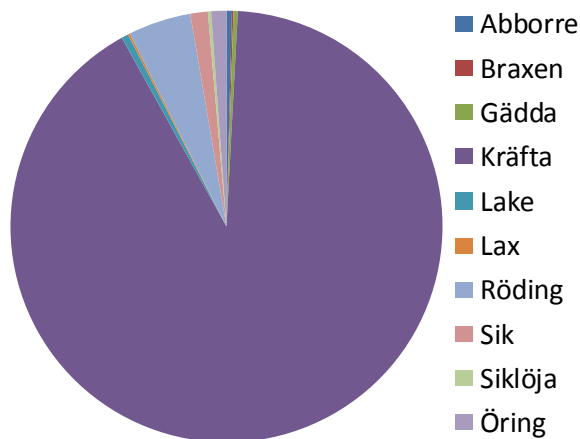
Vättern har en av Sveriges och även Europas allra längsta tidsserier med fiskestatistik. Ända sedan 1914 har fångsterna i det yrkesmässiga fisket registrerats. Fiskets inriktning har förändrats markant under de senare åren. Tidigare riktades fisket mot sik och röding, numera är det signalkräfta som är den viktigaste arten för fisket. Efter tre år med vikande fångster har fångsten åter ökat de fyra senaste åren och år 2016 var kräftfångsten cirka 115 ton. Signalkräftan står därmed fortfarande för merparten av värdet i fisket, drygt 95 % av intäkterna i första handelsled. De senaste fem åren har det dock skett ett visst trendbrott med ökade fångster av främst röding, öring och lake. För flertalet arter är numera fritidsfiskets fångster relativt omfattande och i vissa fall sannolikt större än i yrkesfisket. Om man summerar de skattade fångsterna i fritidsfisket med de som sker i yrkesfisket så är det tydligt att de totala fångsterna av många arter ökat på senare år. Särskilt för röding, öring, lake och sik är fångsttenden den ökande. Värdet av fisket har också ökat, mycket på grund av en förbättrad prisbild för många av de viktigaste arterna. Fångsten per bur i kräftfisket har gått upp något de senaste tre åren men är fortfarande väsentligt lägre än toppåren 2005-2008. Resultat från provfisken visar att medelstorleken hos signalkräfta minskat i några av de områden som är viktiga för fisket men att trenderna i fångst och storleksstruktur varierar mycket mellan olika områden.

YRKESMÄSSIGT FISKE I VÄTTERN

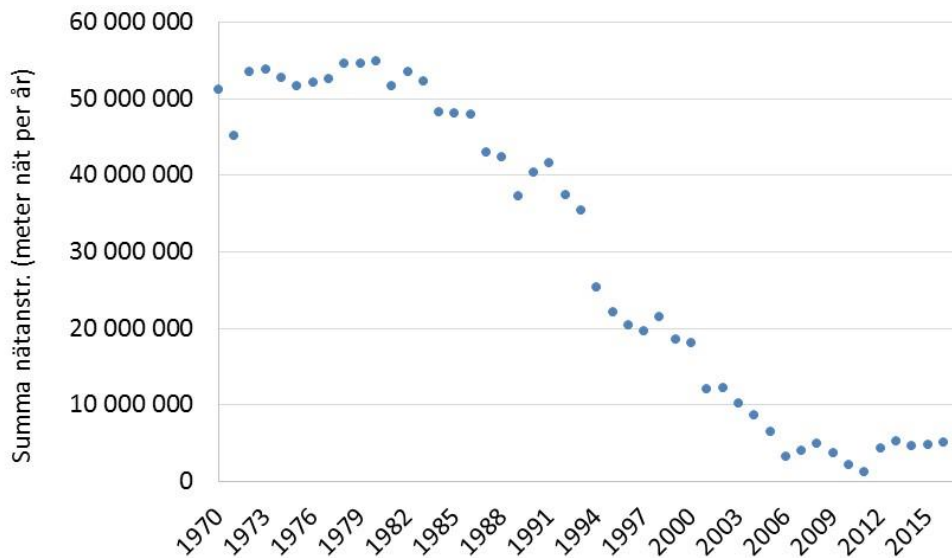
Fångststatistiken för det yrkesmässiga fisket hanteras av Havs- och vattenmyndigheten i Göteborg och publiceras årligen i statistiska meddelanden. Rapporteringen för insjöfiskets fångster under 2016 anges som preliminära (JO 56 SM 1701). Trots att den officiella fångststatistiken som använts till denna sammanställning gått igenom och i vissa fall korrigerats i de fall det funnits uppenbart felaktiga uppgifter bör man vara försiktig vid tolkning av data och trender.

Det har skett en markant förändring i fiskets inriktning i Vättern från år 2000 och framåt. Från att tidigare varit ett fiske dominerat av bottensatta nät inriktat på fångst av sik och röding utgörs det numera till övervägande del av fiske med mjärdar efter signalkräfta. Värdet på fisket efter signalkräfta utgör idag cirka 95 % av det totala värdet av Vätterns yrkesmässiga fiske. Övriga arters andel av yrkesfiskets totala värde är: sik 0,6 % och öring 0,9 % (Figur 1). Värdet av fångsten i fisket har minskat sedan 2015, från 27,2 till 16,6 miljoner kronor. Värde-minskningen beror i första hand på att priset på signalkräfta varierar mellan år.

Eftersom signalkräftan nästan uteslutande fiskas med mjärdar under juni-september har säsongen för det traditionella fisket efter röding och sik förskjutits till andra delar av året. Rödningen fångades tidigare under juli-oktober, men de fem senaste åren har april-juli varit de viktigaste månaderna. Fisket efter sik är som mest intensivt i december-januari och april-



Figur 1. Andel av fångstvärde i yrkesfisket för kommersiellt fiskade arter i Vättern 2016. Det totala värdet år 2016 var cirka 27,2 miljoner kronor.



Figur 2. Ansträngningen i yrkesmässigt fiske med nät (meter nät per dygn och år) under perioden 1970-2016. Data från Länsstyrelsen i Jönköping samt Havs- och vattenmyndigheten.

maj. Nätansträngningens fördelning över året har därmed ändrats avsevärt. Den totala nätansträngningen i yrkesfisket under hela året har minskat betydligt (Figur 2). En sammanställning av ansträngningen i nätfisket 1970-2016 visar att den idag endast är cirka 25 % av vad den var jämfört med år 2000. Detta är dels en effekt av att antalet yrkesfiskare minskat, dels att fisket svängt över till kräfta samt att nya fiskeregler införts vilka försvårat och begränsat nätfisket.

FRITIDSFISKE I VÄTTERN

Vättern är en populär sportfiskesjö och många utnyttjar möjligheten att kunna bedriva fritidsfiske, som till exempel troling- eller utterfiske efter röding, lax och öring eller vertikal-fiske. Ett annat populärt fiske är fisket efter storvuxen gädda. Vättern har hållit det svenska sportfiskerekordet på gädda sedan 1999, och 2016 uppdaterades rekordet då en gädda på 21,07 kg fångades. I Vättern finns också allmänt fiske på kräftor, för närvarande koncentrerat till fem helger under augusti-september. Fritidsfiskare behöver inte registrera sig och är inte skyldiga att lämna fångstuppegifter, och både antal utövare och fångster är därmed till stor del

okända. Den information som finns kommer främst från enkätundersökningar. De senaste riktade enkätundersökningarna över fritidsfiskets karaktär, omfattning och fångster gjordes 2000, 2003, 2010, 2015 och 2017. De två senaste enkätundersökningarna i Vättern genomfördes 2015 av länsstyrelsen i Jönköpings län och 2017 av SLU Aqua, länsstyrelsen och Sportfiskarna som en del av en nationell satsning på att utveckla metoder för statistikinsamling från fritidsfisket. Sedan 2013 genomförs nationella enkätundersökningar av fritidsfisket i Sverige, men statistiken som samlas in går tyvärr inte att utläsa specifikt för Vättern utan endast sammanslaget för de fem stora sjöarna där allmänheten har möjlighet att utan fiskekort bedriva fritidsfiske (Vättern, Vänern, Mälaren, Hjälmaren och Storsjön). Dessa undersökningar visar att fångsterna av många fiskarter numera är i paritet med eller större än yrkesfiskets.

UNDERSÖKNINGAR OCH STATISTIK ÖVER FISK OCH FISKE I VÄTTERN

För att beskriva trender i fiskets fångster och beståndens status används i huvudsak följande fem faktaunderlag: 1) statistik över fångst och ansträngning i yrkesfisket 2) statistik över fångster i fritidsfisket samt 3) provfisken med bottensatta nät, 4) provfisken med kräftmjärdar samt 5) de årliga hydroakustiska undersökningar som görs i Vättern, vilka behandlas i ett eget kapitel i årsskriften. Statistik över det kommersiella fiskets journalförda landningar används för att beskriva fångster och fångst per ansträngning i yrkesfisket. Denna statistik utgör en av de längsta och bästa tidsserierna över fångster i svenskt fiske. I Vättern täcks perioden 1914-2016 (2017 har i skrivande stund inte sammanställts och rapporterats av Havs- och vattenmyndigheten) vilket är en unikt lång serie även ur ett internationellt perspektiv.

Provfisken med bottensatta nät har genomförts i större skala mellan åren 2005-2017 i ett antal delområden spridda över sjön med undantag av 2013 och 2016 då inga provfisken av kostnadsskäl kunde genomföras. Provfisket riktas huvudsakligen mot röding och sik men även andra arter som lake och öring fångas. Huvudsyftet med detta uppföljningsprogram har varit att följa effekten av införandet av fiskefria områden från 2005. För vissa analyser i denna rapport har även äldre provfisken genomförda 1973-1992 använts. För detaljer om undersökningsupplägg och exakta positioner på nätfiskeplatser hänvisas till Sandström med flera (2009). Hydroakustik i kombination med trålning har genomförts under åren 1988-2016 och beskrivs i mer detalj under avsnittet ”Vätterns pelagiska fiskbestånd”.



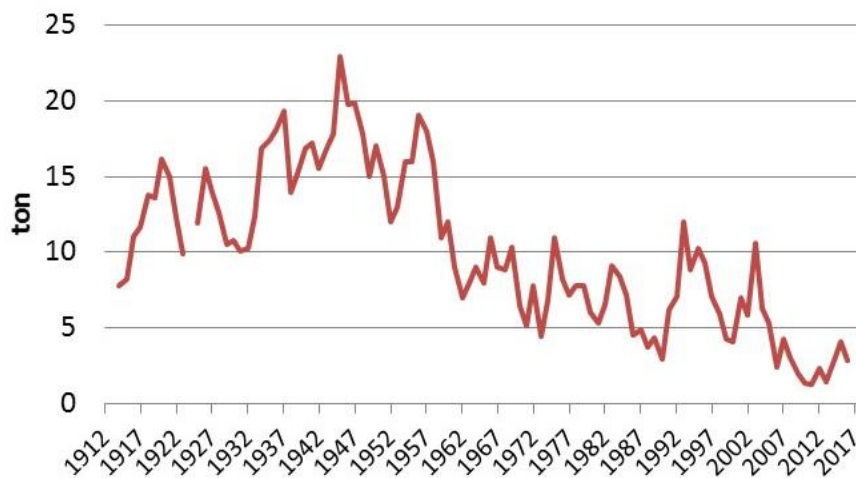
David Karlsson tar upp nät vid Lakaskär under provfisket i Vättern.
Foto: Ola Renman.

Fiskundersökningar har i första hand finansierats av tidigare Fiskeriverket, Havs- och vattenmyndigheten, Länsstyrelsen, Vätternvårdsförbundet och EU. Provfisken av kräftor har genomförts årligen på ett mindre antal platser lokaliserade till de områden som ansetts vara de viktigaste för fisket. Mer heltäckande provfisken har genomförts 2003, 2007, 2010 och 2014. Mer om upplägget på kräftprovfisken finns att läsa i Vätternvårdsförbundets rapport nr 87, ”Kräftprovfiske i Vättern 2003”.

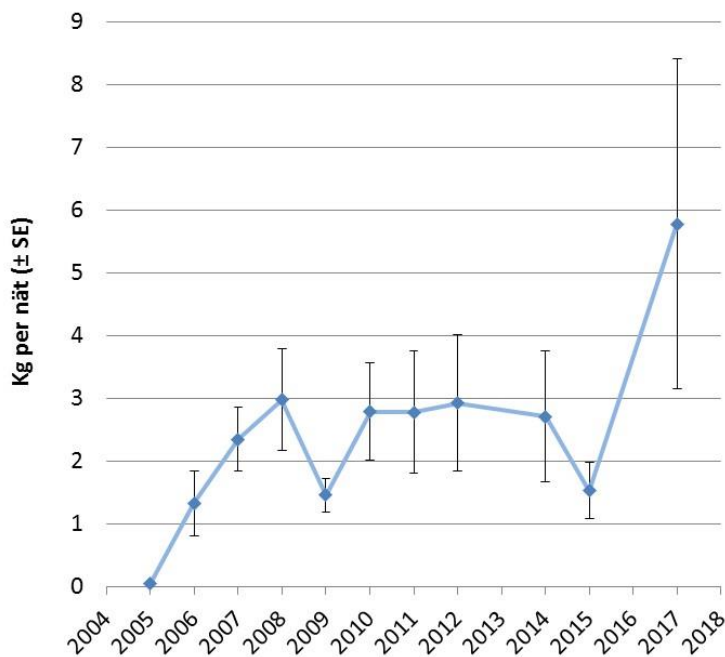
ABBORRE

Abborre är en eftertraktad art i fritidsfisket, såväl sommar- som vintertid. Enligt den nationella enkätstudien beräknas fritidsfisket ha fångat 135-331 ton år 2016 i de fem största sjöarna, varav majoriteten (117-311 ton) fångades med handredskap. Riktat yrkesmässigt fiske efter abborre förekommer endast i mycket liten omfattning i Vättern. Främst sker det i liten skala i de varmare skärgårdsområdena under vår och försommar. Arten ses som en välkommen bifångst i nätfisket. År 2016 fångades cirka 3 ton i yrkesfisket (Figur 3).

Baserat på resultat från de senaste årens provfisken i Vättern finns indikationer på att förnyringen är god och att beståndets status är stabil och till och med något ökande (Figur 4). Det ska dock påpekas att fångsterna av abborre i provfisken varierat mycket mellan platser och år. Sommaren 2005 var det till exempel osedvanligt kallt på de djup som fiskades vilket ledde till att fångsterna av abborre blev lägre än normalt. Provfisken täcker heller inte de allra grundaste områdena där abborre ofta förekommer. Således ska eventuella trender för abborre i provfisken betraktas som något osäkra. I senaste årets provfiske var fångsten av abborre något högre än tidigare år.



Figur 3. Yrkesfiskets landningar av abborre i Vättern. Data från 1914-2016.



Figur 4. Fångst av abborre per nät i provfiske med bottensatta nät i Vättern 2005-2017.

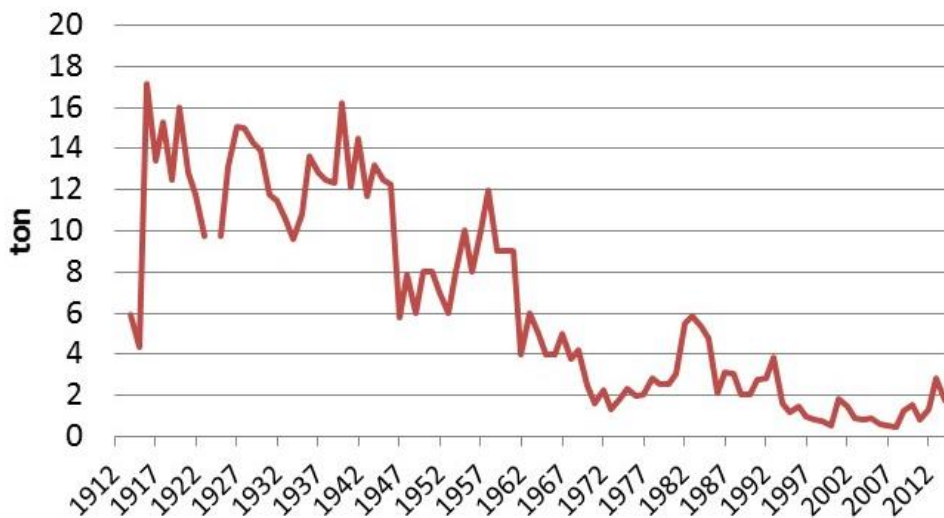
GÄDDA

Riktat yrkesmässigt fiske efter gädda förekommer endast i liten utsträckning och fångsterna är därmed svårbedömda. Gädda är också en svår fångad fisk i de passiva redskap som dominerar fisket i Vättern. I den mån gädda fångas så är det främst på våren och i viss mån på hösten i bottensatta nät och bottengarn. Gädda förekommer ytterst sparsamt i de delar av Vättern där yrkesfiske bedrivs. Fångsten var 1,4 ton år 2016 (Figur 5).

Gäddan är i första hand fritidsfiskets art och sannolikt en av de viktigaste arterna för sportfisket. Gäddfisket lockar särskilt sportfiskare på jakt efter riktigt stora gäddor. Under förra året slogs det svenska sportfiskerekordet på gädda med en fisk från just Vättern. Det nya rekordet är 21,07 kg, fisken togs någonstans i norra Vättern. Enligt den nationella enkätstudie som genomfördes 2006 uppskattades fritidsfiskets fångst av gädda i Vättern till 18 ton och i undersökningen från 2010 angavs en fångst på 3,2 ton endast i trollingfisket som traditionellt inte riktas mot gädda. I den senaste nationella enkäten (2016) var det statistiska urvalet för lågt för att göra en bedömning, men år 2015 angavs fångsten i de fem stora sjöarna till sammanlagt mellan 82 och 184 ton.



Gäddorna kan växa sig riktigt stora i Vättern. Här en vacker, välgödd och drygt 10 kg tung gädda som fångades i provfisket sommaren 2017. Foto Sara Bergek.

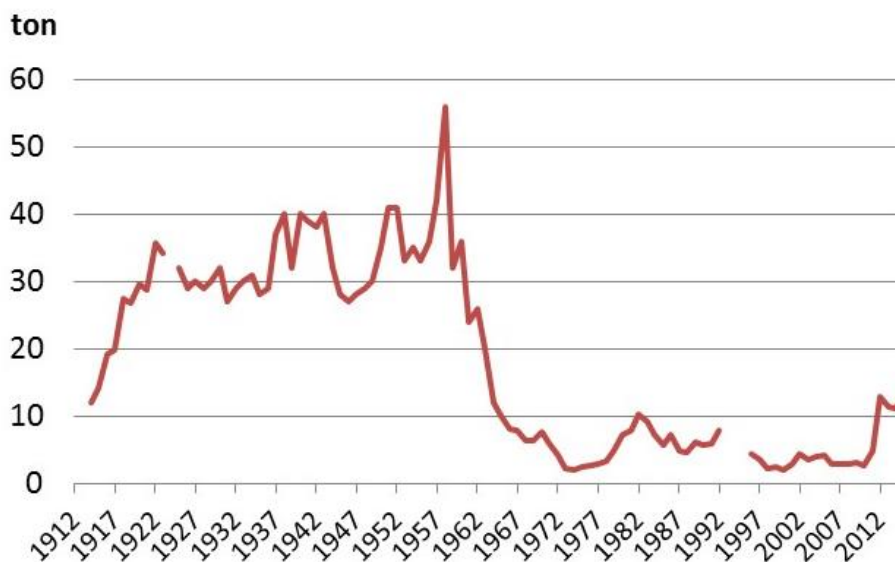


Figur 5. Yrkesfiskets landningar av gädda i Vättern. Data från 1914-2016.

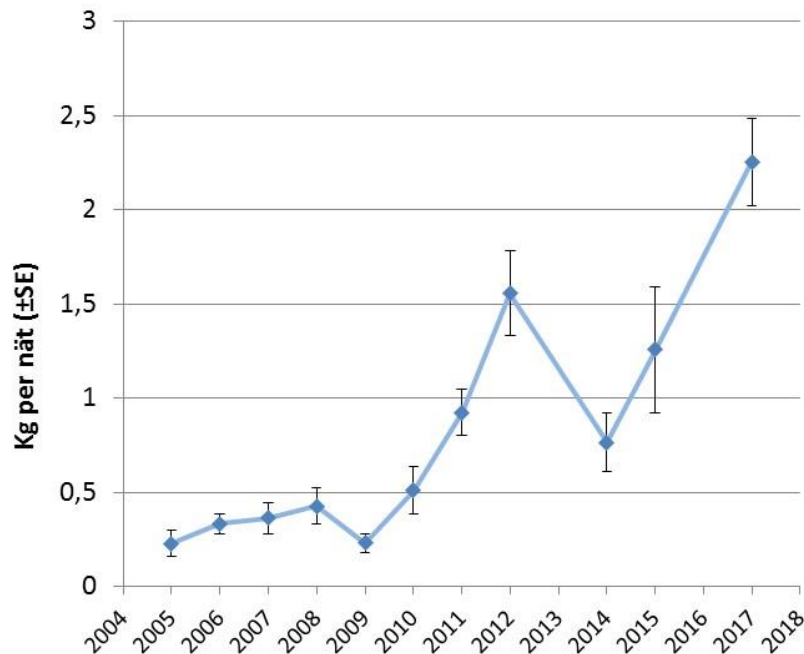
Statistiken över fångster i fritidsfisket ger endast en indikation över fiskets omfattning men underlagen är inte tillräckliga för att bedöma förändringar i beståndstatus över tid. Inga av de nuvarande övervakningsprogrammen för fisk fångar upp variation i beståndstatus hos gädda, mycket för att arten inte fångas med de metoder som används.

LAKE

Laken är i dagsläget ingen betydelsefull fiskart för yrkesfisket. Arten är en underskattad matfisk och har sannolikt en viss potential förutsatt att prisbilden förbättras. Laken växer sakta och blir köns mogen vid relativt hög ålder vilket kan göra den mer känslig för hårt fisketryck. Riktat fiske på lake är inte så vanligt utan laken fångas ofta som bifångst i annat fiske.



Figur 6. Yrkesfiskets landningar av lake i Vättern. Data från 1914-2016.



Figur 7. Fångst av lake per nät i provfisken med bottensatta nät i Vätern 2005-2017.

Sett över längre tid har fångsterna av lake i yrkesfisket minskat successivt i samtliga av de fyra största sjöarna. I Vätern skedde en drastisk minskning av fångsterna under början av 70-talet (Figur 6), sannolikt på grund av ett för hårt fiske. Från mitten av 70-talet och framåt var därefter laken en tämligen ovanlig fångst i provfisken såväl som i fisket. I takt med ett minskat fisketryck tycks bestånden på sina håll ha återhämtat sig relativt väl. Särskilt längs den östra, djupare sidan av Vätern är arten numera mycket vanlig. Idag sker ett allt mer betydelsefullt fiske efter lake för att få bete till kräftfisket. Fångsterna har ökat de senaste fyra åren och är numera drygt tio ton årligen. År 2016 var fångsten 17,4 ton. Även fångsten av lake i provfisken med bottensatta nät har ökat de senaste fem åren jämfört med åren tidigare (Figur 7). Trenden över hela tidsserien är också starkt positiv. Laken har nyligen rödlistats som "nära hotad" av Artdatabanken vilket eventuellt kan påverka prisbild och efterfrågan på lake. Bakgrunden är att arten minskar i små vatten i framför allt södra Sverige. Orsaken är sannolikt klimatrelaterad. Lakens rekrytering missgynnas av att vattentemperaturen ökar vilket får mest genomslag i grundare sjöar i södra Sverige.



En stor Vätterlake.
Foto: Magnus Andersson.

SIGNALKRÄFTA

Efter att flodkräftan slagits ut av kräftpest i samtliga stora sjöar introducerades signalkräfta i Vättern 1969. Yrkesfiskets fångster har ökat successivt i takt med kräftans ökade utbredning, från under ett ton år 1994 till 145 ton år 2008 (Figur 8). Därefter skedde en minskning till 72 ton 2011 (Figur 8). Därefter har det skett en viss ökning, år 2016 var fångsten cirka 115 ton (Figur 8). Ökningen av yrkesfiskets fångster i Vättern kan huvudsakligen förklaras av en kraftigt ökad redskapsinsats. Fångsten per ansträngning i yrkesfisket som tidigare år tycktes ha stabiliserats på cirka 0,2 kilo per redskapsdygn minskade i likhet med den totala fångsten under 2009 och därpå följande år till 0,10 kg 2012. Därefter har totalfångsten ökat något samt även fångst per ansträngning till 0,14 kg per redskapsnatt 2016 (Figur 9). Enligt Fiskeriverkets och SCB:s enkät till fritidsfisket år 2006 fångades 56 ton i Vättern. I enkätundersökningen från 2010 beräknades fritidsfiskets totala uttag av kräftor på enskilt vatten till cirka 10 ton och på allmänt vatten cirka 16 ton. Fritidsfiskets totala uttag av kräftor i Vättern 2010 skulle därmed uppgå till cirka 26 ton.

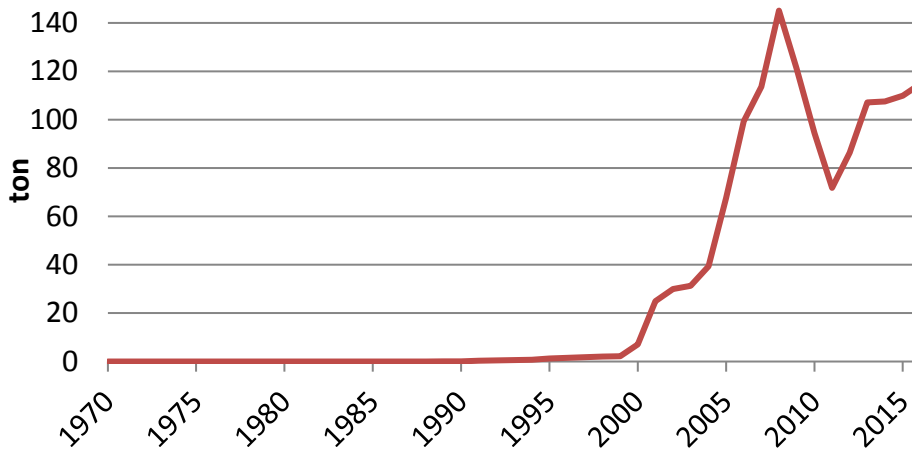
Vid provfisket 2003 fångades kräftor på 72 % av de undersökta lokalerna. År 2007 var motsvarande siffra 91 %, 2010 var den 93 % och år 2014 100 %. Detta indikerar att signalkräftan expanderat sitt utbredningsområde under perioden 2003-2014. Att kräftor finns på större områden än tidigare har betydelse för möjligheterna att bedriva ett fiske på signalkräfta. Det är annars svårt att detektera en enhetlig trend i hela sjön eftersom utvecklingen skiljer sig mellan olika områden. Vissa områden har exempelvis nyligen koloniserats av signalkräfta medan kräftan i andra områden funnits en längre tid. Även miljöförhållanden och fisketryck kan skilja sig mellan olika områden. Resultaten från de fyra mer heltäckande provfiskena (som genomfördes 2003, 2007, 2010 och 2014) skiljer sig således mellan olika områden.



Många nyfångade Vätternkräftor.
Foto: John Persson.

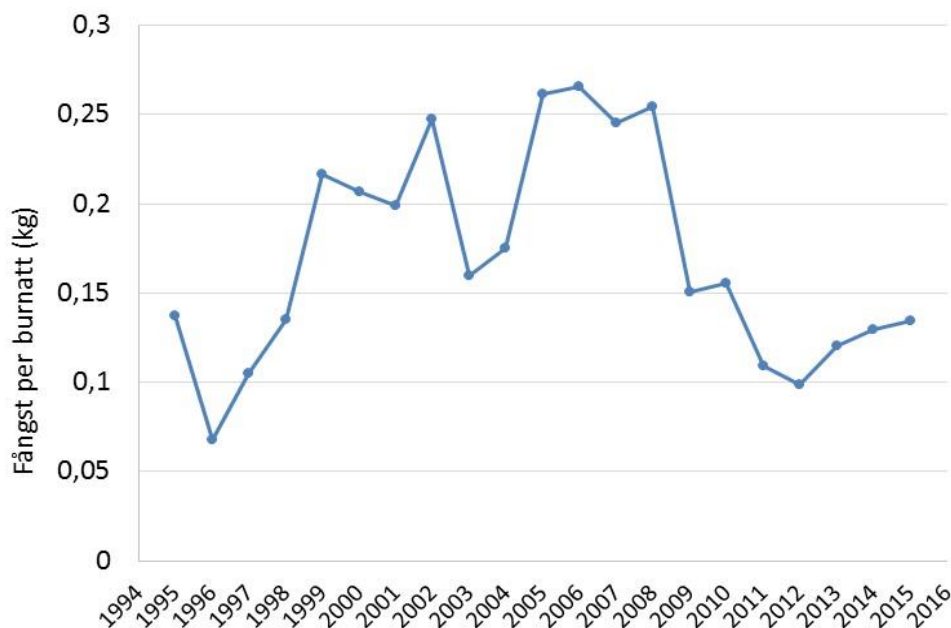
En nyfångad Vätternkräfta.
Foto: Alfred Sandström.





Figur 8. Yrkesfiskets landningar av signalkräfta i Vättern. Data från 1970-2016.

Totalt sett var andelen lokaler med höga fångster (över 10 individer per mjärden) som högst 2007. Andelen lokaler med stora kräftor (över 10 cm i medellängd) var högst 2007 och 2010. De första signalkräftorna som fångas i ett nykoloniserat område är oftast stora (se Figur 10). Därefter brukar storleken minska över tid i takt med att antalet kräftor i fångsten ökar. Det finns överlag ett negativt samband mellan antal kräftor per mjärde i ett provfiske och medelstorleken, dvs ju färre kräftor desto högre medelstorlek. Detta mönster kan bero på flera olika faktorer: att det är stora kräftor som tenderar att kolonisera nya områden, att det etableras ett fiske som fiskar bort stora kräftor när det blir högre tätheter av kräftor, att kräftor potentiellt konkurrerar mer om föda när de blir fler och därför växer långsammare och att kräftburarnas storleksselektivitet eventuellt kan påverkas av tätheten av kräftor.

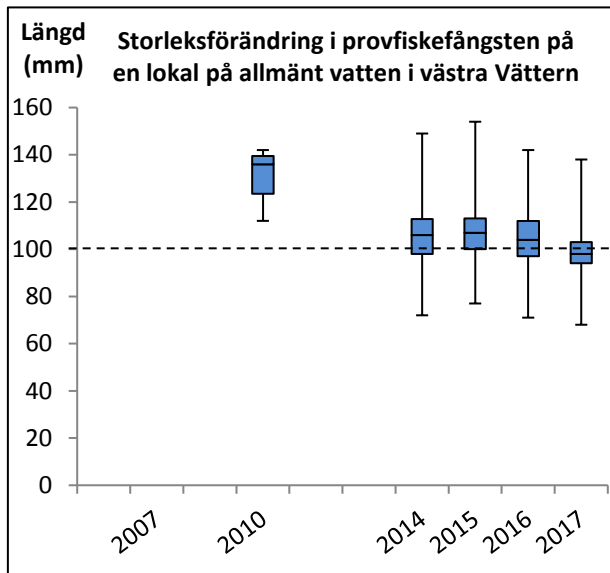
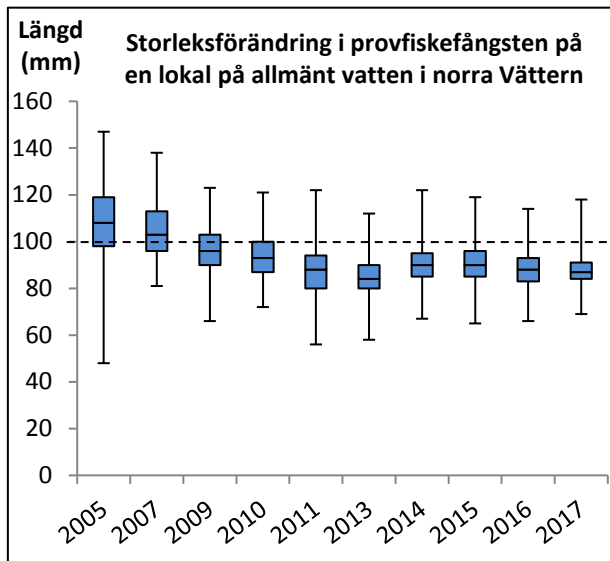


Figur 9. Landning per ansträngning av signalkräfta i yrkesfisket i Vättern. Data avser medelvärden för juli och augusti åren 1995-2016.

Skillnaden i kolonisationshistoria kan sannolikt också påverka trender i olika delområden i Vättern. De lokaler som provfiskats i västra och sydvästra Vättern karakteriseras av en senare kolonisering än övriga områden. På dessa lokaler finns en positiv trend över tid i antal kräftor per mjärde. Fångsten karakteriseras av stora kräftor. Likaledes finns en positiv trend i sydöstra Vättern, med signifikant högre fångster 2014 än övriga år. Där är storleksutvecklingen negativ, dvs kräftorna har blivit mindre och mindre över tid. Fångsten per ansträngning i dessa tre områden (sydväst, sydost och väst) är dock fortfarande signifikant lägre än i övriga delområden. På Visingsö har provfiske skett på fyra olika lokaler, det finns dock inga tydliga trender. Det första året fiskades dessutom endast på en lokal på Visingsö vilket gör det svårare att detektera trender över tid. I nordöstra och nordvästra Vättern som sannolikt koloniserades tidigt finns istället tecken på att medelstorleken och till viss del även fångst per bur har vikit nedåt. Fångsten per bur pikade redan 2007 och medelstorleken 2010. Provfisken i Vadstenaviken visar dock att fångsten per ansträngning 2017 var betydligt högre jämfört med perioden 2009-2013. Samtidigt har medellängden minskat avsevärt på samma område. I östra Vättern har medelstorleken också minskat över tid. Sammanfattningsvis kan man säga att medelstorleken i fångsten i många områden var som högst 2007 och 2010 och att det därefter finns en negativ trend i storleksutveckling i nordvästra, nordöstra, östra och sydöstra Vättern. Det tycks också finnas en del skillnader mellan allmänt vatten och enskilt vatten. Kräftorna är något större på enskilt vatten. Exempelvis så är numera mer än 90 % av fångsten undermålig (dvs under minimimåttet 10 cm) i provfisket på den sannolikt hårdast fiskade lokalen på allmänt vatten (grundområdet Tängan i norra Vättern).

Beslut av EU

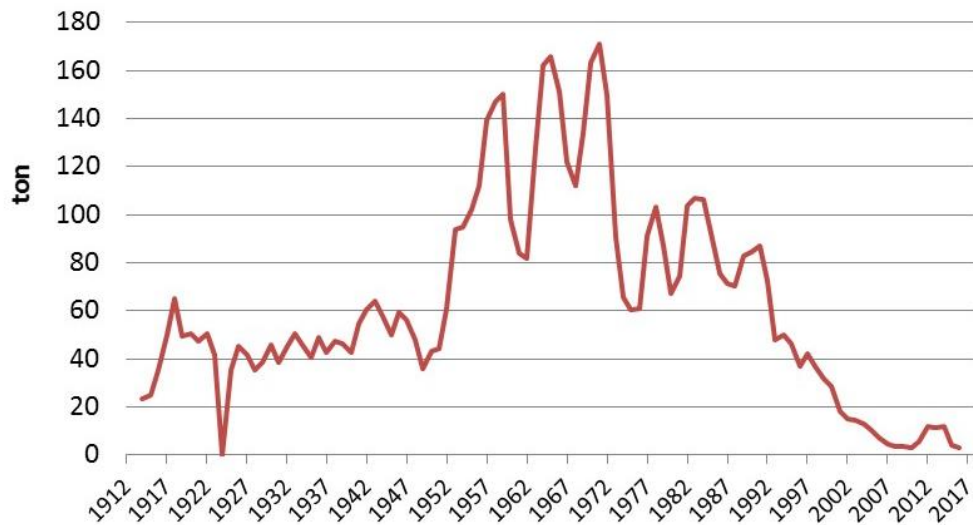
EU antog 1 januari 2015 en förordning om förebyggande och hanteringen av introduktion och spridning av invasiva främmande arter. Förordningen går ut på att förebygga och minska skadeverkningar på människor, djur, natur och ekonomi av invasiva främmande arter. Signalkräftan är med på en förteckning som antogs 3:e augusti 2016, denna lista anger de arter som anses mest problematiska. Anledningen till att signalkräfta finns med på listan är dess roll som kronisk bärare och spridare av sjukdomen kräftpest som slår ut den inhemska flodkräftan. Sverige har sedan tidigare infört utsättningsstopp av signalkräfta till nya vatten, ett åtgärdsprogram för att bevara flodkräftan, importstopp för levande kräftor från utlandet, samt möjligheten att bilda speciella skyddsområden för flodkräfta. EU-listade arter är hårt reglerade, bland annat med förbud av import och spridning av arterna i naturen. För arter med stor spridning (som signalkräftan har i Sverige) finns inget krav på att utrota arten. Sverige har 18 månader på sig att ta fram ett hanteringsprogram för signalkräftan för att identifiera risker med hantering av levande signalkräfta och eventuella ytterligare åtgärder för att stoppa signalkräftans spridning nationellt. Ytterligare åtgärder för att motverka spridning av signalkräftor kan bli aktuella i hanteringsprogram. Programmet baseras på en riskanalys som tagits fram i dialog med berörda parter och andra myndigheter. Lunds universitet och SLU Aqua levererar riskanalysen som är ett underlag till hanteringsprogrammet.



Figur 10. En boxplot som visar storleksförändringar i provfiskefångster på två lokaler på allmänt vatten i norra respektive västra Vättern. Figuren illustrerar hur kräftbeståndets storleksstruktur utvecklas efter att det väl etablerats. Båda lokalerna har fiskats sedan 2003 men det var först 2005 respektive 2010 som kräftor fångades för första gången. För lokalen i norra Vättern sjönk medellängden år från år och verkar nu ha etablerat sig på en relativt låg medellängd troligtvis pga högt fisketryck. För lokalen i västra Vättern kan en liknande minskande trend i medellängden hos de fångade kräftorna skönjas. Den streckade linjen visar minimimåttet för kräftor på 10 cm.

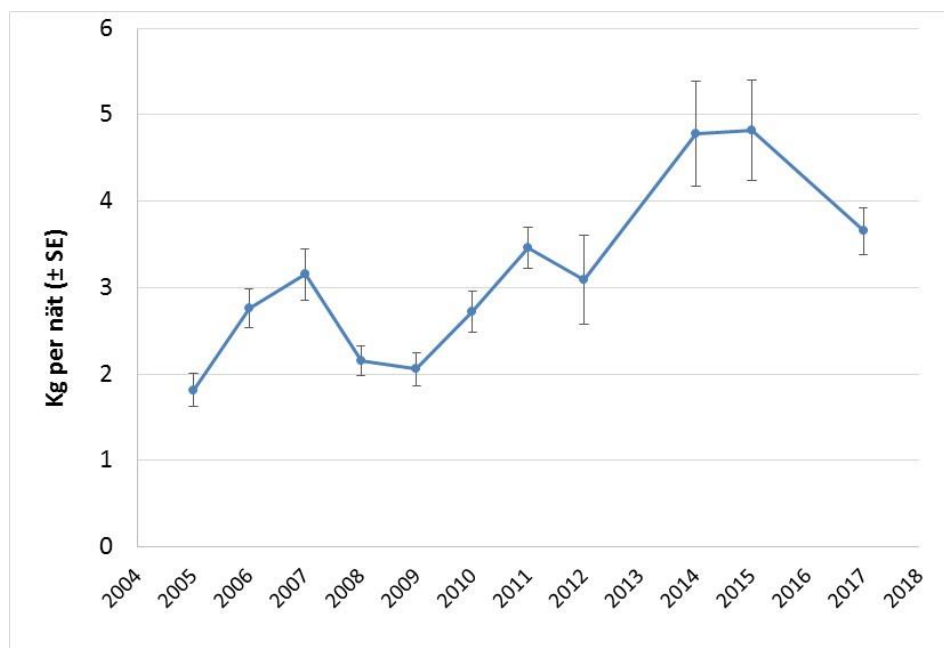
SIK

Fisket efter sik sker främst med bottensatta nät. I Vättern pendlade fångsterna mellan 40 och 50 ton fram till fyrtiotalets slut. Därefter ökade de markant och nådde toppar på omkring 170 ton under några år på sextio- och sjuttio-tal. En viktig orsak var att fisket intensifierades och effektiviserades när nylonnäten infördes i början av femtio-talet. En annan bidragande orsak till denna uppgång var att sjön blev mer näringsrik efter en ökad användning av vattentoaletter och fosforhaltiga tvättmedel och avsaknad av kommunala reningsverk med fosforrening. Utbyggnaden av fosforfällning i reningsverken påbörjades i slutet av sextio-talet vilket medförde minskande näringsrikedom. Sedan dess har även de årliga fångsterna av sik minskat avsevärt. Under senare tid har fångsterna av sik i fisket minskat ytterligare bortsett från ett visst trendbrott 2011-2014 med en då fångsterna ökade till 8-12 ton (Figur 11). Under 2015 och 2016 var fångsten knappt 4 respektive 3 ton. Provfisken med bottensatta nät visar att sikbeståndet i Vättern idag är talrikt men att individtillväxten är låg (Figur 12).



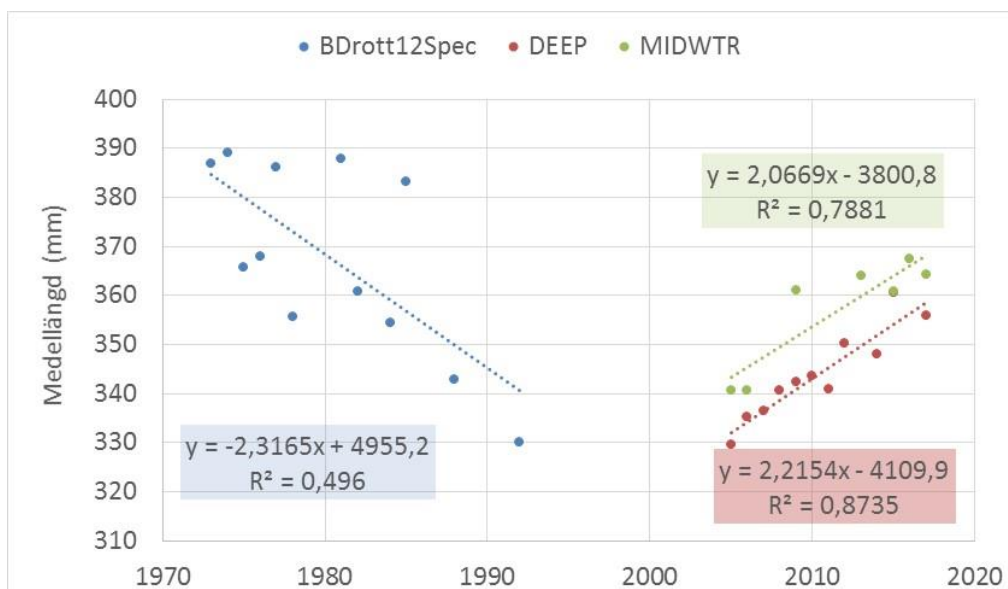
Figur 11. Yrkesfiskets landningar av sik i Vättern 1914-2016.

Även resultat från SLU:s årliga studier med ekolod tyder på att beståndet ökar. Siken är numera en av de vanligare arterna i den fria vattenmassan räknat på biomassa (Se tidigare avsnitt om "Vätterns pelagiska fiskbestånd"). Att sikfångsten minskade så kraftigt 2015 beror i första hand på att det varit svårare att saluföra sik på grund av dioxinproblematik. Halterna av dioxin (en grupp organiska miljögifter) i sik har i enstaka fall överskridit EU:s gränsvärde. Eftersom sik inte omfattas av Sveriges undantag från EU:s förordning om organiska miljögifter i fisk behöver yrkesfiskare i Vättern kunna styrka att den sik de fångar har halter under gränsvärdet vilket är problematiskt för en enskild fiskare då dioxintester är mycket kostsamma. Med anledning av saluföringsproblematiken har yrkesfiskarna initierat ett mycket omfattande program för egenkontroll av halterna av miljögifter.



Figur 12. Fångst av sik per nät i provfisken med bottensatta nät i Vättern 2005-2016.

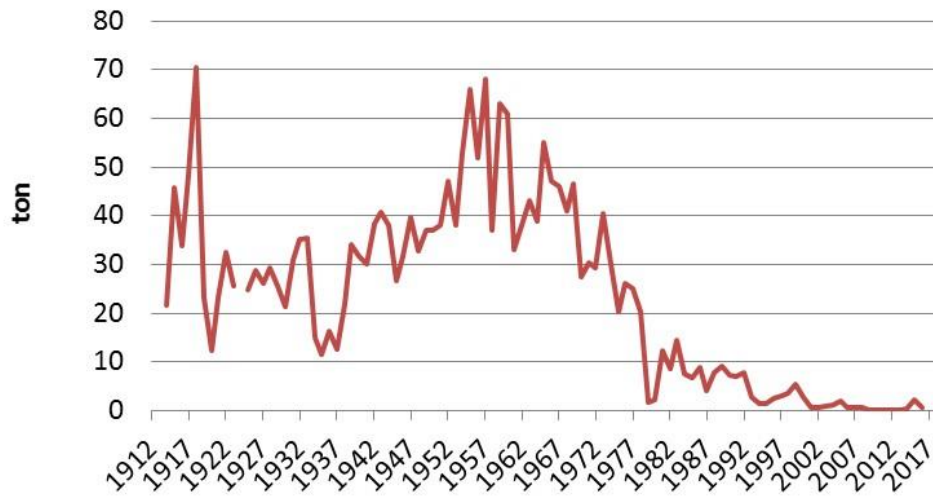
Sikarna avstannar ofta i storlek innan de nått 40 cm och därmed den storlek där de blir möjliga att fånga i nät med nuvarande regler om minsta tillåtna maskstorlek. Detta fenomen i kombination med att siken dessutom är relativt mager har gjort att det riktade sikfisket minskat. Till detta bidrar även de restriktioner i fisket som införts för att stärka rödingbeståndet. Det låga fisketrycket avspeglas också i åldersfördelningen hos beståndet. Sikarna i Vättern är idag relativt gamla, individer med en ålder över 10 år är numera vanliga i fångsten och den totala dödligheten på vuxen fisk (26-38 % årlig dödlighet) är låg i jämförelse med andra fiskade sikbestånd i Sverige. Ett sentida fenomen är att en mindre andel av sikarna tycks bli fiskätande när de passerat en viss storleksgräns, dessa individer växer något fortare och uppnår en högre maximal storlek. Även om tendensen för beståndet som helhet är låg tillväxt och minskad kondition så ökar medellängden samt fångsten av dessa snabbväxande, storvuxna sikar i fångsterna, kanske som en konsekvens av minskat fisketryck och/eller att övergången till fiskdiet gett en snabbare tillväxt för vissa individer (Figur 13). Något som komplicerar bedömningen av sik är att arten är känd för att förekomma i flera olika bestånd som i viss mån är reproduktivt isolerade från varandra. I Vättern tyder aktuella studier av sikarna på att det åtminstone förekommer två olika bestånd med delvis olika morfologi och levnadsvanor. Sammanfattningsvis är tillgången på sik i Vättern god och fisketrycket idag mycket lågt.



Figur 13. Medellängd hos sikar fångade i provfisken i två olika nättyper (BDrott12Spec & DEEP) samt i provtrållningar (MIDW-TR) i Vättern under perioden 1973-2017. Observera att dessa redskap är olika och därför potentiellt kan ha olika selektivitet och fångstbarhet.



En sik har fastnat på ett nät och är på väg upp ur djupet.
Foto: Camilla Zilo.



Figur 14 Yrkesfiskets landningar av siklöja i Vättern 1914-2016.

SIKLÖJA

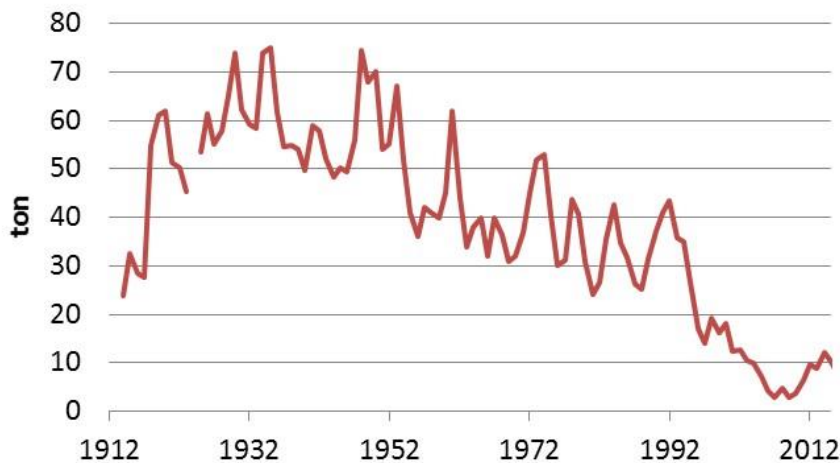
Siklöja beskrivs mer i detalj under avsnittet ”Vätterns pelagiska fiskbestånd”. I Vättern har fisket på siklöja varit omfattande och som mest fångades det år 1918 70 ton. Idag fiskas siklöja endast i liten omfattning och fångsterna de senaste åren har legat på omkring 100 - 2000 kg (Figur 14).

RÖDING

Yrkesfiskets landningar av röding i Vättern uppvisade en kraftig uppgång fram till perioden 1930-1950 med enstaka toppar på över 70 ton. Denna ökning berodde främst på det ökade antalet moderna nät, samt sannolikt bättre tillgång på siklöja som en sekundär effekt av ökad näringsrikedom pga. ökade fosforhalter. Längre pågick därefter en stadig minskning av fångsterna. Mellan 1950 och 2009 minskade fångsterna med 95 % från 70 till cirka 3 ton (Figur 15). De minskade fångsterna i yrkesfisket berodde dels på att rödingbeståndet försvagats och dels på att fiskeansträngningen och antalet fiskare minskat. De senaste åren (2010-2016) har det dock skett ett visst trendbrott och fångsterna har ökat något.



En röding på väg upp ur sjön.
Foto: Camilla Zilo.

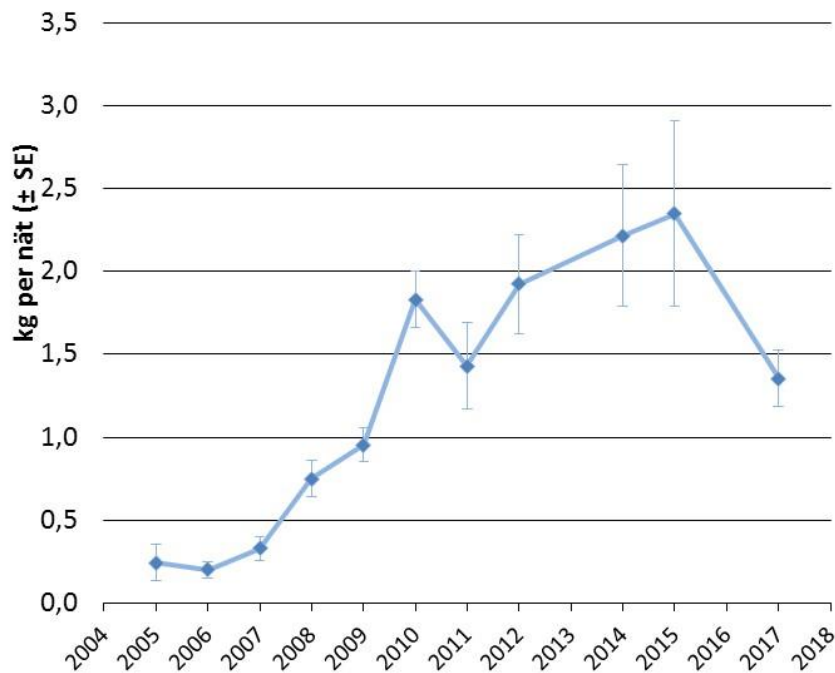


Figur 15. Yrkesfiskets landningar av röding i Vättern 1914-2016.

Denna ökning har skett samtidigt som nätansträngningen under den senaste tioårsperioden minskat markant och speglar således att fångsten per ansträngning förbättrats. Minskat nätfiske beror dels på att antalet yrkesfiskare blivit färre, dels på de restriktioner som införts för rödingfisket och dels på grund av att yrkesfisket säsongvis koncentrerats till signalkräfta.

En stor svårighet vid förvaltningen av rödingbestånden i Vättern är att även siken fiskas med nät. Båda arterna är kallvattenarter och deras utbredning i djupled överlappar under vissa årstider, under sommartid med siken grundast och rödingen djupare. Siken är mer småvuxen, och bifångster av mindre röding vid fiske efter sik med finmaskigare nät har därför tidigare varit ett stort problem. Minimimåttet för röding i Vättern har successivt höjts sedan 1938 och den 1 juli 2007 införde dåvarande Fiskeriverket ett minimimått på 50 cm för rödingen samtidigt som maskstolpen på nät som sätts på djup större än 30 m höjdes till 60 mm. Dessutom infördes utvidgad lekfredning samt tre fiskefria områden vars ytor motsvarar 15 % av Vätterns areal. För att minska problemen med bifångster av ung, undermålig röding i sikfisket genomfördes en satsning under åren 2011-2014 i EU-projektet GAP2 för att hitta potentiella innovationer inom fisket. Resultaten som sammanfattas i Vätternvårdsförbundets rapport nummer 125 visade att problemen i viss mån kan minskas. Bifångsten av undermålig röding och öring i projektet kunde med åren minskas till en nivå under den målsättning som fanns för projektet.

En allt större andel av fångsterna av röding i Vättern tas idag i fritidsfisket. År 1992 beräknades fritidsfisket ha fångat ungefär 36 % av årsfångsten. En enkät från år 2000 tydde på att fritidsfiskets andel ökat till ca 40 % av årsfångsten. Den nationella enkät som genomfördes 2006 antydde att fritidsfiskets fångst kan ha varit så hög som 22 ton, varav dock 41 % upp-gavs ha återutsatts. I fritidsfiskeundersökningen i Vättern från år 2010 var fångsterna av röding nästan 32 ton vilket innebär att cirka 90 % av fångsten då skedde i fritidsfisket. Sammantaget ökar således fångsten av röding i fritidsfisket, jämfört med 2003 och 2006 har de sammanlagda fångsterna i fisket mer än fördubblats. Den nationella undersökningen från år 2015 anger fångsten av röding till mellan 12 och 48 ton i Vättern. Förutom den fångst som behålls återutsätts också en stor andel av fångsten i fritidsfisket, cirka 30 000 individer år 2010. En del av dessa dör, i en tidigare studie var andelen som inte överlevde cirka 30 % (Vätternvårdsförbundets rapport 118).



Figur 16. Fångst av röding per nät i provfisken med bottenatta nät i Vättern 2005-2017.

Rödingbeståndet i Vättern bedöms ha återhämtat sig från tidigare låga nivåer. Provfisken med bottenatta nät (Figur 16) har visat en tydlig och statistiskt säkerställd uppgång från år 2005 vilket också verifieras av ökade fångster per ansträngning i fisket. Den skattade mängden röding i den fria vattenmassan har även den ökat på senare år (se avsnittet ”Vätterns pelagiska fiskbestånd”). De absoluta fångsterna är fortfarande något lägre än vad de var i genomsnitt i motsvarande provfisken på 1970-talet men dessa redskap är annorlunda än de som används numera. Det är också svårt att exakt veta vilken referensnivå som är lämplig att jämföra med då miljöförhållandena (näringstatus, fisketryck mm) är annorlunda idag. Om data från olika provfiskeredskap korrigeras för nätselektivitet framgår att det tycks ha skett betydande förändringar i rödingens storlek i fångsten. Både medelvikt och medelålder tycks ha ökat över tid och särskilt gruppen rödingar över 40 cm i storlek har blivit väsentligt vanligare under den senare perioden. Dessa förändringar bedöms i första hand vara en direkt effekt av de omfattande förändringar i fiskereglerna som infördes 2005-2007 och fortfarande gäller. Den totala dödligheten hos vuxen röding (över 4 års ålder) har också minskat från 38 till 30 % efter att de nya fiskereglerna infördes vilket indikerar att förändringarna gett önskade effekter på fiskedödligheten. De senaste åren har dock en viss utplanning skett, särskilt de allra största rödingarna har blivit färre i provfiskefångsten. Fångsten i provfisket 2017 var också något lägre än tidigare (dock ej statistiskt signifikant avvikande från tidigare år). Detta tros vara en effekt av ökat fisketryck på större röding och långsammare tillväxt vilket gör att färre rödingar uppnår hög storlek. En negativ trend finns också för konditionen hos fiskätande rödingar (över 40 cm i längd) som fångats i provfisken 2005-2017. Detta antas bero på en generell ökning av mängden rovfiskar vilket leder till ökad konkurrens om föda samt att tillgången på siklöja och nors periodvis varit sämre under senare år (se avsnittet om pelagisk fisk).

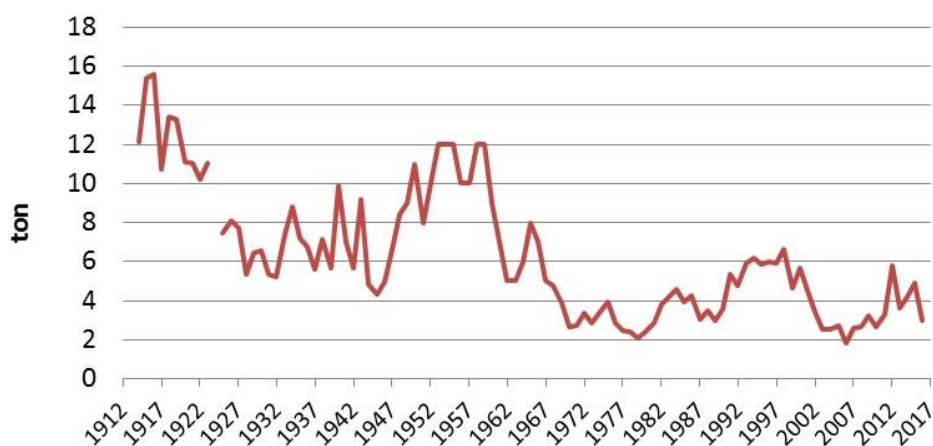
I södra och mellersta Sverige finns flera bestånd med storvuxen röding, av vilka de flesta tidigare kategoriserades till arten storröding, *Salvelinus umbla*. Efter att taxonomin hos röding

uppdaterats klassas dessa numera enligt Artdatabanken till samma art som övriga svenska rödingbestånd. De svenska rödingbestånden bedöms vara *livskraftiga* enligt Artdatabanken. Den tidigare negativa utvecklingen för sydsvensk röding i kombination med att ca 70 % av alla kända relikta rödingbestånd söder om Dalälven utrotats under 1900-talet innebär dock att rödingbestånd i södra Sverige likväl bör anses vara särskilt känsliga och skyddsvärda. I de fall där orsakerna till förlusten av sydsvenska rödingbestånd är kända är det främst försurning och inplantering av främmande fiskarter som sik, siklöja, gädda och lax som skadat rödingbestånden genom näringskonkurrens och/eller predation.

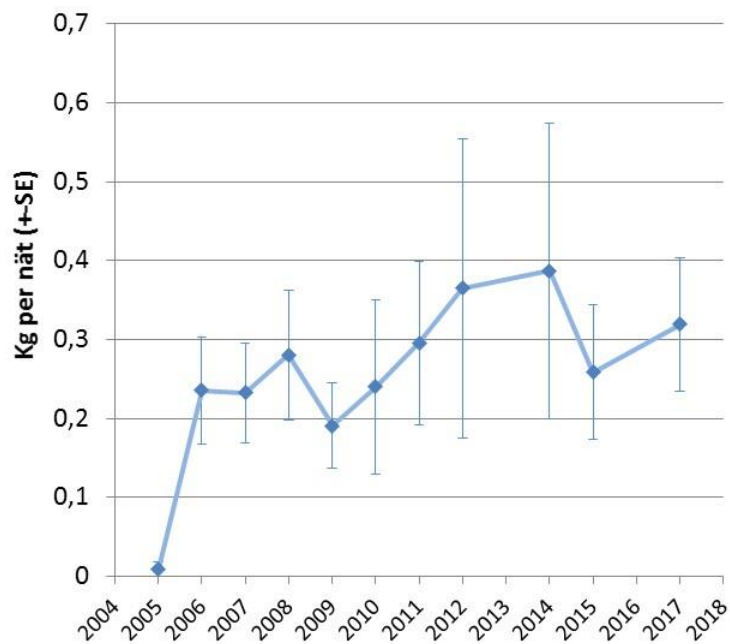
ÖRING

Öringfisket i Vättern baseras helt på vildproducerad fisk, inga utsättningar sker av odlad öring. I Vättern har yrkesfiskets fångster av öring under 2000-talet varit i medeltal 3,3 ton. År 2016 inrapporterades 3,0 ton. Tidigare har yrkesfiskets fångster varit högre, men de har nu minskat, åtminstone till viss del på grund av en mindre fiskeinsats (Figur 17). Av den enkät som länsstyrelserna runt sjön lät genomföra år 2000 framgick att fritidsfisket kan ha fångat cirka 4 ton och att yrkesfisket samma år fångade 5,6 ton, det vill säga fritidsfisket stod för drygt 42 procent av uttaget. År 2003 skattades fritidsfiskets andel till 51 procent. Den senaste enkätundersökningen från 2010 visade att fritidsfiskets fångster av öring ökat ytterligare, till cirka 14,2 ton varav 13 ton i sportfisket och 1,2 ton i husbehovsfiske med nät. Fritidsfisket stod således för minst 80 procent av den totala fångsten det året. I likhet med röding återutsätts en stor del av fångsten. Den nationella undersökningen från år 2015 anger fångsten av öring till 46-192 ton öring i de fem stora sjöarna sammantaget, men hur mycket som tagits i respektive sjö går ej att utläsa.

Alla till Vättern rinnande vattendrag är små och har varit utsatta för olika typer av mänsklig påverkan. Genom omfattande åtgärder i lekvattendragen, biotopvård, kalkning, rivande av vandringshinder och byggande av fiskvägar har emellertid öringproduktionen förbättrats i avsevärd grad i dessa bäckar. Under perioden 1984-90 var den genomsnittliga tätheten av öringungar av alla åldersstadier drygt sextio individer per hundra kvadratmeter, medan den under de senaste tio åren har varit omkring hundra individer på motsvarande yta.



Figur 17. Yrkesfiskets landningar av öring i Vättern. Data från 1914-2016.



Figur 18. Fångst av öring per nät i provfisken med bottensatta nät i Vättern 2005-2017.

Samtidigt har arealen som producerar öring ökat betydligt tack vare de fiskevårdsåtgärder som genomförts. Fångsterna av öring i provfisken har statistiskt sett ökat markant (Figur 18). Fångsten under 2015 och 2017 var dock en tillbakagång jämfört med tidigare år. Det ska dock påpekas att nätansträngningen i provfisket i de lite grundare djupzoner där öring förekommer är begränsad och att osäkerheten därmed är något högre för denna art vilket gör att förändringar för enstaka år ska tolkas med försiktighet. Trots allt finns en långsiktig ökande trend vilken, som nämnts ovan, delvis kan förklaras av de fiskevårdsåtgärder som genomförts i Vätterbäckarna men också förmodligen även av att de nya fiskeregler som infördes 2005-2007, med t.ex. ökat minimimått och fångstrestriktioner, gynnat öringen.

FISKSAMHÄLLET SOM HELHET

I provfiskena fångas även andra, icke-kommersiella arter, som exempelvis nors (se även avsnitt Vätterns pelagiska fiskbestånd), gers, hornsimpa, mört och braxen. För en del av dessa arter har det skett markanta förändringar under den undersökta perioden 2005-2017. Fångsterna av gers och hornsimpa har minskat kraftigt, sannolikt som en effekt av att flera arter rovfisk blivit mer värtaliga. Fångsten av stora rovfiskar har också ökat väsentligt under den senaste tio årsperioden (Figur 19 och 20). Den ökade andelen predatorer gjorde inledningsvis att artdiversiteten i fångsterna ökade men de senaste åren har vissa bytesfiskar som hornsimpa och gers blivit så sällsynta att artdiversiteten istället minskat (Figur 20 och 21). Det förefaller således som att det bentiska fisksamhället övergått från ett stadium dominerat av småvuxna bottenfaunaätande fiskarter till ett annat stadium dominerat av mer storvuxna rovfiskar. Detta har också avspeglats i storleksfördelningen i fångsten. Andelen fiskar över 40 cm har ökat, likaså medellängden på de största fiskarna i varje enskilt nät (Figur 21 och 22).

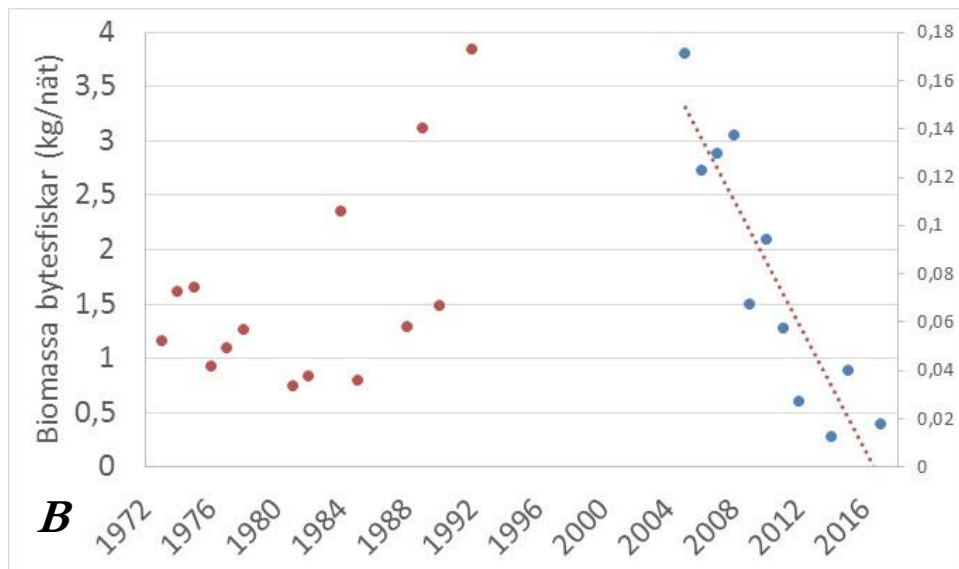
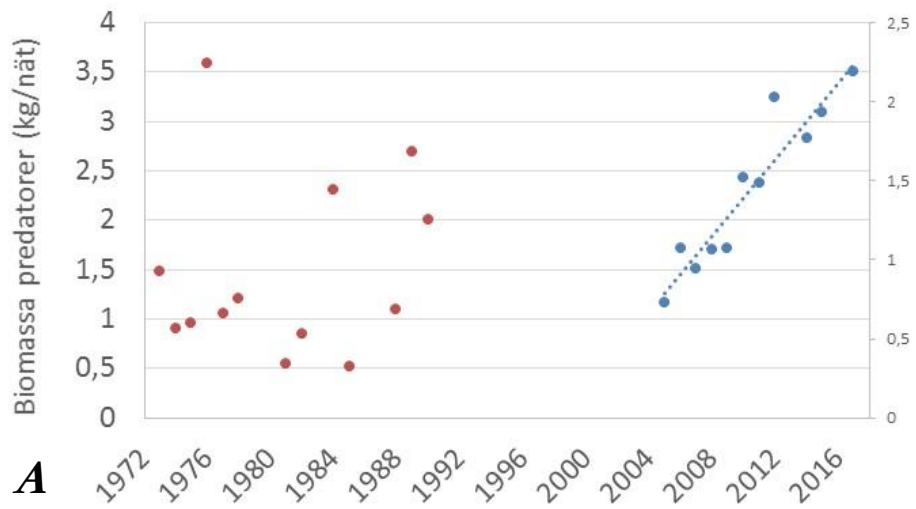
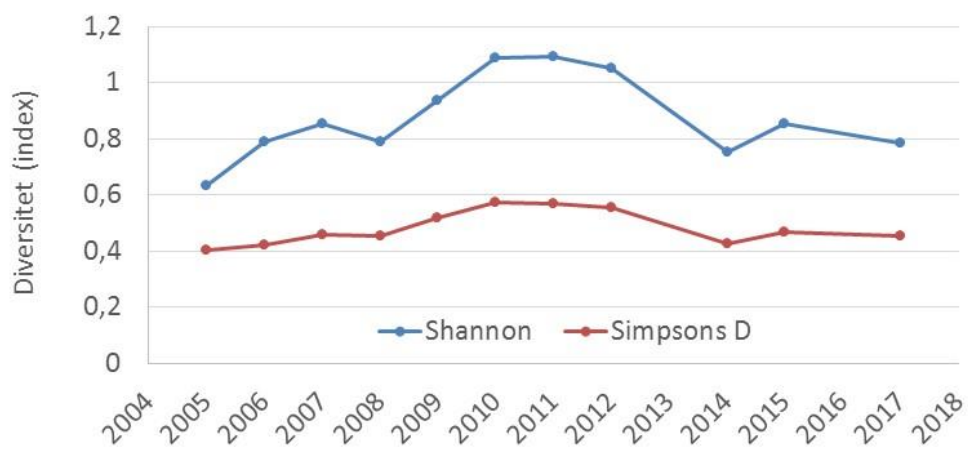
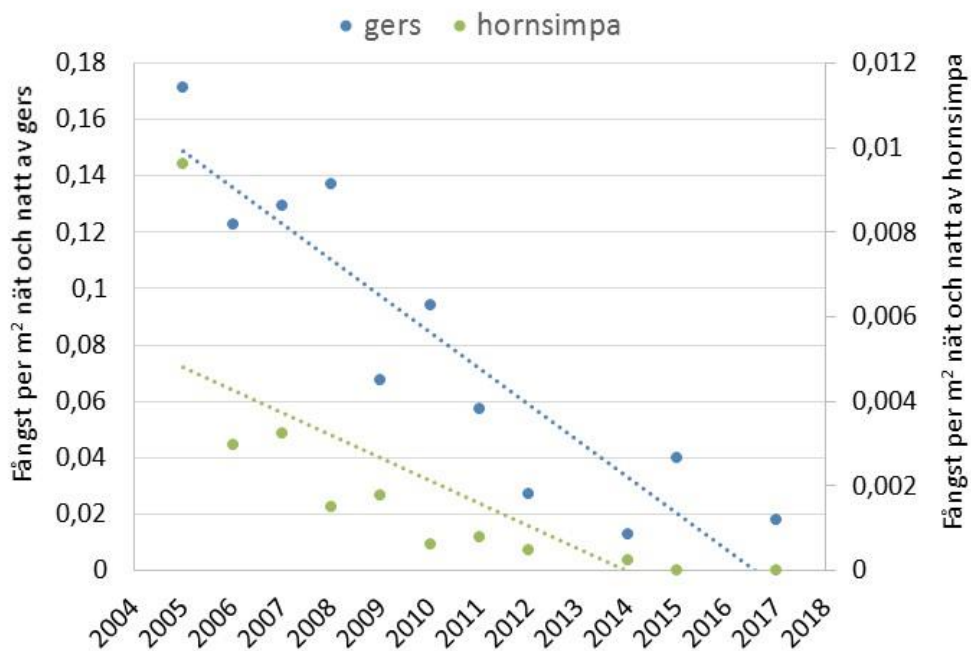


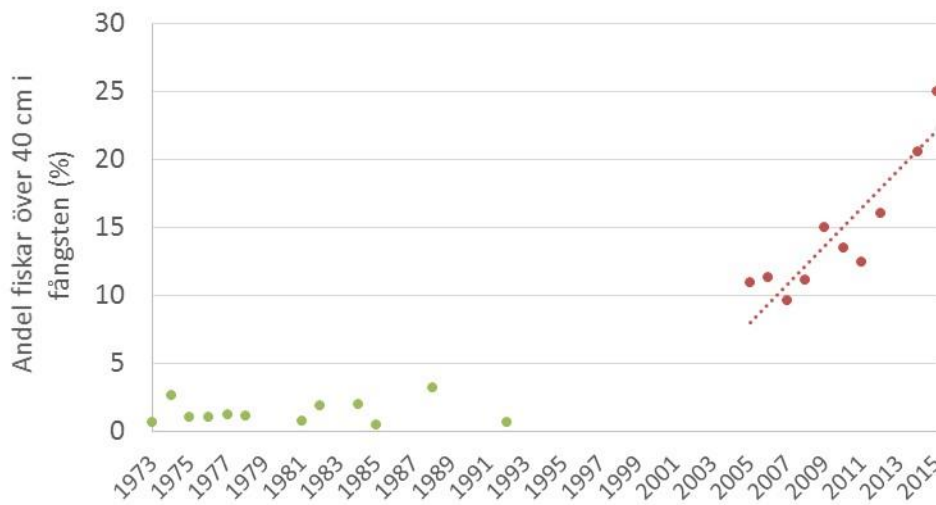
Fig 19. A) Summerad biomassa rovfiskar (predatorer) fångade i provfiskeri i Vättern 1973-2017 och B) summerad biomassa bytesfiskar fångade i provfiskeri i Vättern 1973-2017. Observera att nättypen var annorlunda 1973-1992 jämfört med 2005-2015.



Figur 20. Shannons respektive Simpsons diversitetsindex beräknat på fångster i provfiskeri i Vättern 2005-2017.



Figur 21. Fångst per ansträngning i bottensatta provfiske nät av gers respektive hornsimpa i Vättern 2005-2017.



Figur 22. Andel fiskar över 40 cm i provfiske fångsten. Observera att nättypen var annorlunda 1973-1998 jämfört med 2005-2017.

Andelen karpfiskar i fångsten är en indikator för hur stor belastning från övergödning ett fisksamhälle utsätts för. I Vättern har andelen karpfisk varit mycket låg under hela perioden 2005-2017 vilket är vad som kan förväntas då Vättern har mycket näringsfattiga förhållanden.

Inventering av sjöfåglar på fågelskär i Vättern 2017

Lars Gezelius, Länsstyrelsen Östergötland

BAKGRUND

2001 initierade Vätternvårdsförbundet ett övervakningsprogram för sjöfågel i Vättern. Kunskap om häckande sjöfåglar är viktigt som beslutsunderlag i olika frågor, för uppföljning av Vätterns status i Natura 2000 sammanhang och för att diskutera synpunkter från t.ex. friluftslivsintressen och fiskare. Vättern ingår i EU:s nätverk av skyddade områden och har pekats ut enligt art- och habitatdirektivet (SCI-område). Östergötlands del i Vättern har även pekats ut enligt fågeldirektivet (SPA-område). En bevarandeplan för Natura 2000 området fastställdes 2008 av de Länsstyrelser som har del i sjön (Lindell 2008) och en ny reviderad bevarandeplan är nu under utarbetande 2018. Inventeringen finansieras av Vätternvårdsförbundet tillsammans med de fyra länsstyrelserna som har del i sjön. Den första inventeringen gjordes 2002 och resultat har publicerats i Vätternvårdsförbundets årsskrifter och i Vingspeglan (Gezelius 2005 och 2010). Efter 16 års inventeringar har vi nu fått ett bra dataset för att utläsa intressanta trender. Bland äldre inventeringar av fåglar kan nämnas inventering av Motalabuktens öar 1990 (Elf 1990).

Inventeringen bygger på en i Vänern väl beprövad metodik som omfattar öar, i första hand av typen fågelskär, och ett utarbetat datahanteringssystem/rapportering (Landgren 2004). Numera är projektet en del av programmet ”Övervakning av fågelskär i de stora sjöarna”, som är ett samarbete mellan övervakningsprogrammen i Mälaren, Vänern och Vättern. Samarbetet ska bl.a. resultera i säkrare analyser av orsaker till förändringar i fågelpopulationer. Naturvårdsverket (2011) fastställde en handledning för undersökningstypen *Fåglar på fågelskär i stora sjöar*. En gemensam analys av data från inventeringarna i de stora sjöarna publicerades i *Vår fågelvärld* under 2015 (Pettersson, m.fl. 2015). Inventeringen i Vättern har nu pågått i 16 år.

SYFTE

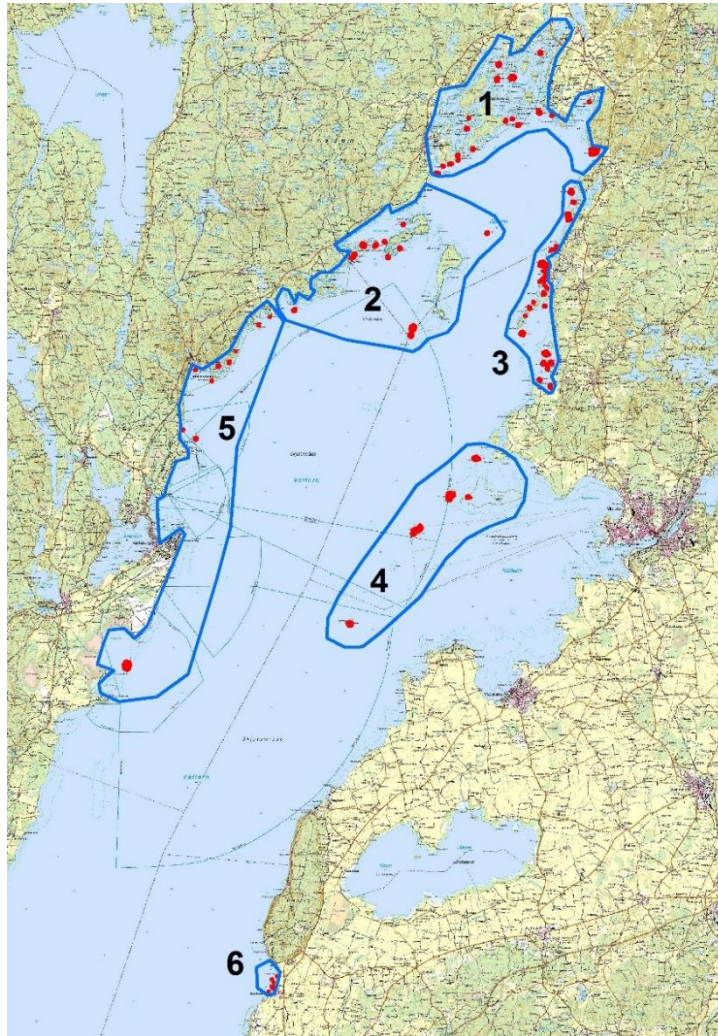
Syftet med inventeringen är dels att följa status och populationsförändringar hos Vätterns sjöfåglar och dels att ge ett beslutsunderlag i olika ärenden, t.ex. naturvårdsplanering och miljökonsekvensbeskrivningar. Inventeringen ingår i den samordnade miljöövervakningen av Vättern och bekostas av länsstyrelserna. Vättern ingår i Natura 2000 och med anledning av det behöver bevarandestatusen hos bl.a. fåglar följas upp. I inventeringen ingår även att dokumentera eventuell förekomst av ”sjöfågeldöd”.

METODIK

I huvudsak användes den metodik som tagits fram för Vänern, den s.k. ”Kristinehamnsmodellen” (Landgren 2004). Inventeringen sker i sex delområden och en ansvarig inventerare utses för vart och ett av dessa. Det har i stort sett varit samma inventerare i de olika delområdena under samtliga år. Delområdenas läge, inventerare, omfattning och tidpunkt framgår av figur och tabell nedan. Det är nästan uteslutande öar av fågelskärstyp som inventerats.

Länsstyrelsen Östergötland är datavärd för insamlade uppgifter. Resultat, summeringar, trender m.m. kan tas fram för olika delområden, kommuner eller län.

Totalt inventerades 91 lokaler/öar/ögrupper under perioden 9-24 juni 2017 (se tabell 1). Vid Erkerna gjordes även ett besök i augusti för att räkna skarvbon. Merparten av lokalerna ligger i den örikare norra delen av sjön. Områdena besöktes med mindre öppna båtar vid ett tillfälle vid de datum som anges i tabellen. Antalet fåglar registrerades på utvalda öar av typen fågel-skär som hyste häckande sjöfåglar, d.v.s. fåglar av grupperna lommar, doppingar, svanar, gäss, skarv, häger, änder, vadare, måsar och tärnor. Även rovfåglar registrerades på valda öar.



Figur 1. De inventerade delområdenas avgränsning och nummer.

Tabell 1. Antal inventerade lokaler, inventerare och tidpunkt för inventeringen i de olika delområdena 2017.

Områdesnummer	Delområde	Antal inventerade lokaler	Inventerare	Datum
1	Aspaskärgård	24	Ulf Allvin, Stefan Allvin	9-17 juni
2	Röknen	17	Ulf Allvin, Stefan Allvin	9-10 juni
3	Medevi	29	Gunnar Myrhede & Jan Eklund	10 juni
4	Motalaviken	6	Gunnar Myrhede & Jan Eklund	10 juni
5	Karlsborg	9	Sten Persson & Magnus Persson	22-24 juni
6	Hästholmen	6	Lars Gezelius	12 juni

Antalet fåglar registreras på en särskild inventeringsblankett som tagits fram för inventeringen. På dessa noteras öarnas namn, besökstidpunkt, om ön ingår i fågelskyddsområde samt väderförhållanden (molnighet, vind och vindriktning samt ev. nederbörd). På lokalen anges totala antalet observerade fåglar av olika arter. Dessutom noteras om fåglarna var revirhävdande, om de ruvade, om det fanns kullar eller dunungar. För änder anges även könsfördelning. Inventeringen sker huvudsakligen genom att fåglarna räknas från båt. Endast i undantagsfall görs landstigning på öarna.

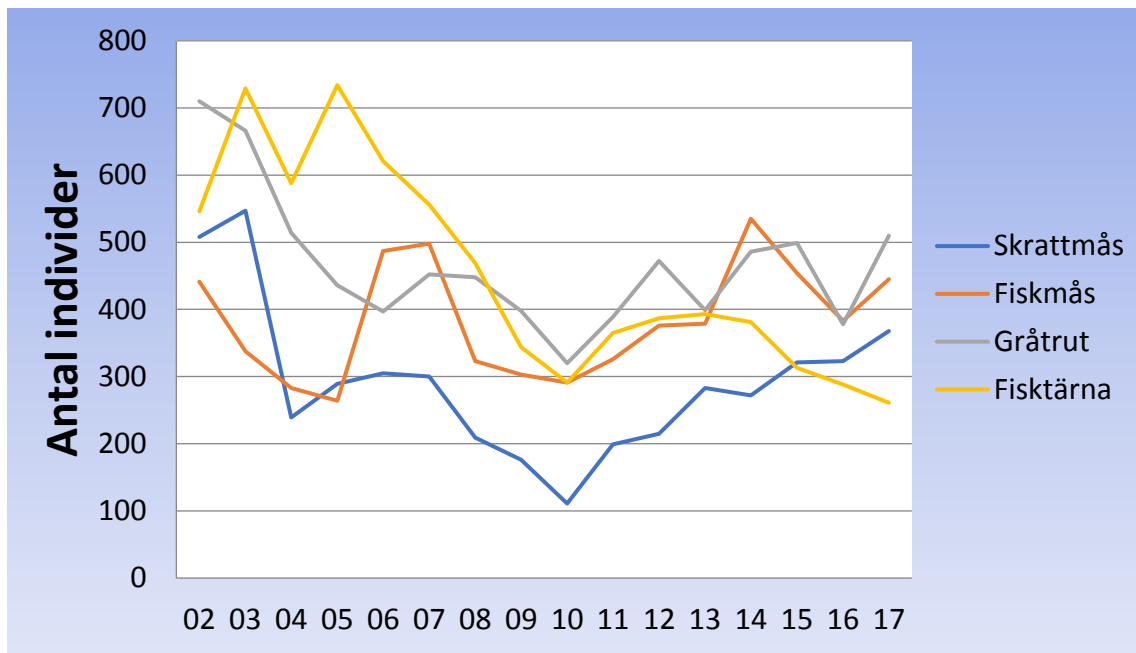
RESULTAT

Antal revirhävdande individer och bedömt antal par på de totalt 91 lokaler som besöktes anges i tabell 2. Totalt inräknades 1836 individer exklusive skarvarna (boräkning). Som jämförelse visas i tabellen även medelantalen vid inventeringarna 2002 - 2016. Totalantalet individer är mycket nära medelantalet för hela perioden. För de kolonihäckande arterna redovisas antalet revirhävdande fåglar och ingen uppskattning av antalet par har gjorts. Totalt inräknades 1615 revirhävdande måsfåglar på Vätterns fågelskär, vilket också är nära medeltalet för perioden. I figur 2 åskådliggörs de fyra vanligaste mårarternas populationstrender 2002-17.

Tabell 2. Totalt antal registrerade individer samt bedömt antal par vid inventeringen 2017, samt medeltalen 2002-2016. För storskarv avser siffrorna antalet aktiva bon.

Art	Antal ex. 2017	Bedömt antal par 2017	Medelantal individer 2002-2016	Medelantal par 2002-2016
Storlom	22	13	15,8	9,5
Skäggdopping	4	0	1,3	0,8
Storskarv		1260		882,1
Häger	0	0	0,2	5,5
Knölsvan	3	2	5,3	2,9
Grågås	2	1	1,9	1,1
Kanadagås	2	1	17,0	10,1
Vitk gås	35	25	27,5	15,3
Gräsand	5	5	15,0	10,6
Snatterand	0	0	3,0	2,0
Vigg	4	4	8,2	5,9
Knipa	6	4	5,1	3,6
Ejder	16	7	4,7	3,7
Småskrake	73	43	91,5	60,3
Storskrake	4	4	17,7	12,6
Strandskata	19	13	19,3	11,7
Drillsnäppa	17	10	11,9	8,9
Roskarl	0	0	0,3	0,1
Skrattmås	368		286,5	
Fiskmås	445		378,7	
Silltrut	0		0,3	
Gråtrut	510		464,3	
Havstrut	21		12,4	
Fisktärna	261		467,0	
Silvertärna	6		2,8	2,8
Fiskgjuse	10	7	8,5	5,3
Lärkfalk	3	3	1,7	1,6
Summa	1836		1859	

Glädjande visar samtliga måsfåglar med undantag för fisktärna en uppåtgående trend sedan bottenåret 2010. Bland andra arter som har en svagt minskande trend kan nämnas småskrake. Storskarven minskade rejält efter 2007 och har legat på nivåer långt under toppen sedan dess fram till 2017 då populationen ökade kraftigt tillbaka till toppnivåerna från mitten av 00-talet. Vad gäller andra arter som ökat över tid kan nämnas, vitkindad gås, kanadagås och möjligen även storlom. Arter med stabila antal (med viss variation under åren) är storskrake, vigg, knölsvan, drillsnäppa och fiskgjuse.



Figur 2. Antalet revirhävdande måsar och tärnor på Vätterns fågelskär 2002-17.

STORSKARV

Totalt konstaterades 912 bon och trenden är åter något ökande efter en bottennotering 2012. Toppnoteringen är från 2007 med 1279 par. Årets kolonier fanns på fyra öar eller ögrupper; Erkerna 348, Jungfrun 50, Kalv 89 och Sidön 425. Alla kolonier utom Jungfrun ökade jämfört med 2016, mest på Sidön. På Erkerna, i delområde 4 i naturreservatet Motalabuktens öar, häckade som mest drygt 700 par i början av 2000-talet och som lägst 180 par 2009. Samtliga bon var belägna i träd till en början. Nu är ungefär 25 % av bona i stående träd och 75% på marken eller på lågor. På Sidön, strax söder om Karlsborg, ökade kolonin till som mest 392 bon 2007, så där är årets notering ett rekord. På Kalv, söder om St. Röknen, har kolonin fram till i år legat relativt stabilt på 100-125 par åren 2010-2015. 2008 noterades drygt 300 par här.

För öarna Erkerna, Risan och Jungfrun samt Skärv och Kalv finns en tidsserie över antalet häckande par sedan 1994. Vi kan således få en bild över skarvens populationsutveckling i Vättern sedan dess (figur 3). Ökningen var kraftig, särskilt mellan 2001 och 2002 (95 %), men sedan skedde alltså en minskning men på senare år åter en kraftig ökning. På Erkerna drabbades kolonin av boförstörelse genom storen Per och nu har en klar återhämtning skett är.



Skarvkoloni på del av Erkerna. Foto: Gunnar Myrhede.



Figur 3. Antal funna bon av storskarv i Vättern 1994-2017. Kolonierna finns på öarna Erkerna i Motalabukten, på ön Kalv söder om St. Röknen samt på Sidön vid Karlsborg. Data före 2002 från Länsstyrelsen Östergötland, opubl.

I Vänern har en kraftig minskning av storskarv skett från som mest 3100 par år 2006 till 1470 par 2017 (Rees, opubl. data 2018). I Mälaren har skarven inventerats sedan 2004 i ett program gemensamt för de fyra Länsstyrelserna där. Räkning sker där vart tredje år. Senast, 2014, hittades 14 kolonier med totalt 2210 aktiva bon (Pettersson & Lundmark 2014). Här var toppåret liksom i Vättern 2007, då nästan 2500 bon noterades.

GRÅTRUT (NT)

Detta år registrerades 510 revirhävdande gråtrutar, vilket är en påtaglig ökning från fjolåret. Bottennoteringen är 320 ex. 2010. Arten noterades på 18 lokaler. Under 2012-2016 fanns arten på 16-23 lokaler. Och under 2002-2004 fanns den på 22-23 lokaler. Gråtruten är normalt sett trogen sina öar vad gäller kolonierna. Enstaka par eller smärre grupper kan byta lokal mellan olika år. Den i särklass största kolonin är Jungfrun i område 4 med 225 individer. På Sidön i område 5 är den tidigare stora kolonin med 85 fåglar 2007 och 175 fåglar 2002 numera blott på 12 ex. Andra större lokaler var Kalv (35) och Skärv (33) i delområde 2 och Stångskäret (42) i delområde 1, Sjöholmen (50) i delområde 3 och Erkerne (38) i delområde 4 och Hästholmen norra (26) i delområde 6. Inga döda eller sjuka trutar noterades under inventeringen.

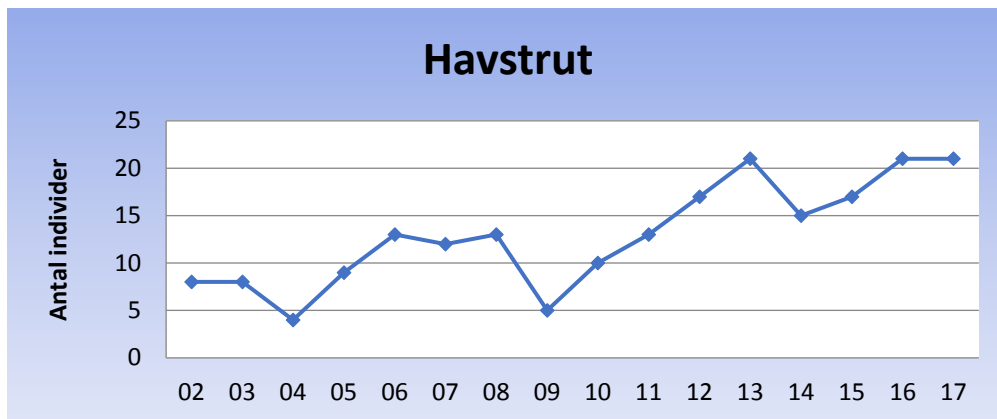
I både Vänern och Mälaren har arten mycket större bestånd, men även i dessa sjöar minskar bestånden. I Mälaren noterades 1634 revirhävdande fåglar 2016 (Lundmark 2016). Det är ökning från åren innan, men trenden är minskande. I Vänern noterades 4775 revirhävdande fåglar 2017 (Rees, opubl. data 2018), vilket är en relativt låg siffra. Beståndet i Vänern har därmed nästan halverats. Totalt i Sverige har arten efter en kraftig ökning under 1990-talet minskat markant under 2000-talet (Ottosson m.fl. 2012).



Gråtrut. Foto: Ulf Allvin.

HAVSTRUT

Havstruten är inte särskilt vanlig i Vättern. Under året noterades 21 revirhävdande fåglar på tio platser. Medeltalet för åren 2002-16 är 12 ex. Beståndet är litet, men arten har en svagt uppåtgående trend. Här råder stora skillnader i antal mellan Vänern och Vättern. I Vänern fanns 544 ex. 2017 (Rees, opubl. data 2018) och beståndet har en minskande trend (Rees 2017). I Mälaren fanns 29 individer. Det här är en markant ökning efter två bottenår i följd (Lundmark 2016).



Figur 4. Antal revirhävdande havstrutar i Vättern 2002-17.

SKRATTMÅS

I år konstaterades 368 revirhävdande skrattmåsar på 13 lokaler. Trenden sedan bottenåret 2010 är klart ökande. 2002-03 noterades totalt drygt 500 ex. Kolonierna flyttar om en hel del mellan åren. Årets största koloni var på Sidön med 200 ex. Här började de första skrattmåsar häcka 2012 men har aldrig tidigare varit högre än 65 ex. På den i särklass största kolonin 2013 och 2014 (ca 100 ex.) Forsholmen (i delområde 3) var det 2015 bara fem ex. och 2016 och -17 saknades arten helt på detta fågelskär. Den största kolonin 2004 och 2005 fanns på Hönsholmen (delområde 3), men efter dessa år har endast enstaka par häckat där fram till i år då 60 ex. noterades här. På Fjuk fanns Vätterns största koloni vid inventeringarna 2002-03 med 230-260 ex. Här har bara enstaka häckningar noterats sedan dess, t.ex. 22 ex. 2015 medan den saknades helt 2016 och -17. Största koloni 2016 fanns på Sjöholmen i delområde 3, med 80 fåglar men där saknades arten helt 2017.

I Väneren noterades 5880 ex. 2017 (Rees, opubl. data 2018). Beståndet har här en minskande trend på senare år (Rees 2017), men årets siffra innebär en viss återhämtning. I Mälaren räknades 1100 fåglar 2016 och beståndet har en minskande trend (Lundmark 2016).



Skrattmåsar med ungar. Foto: Ulf Allvin.

FISKMÅS

445 revirhävande fiskmåsar registrerades, vilket är över medelantalet för 2002-2016 som är 378. Arten fanns på 50 lokaler, vilket i paritet med de föregående säsongerna. Den största kolonin med 48 ex. fanns på Fjuk följt av, litet skär vid Hästholmen (47 ex.), Sidön (40 ex.) och Ottraholmen (28 ex.). Fiskmåsen har fluktuerat en del genom åren men trenden över tid är stabil.

För fiskmåsbeståndet i Vänern var det en positiv trend under perioden 1994-2012, men 2013 skedde en minskning med 24 % från 14081 ex. till 10604 ex. 2017 (Rees 2017, Rees, opubl. data 2018). I Mälaren noterades 1011 revirhävande fåglar 2016, vilket är en ökning jämfört med de föregående fyra åren (Lundmark 2016).

FISKTÄRNA

Fisktärnan var den vanligaste ”vitfågeln” i Vättern under 00-talet, men arten har en kart nedåtgående trend i Vättern och nu har den passerats av alla de tre andra måsarerna.. Årets antal slutade på 261 ex. fördelade på 23 lokaler. Medelstorleken för kolonierna var 11 individer. Under toppåren 2003-2005 häckade arten på 30-talet lokaler. Största kolonier är Sidön (40 ex.), Skjortpilen resp. Hämtningsudden (34 ex.) och Fjuk (30 ex.) Jungfrun i delområde 4 har hyst 75 ex. men under åren 2014-17 fanns bara tärnor här 2015 (40 ex.). St. Laxhalla i delområde 2 har hyst 80 ex., men här har bara funnits 2-3 ex. 2015-17.

6189 revirhävande fisktärnor inräknades i Vänern 2017 (Rees, opubl. data 2018), vilket är ett toppår för arten. I Vänern är trenden som helhet ökande (Rees 2017). I Mälaren uppvisar fisktärnan en svagt vikande trend. 2016 räknades 1467 fåglar där (Lundmark 2016). Enligt punktrutterna i Svensk häckfågeltaxering har fisktärnan långsiktigt haft ett stabilt bestånd om än med relativt stora hopp ett par år. Standardrutterna visar på en rejäl ökning under den senaste dryga tioårsperioden. Sistnämnda stämmer bäst med siffror från inventeringar i Vänern samt längs våra kuster. I dessa områden har fisktärnan ökat kraftigt både i långt (30 år) och kort (10 år) perspektiv. Det samlade nationella beståndet bedöms ha ökat kraftigt under de senaste 30 åren (Ottvall, et al. 2008). Vättern och Mälaren är undantag från denna bild.

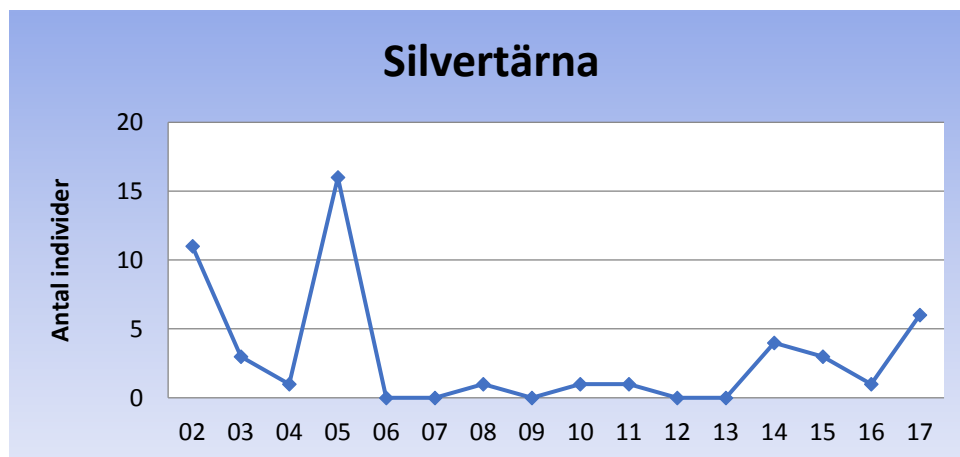


Fisktärnor. Foto: Ulf Allvin.

Målsättningen för Vättern enligt förslaget till bevarandeplan enligt art- och habitatdirektivet (hela Vättern) respektive fågeldirektivet (del av sjön som ingår i Östergötlands län, SPA-området) är att det bör vara mellan 100 - 200 par som häckar årligen i eller i nära anslutning till sjön. Målsättningen inom SPA-området är att antalet bör överstiga 70 par. Statusen får ännu så länge bedömas som ”gynnsam” för hela Vättern även om trenden tyvärr är vikande. För SPA-området (Östergötlands län) noterades 119 ex., vilket är ungefär som 2015-2016 och en ökning från 2014 års 91 ex. Målet om 70 par för den delen kan därmed sägas vara nått, särskilt med tanke på att det finns en del ytterligare solitära par.

SILVERTÄRNA

Sex ex. noterades på två lokaler. Det är det högsta antalet sedan 2002 och 2005 med elva resp. 16 ex. De noterades på Skärv (2 ex.) och Hönsholmen (4 ex.). Sedan 2014 kan en viss närvaro av arten åter skönjas efter flera års frånvaro dessförinnan. I början av 00-talet var förekomsten något större. 2005 noterades 16 ex. fördelade på Jungfrun (10 ex.) och Tärnskärret (6 ex.).



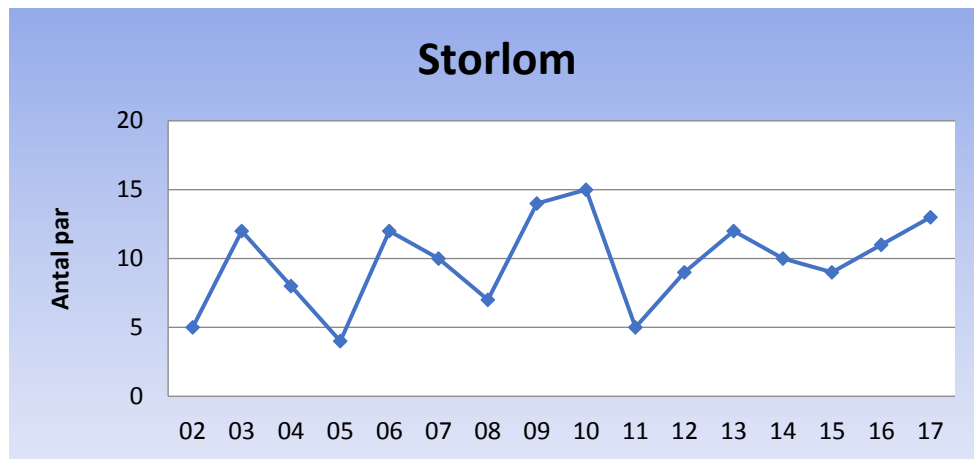
Figur 5. Antal revirhävdande silvertärnor i Vättern 2002-17.

Målsättningen enligt förslag till bevarandeplan för Vättern (se förklaring ovan under fisktärna) bör vara 5-10 par som häckar årligen i eller i nära anknytning till sjön. Målsättningen inom SPA-området är att antalet bör vara minst fem par. Bevarandestatusen är således fortfarande ”ej gynnsam” men trenden är ”under förbättring”.

I Väneren noterades hela 1013 ex. och trenden här är klart ökande ((Rees, opubl. data 2018).

STORLOM

Totalt noterades 22 storlommar på 13 lokaler och de bedöms som 13 par. Eftersom denna inventering i första hand är inriktad på fågelskär och storlommen är relativt skygg, finns det fler par som kommer med vid denna inventering. Medelantalet par under 2002-2016 ligger på 9,5 par.



Figur 6. Bedömt antal par av storlom inom de inventerade lokalerna i Vättern 2002-17.

Målsättningen enligt förslag till bevarandeplan för Vättern (se förklaring ovan under fisktärna) för Vättern bör vara minst 20 par som häckar årligen i eller i nära anknäpning till sjön, varav minst två par inom SPA-området. Enligt denna inventering skulle statusen bedömas som "ej gynnsam" men eftersom mörkertalet troligen är stort finns trots allt skäl att bedöma statusen som "gynnsam". Trenden i denna inventering får betecknas som stabil även om antalet par har fluktuerat. Vid inventeringen i Väneren 2015 noterades 50 revir, vilket ligger strax under medelvärdet för perioden 1994-2016 (Rees 2017).

EJDER

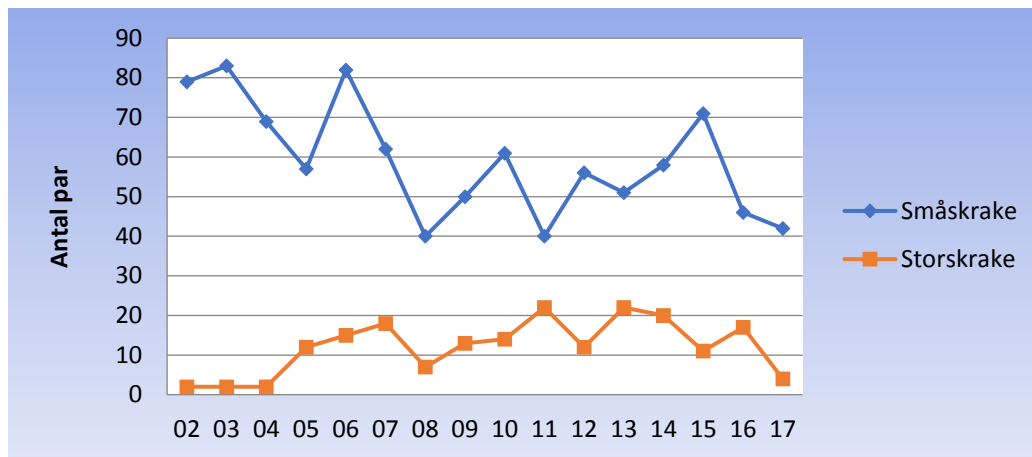
Inlandshäckningar är extremt ovanliga. I Vättern sågs 2012 två ådor i delområde 3. 2014 konstaterades en häckning då ett bofynd (4 ägg) gjordes på Åholmen, i delområde 1. 2015 gjordes återigen häckningsfynd! Vid Fjuk sågs tre hanar och en hona och vid Erkerna sågs fyra honor med ungar. Dessa åtta vuxna individer bedömdes som fem par. 2016 noterades fem honor med ungar vid Fjuk. 2017 kan vi konstatera ytterligare en liten ökning till sju par på tre lokaler; Mellön, Fjuk och Åholmen i Motalabuktens naturreservat. Vid Mellön sågs fyra ådor med kullar. I Väneren noterades en trolig häckning 2017 (Rees, opubl. data 2018).

SMÅSKRAKE

Arten har en svagt minskande trend i Vättern över en lång period, och årets 43 par är klart under medeltalet som är 60 par. I Väneren ökade arten påtagligt 2000-07, för att stabilisera sig kring 450 ex. 2008-15. 414 individer konstaterades 2017 (Rees, opubl. data 2018). I Mälaren har arten minskat kraftigt, men 2016 räknades 44 ex, vilket är en markant uppgång (Lundmark 2014).

STORSKRAKE

Arten har haft en ökande trend i Vättern, men trenden är nu vikande på senare år. Årets inventering slutade på endast fyra ex. på tre lokaler och bedöms som fyra par. I Väneren har arten en stabil trend. 2017 noterades 60 ex. (Rees, opubl. data 2018).



Figur 8. Bedömt antal par av små- resp. storskrake inom de inventerade lokalerna i Vättern 2002-17.

VIGG

Viggen noteras som regel kring 5-10 par och fluktuationerna har varit stora. Det är relativt små antal totalt och slumpfaktorer vid besöken kan få stor betydelse. I Vänern tycks trenden vara relativt stabil, där antalet fluktuerat kring 20 – 40 ex. (Rees 2017). I Mälaren noterades 309 ex. 2016. Det är mycket högt i jämförelse med Vättern, men trenden är där svagt vikande (Lundmark 2016).

VITKINDAD GÅS

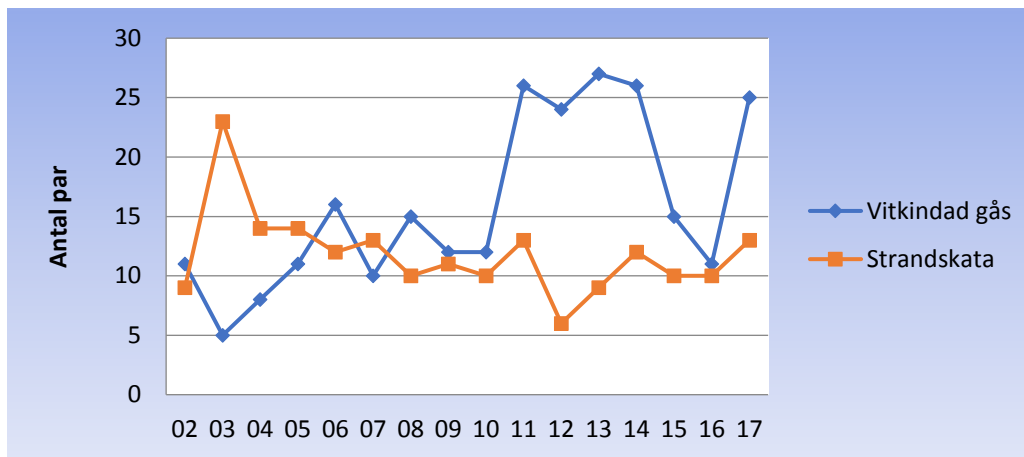
Den vitkindade gåsen har en ökande trend i Vättern, även om det var en svacka 2014-2015. 25 par noterades, vilket är över medelantalet för perioden 2002-2016.

I Vänern räknades 73 ex. 2017, vilket är rekord (Rees, opubl. data 2018), och trenden är där ökande. I Mälaren räknades 59 individer, vilket är en minskning från närmast föregående år (Lundmark 2016).

Målsättningen enligt förslag till bevarandeplan för Vättern (se förklaring ovan under fisktärna) är att 25-50 par bör häcka årligen i eller i nära anknnytning till sjön. Målsättningen för SPA-området är att antalet bör överstiga tio par. Bevarandestatusen får nu bedömas som ”gynnsam” både vad gäller hela Vättern och SPA-området (Östgötadeln, 12 par). Ytterligare par finns sannolikt i ej inventerade områden i Vättern.

STRANDSKATA

Strandskatan har en svagt ökande trend på senare år efter en bottennotering 2012. Arten noterades med 19 ex. på tio lokaler, vilka bedömts som 13 par. Som mest har den noterats på 15 lokaler 2003. I Vänern har arten en ökande trend och 2017 noterades 85 revir ex. (Rees, opubl. data 2018). I Mälaren noterades 57 ex. 2016 och trenden är stabil (Lundmark 2016).



Figur 9. Bedömt antal par av vitkindad gås resp. strandskata inom de inventerade lokalerna i Vättern 2002-17.

DRILLSNÄPPA

Drillsnäppan förekommer med elva par. Inventeringen av fågelskär är inte representativ för artens häckningsmiljö i Vättern, där den förekommer på många fler lokaler av typen skogsöar och klippstränder. Utvecklingen inom inventerade områden är stabil sett över hela perioden.

Målsättningen enligt förslag till bevarandeplan för Vättern är att finns minst 20 par, varav 16 par i SPA området och att arten inte minskar i antal. Statusen får betecknas som ”gynnsam” och trenden är stabil. I Väneren konstaterades 89 revir 2016 (Rees 2017), vilket är nära medelvärde för hela perioden. I Mälaren summerades 70 individer. Efter tre svaga år är årets nivå tillbaka över medelvärdet igen (Lundmark 2016).

FISKGJUSE

Inventeringsmetoden är inte anpassad för inventering av fiskgjuse, men antalet aktiva bon/par registreras inom de områden som besöks. Under 2017 konstaterades fem par och trenden är stabil.

Målsättningen enligt förslag till bevarandeplan för Vättern är att det häckar 5 – 10 par årligen i eller i nära anknytning till sjön, varav minst två par inom SPA-området. Målsättningen är uppfylld för hela Vättern och för SPA-området (Östgötadelen), med tanke på att flera par i Vättern sannolikt förbises i denna inventering. Längs Ombergs vätternstrand häckar t.ex. ca 10 par. (egna obs.)

FÅTALIGA/ÖVRIGA ARTER

Den hägerkoloni som funnits på Brunnsöarna (delområde 1) med 10 -16 par är försvunnen sedan 2009. I norra delen har häckande havsörn noterats. Troligen finns ett par-tre häckningar i norra Vättern. Även pilgrimsfalk har häckat invid sjön med minst fem, kanske sex, par.

SJÖFÅGELDÖDEN

I inventeringen ingår att notera onormal sjöfågeldöd med särskild uppmärksamhet på gråtrut. Inventeringarna har inte gjort några iakttagelser under inventeringarna som tyder på någon onormal sjöfågeldöd.

NATURA 2000 FÅGLARNA

Vättern ingår i det europeiska nätverket av skyddade områden, det s.k. Natura 2000. Hela Vättern är utpekad enligt det s.k. art- och habitatdirektivet, medan den del som ligger i Östergötlands län även är utpekad enligt fågeldirektivet. Bevarandeplanen för Vättern berör de särskilt utpekade arter och naturtyper som är upptagna såsom särskilt skyddsvärda inom EU. För varje art och naturtyp beskrivs den allmänna statusen, mål, hot, olika åtgärder som behövs, vilken uppföljning som utförs/behövs för att säkra och belägga bevarandestatusen. Genom åtgärder och målbeskrivningarna ska s.k. gynnsam bevarandestatus säkerställas och rapporteras till EU. Bevarandestatusen ska kontrolleras regelbundet via uppföljning. En bevarandeplan för Vättern har antagits (Lindell m.fl. 2008), men en reviderad version av planen är nu ute på remiss.

I Vättern förekommer fyra fågelarter som tas upp direkt i direktivet; fisktärna, silvertärna, svarthakedopping och vitkindad gås, medan dessutom storlom, fiskgjuse och drillsnäppa anges såsom s.k. typiska arter för att följa upp fågeldirektivet. I tabell 3 anges bedömd status och trend för natura 2000-arterna. Svarthakedopping har inte noterats i denna inventering, men det finns uppgifter om minst ett par i Motalaviken 2017 (Artportalen).

Tabell 3. Natura 2000 arternas antal status och trender.

	Antal par 2017	Medel 2002-16	Mål (antal par)	Status	Trend
Svarthakedopping	0*	0	>5	Gynnsam*	Osäker
Vitkindad gås	25	15,6	25-50	Gynnsam	Under förbättring
Storlom	13*	9,4	20	Gynnsam	Stabil
Fiskgjuse	5*	5,3	5-10	Gynnsam	Stabil
Fisktärna	131#	240	100-200	Gynnsam	Under försämring
Silvertärna	3	1	5-10	Ej gynnsam	Under förbättring
Drillsnäppa	10*	8,8	>20	Gynnsam*	Stabil

*Populationen i Vättern är större än vad som omfattas i denna inventering, eftersom arten inte knuten till bara fågelskär.

siffran anger antalet individer delat med 2. Antalet par är i realiteten något högre. Division med 1,7 kan ligga närmare sanningen eftersom båda individerna i paren inte är på plats hos samtliga par vid besöken.

En stor del av Vättern utgörs av habitatet 3130 (Oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder) enligt art- och habitatdirektivet. Bland de för detta habitat typiska fågelarterna som förekommer i Vättern är storlom, fiskgjuse, fisktärna, silvertärna och drillsnäppa utvalda. För dessa ska god bevarandestatus upprätthållas i Vättern och det finns mål för dem i bevarandeplanen för Vättern.

TACK!

Ett stort tack till de inventerare som genomfört inventeringen; Ulf Allvin, Stefan Allvin, Jan Eklund, Gunnar Myrhede, Max Myrhede och Sten Persson. Tack även till Måns Lindell (Vätternvårdsförbundet) som administrerat den ekonomiska delen.

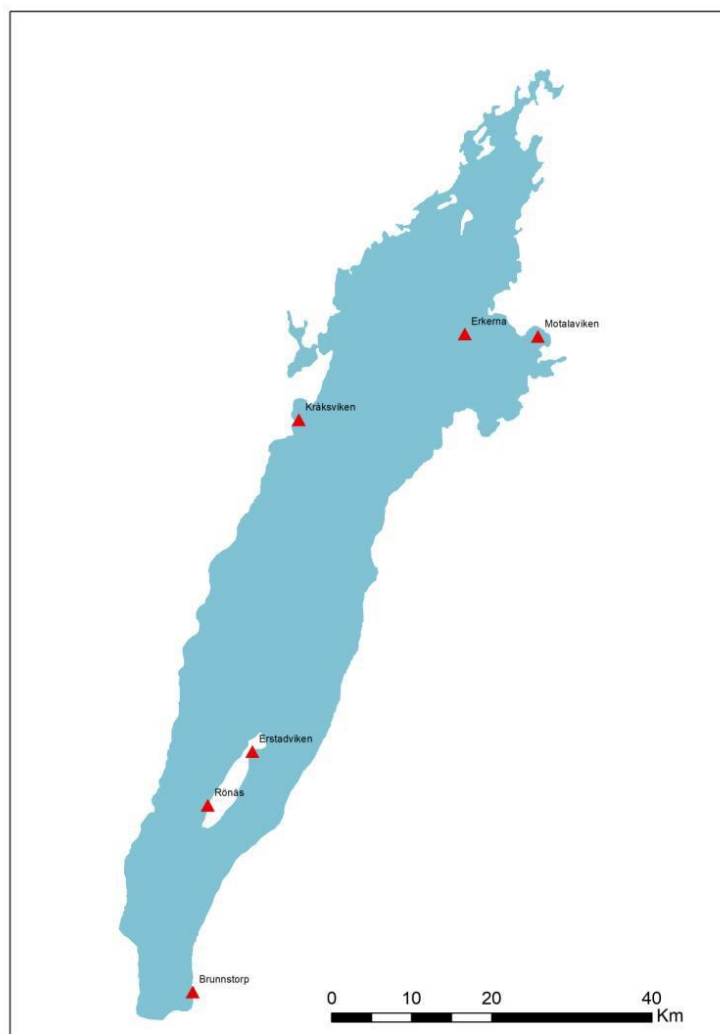
REFERENSER/LITTERATUR

- Elf, A. 1990. Häckfågeltaxering på öarna i Motalabukten. Vingspegeln 19:150-156.
- Gezelius, L. 2005. Inventering av häckande sjöfåglar på öar i Vättern 2002-2005. Vingspegeln 24:82-94.
- Gezelius, L. 2010. Fåglar på Vätterns fågelskär 2002 – 2010. Vingspegeln 29:90-99
- Green, M. 2014. Insjöfåglar – utvärdering av det gemensamma delprogrammet. Vätternfakta nr. 7:2014. Vätternvårdsförbundet.
- Landgren, T. 2004. Metodbeskrivning för inventering av kolonihäckande sjöfåglar i Vänern. Vänerens vattenvårdsförbund. Rapport nr 28. 2004.
- Landgren, T. & Pettersson, T. 2008. Sjöfåglar i Vänern, Vättern och Mälaren. Sötvatten – årsskrift från miljöövervakningen 2008: 2-5.
- Landgren, T & Pettersson, T. 2012. Inventering av fåglar på fågelskär i stora sjöar. Förslag till samordnat miljöövervakningsprogram. Naturvårdsverket.
- Lindell, M., Johansson, T., Eriksson, P., Thörne, L. & Norrgård, J. 2008. Bevarandeplan för Vättern. Rapport nr 95 från Vätternvårdsförbundet. Jönköping.
- Lundmark, R. 2016. Fågelskär i Mälaren 2016. Stencil. Länsstyrelsen i Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2011. *Fåglar på fågelskär i stora sjöar. Version 1:0, 2011-12-07*
https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarb/tet/vagledning/miljoovervakning/handledning/metoder/undersokningstyper/landskap/faglar_fagelskar_stora%20sjoar_20111207.pdf
- Pettersson, T, Landgren T och Gezelius, L. 2015. Trender hos häckande fåglar på fågelskär i stora sjöar. Vår Fågelvärld 5:2015, ss 44-50.
- Rees, J. 2017. Vänerns fågelskär. Inventering av sjöfåglar 1994-2016. Rapport nr 100. 2017. Vänerns vattenvårdsförbund.
- Svenska Häckfågeltaxeringen 2016. Resultat på hemsidan.
<http://www.zoo.ekol.lu.se/birdmonitoring>
- Holmqvist N., Lindström, Å., Nilsson, L., Svensson, M., Svensson, S. & Tjernberg, M. 2012. Fåglarna i Sverige - antal och förekomst. SOF, Halmstad.
- Vätternvårdsförbundet. 2008. Bevarandeplan för Natura 2000 i Vättern. Rapport 95 från Vätternvårdsförbundet. Jönköping.

Inventering av makrofyter i Vättern

Tina Kyrkander och Jonas Örnberg, Kyrkander&Örnberg miljökonsulter

Under 2017 har sammantaget sex delområden i Vättern inventerats med avseende på makrofyter. De inventerade områdena är Erkerna, Motalaviken, Erstadviken, Rönäs, Brunnstorp och Kråksviken. Erkerna och Brunnstorp är nya lokaler inom den standardiserade makrofytinventeringen som genomförts i Vättern sedan 2011. Brunnstorp inventerades senast 2005 genom dåtidens standardiserade metod, basinventering. Övriga lokaler har inventerats inom den senaste femårsperioden. Kråksviken inventeras varje år. I denna sammanfattning beskrivs tre av de sex inventerade delområdena.



Figur 1. Karta över de sex delområden i Vättern som inventerats med avseende på makrofyter under 2017. I denna sammanfattning beskrivs dock bara tre av de sex delområdena – Erkerna, Motalaviken och Brunnstorp.

Idag finns 19 utpekade delområden som ingår i miljöövervakningen avseende makrofyter i Vättern (Kyrkander et al. 2015). Inventeringar under de senaste tre åren, kan resultera i ytterligare nya lämpliga miljöövervakningslokaler runt om i Vättern. Förutom nyinventeringar har det även genomförts återinventering av fyra äldre lokaler varje år enligt ett rullande schema.

Metodiken vid makrofytinventeringen av Vättern 2015 har i huvudsak följt Naturvårdsverkets undersökningstyp ”Makrofyter i sjöar 2015-06-26” (Havs- och Vattenmyndigheten 2015). Inventeringen har framförallt skett genom fridykning längs transekter lagda vinkelrätt från stranden. Längs varje transekt placerades inventeringsrutor (25 x 50 cm) i jämna djupintervall motsvarande 20 cm och påträffade arter noterades tillsammans med aktuellt djup. Inventeringen pågick tills inga växter påträffats på tre efter varandra liggande djupintervall (20+20+20 cm). Förutom kärleväxter inventerades även kransalger samt mossor knutna till vatten i enlighet med aktuell undersökningstyp.

ERKERNA

Erkerna är ett område bestående av ett flertal öar ca 4 km ut från land inom Motala kommun. Området har inte inventerats avseende vattenvegetation tidigare men misstankar fanns om att det lagunlika området skulle kunna hysa spännande flora. Hela Erkerna utgörs av Naturreservat.

Det varierade området med ett exponerat yttre klippområde och mer skyddade vikar in mot de centralare delarna av Erkerna erbjuder varierade biotoper och därmed också varierad vegetation. Stränderna är i huvudsak steniga men botten övergår på sina ställen till sand och bitvis är botten långgrund. Dominerande arter i undervattensvegetationen är hårslinga (*Myriophyllum alterniflorum*), strandpryl (*Plantago uniflora*) och kransalgen borststräfsa (*Chara aspera*). Vid inventeringen noterades även de mer sällsynta arterna hårsärv (*Zanichellia palustris*) och spädnate (*Potamogeton pusillus*).



Figur 2. Vegetationen var mycket sparsam i de yttre delarna av Erkerna där botten och strand är utsatt för exponering. I de mer skyddade områdena var vegetationen riklig och ett antal mindre allmänt förekommande arter i Vättern noterades såsom hårsärv och spädnate.

MOTALAVIKEN

Motalaviken ligger i Motala kommun alldeles i närheten av staden. Motalaviken inventerades senast 2011 med avseende på vattenväxter.

Vissa delar av lokalen är långgrunda medan andra är djupa. Även exponeringen varierar mycket och en del transekter ligger väldigt skyddat i långgrunda områden medan andra är mer exponerade och där djupet tilltar snabbt, särskilt en lokal som tar slut precis där farleden börjar. Delar av viken är djup men i de centrala delarna förekommer rev som innebär att djupet är förvånansvärt begränsat. Dominerande arter i undervattensvegetationen är kransalgen borsträfsse, hårslinga, strandpryl (*Littorella uniflora*) och notblomster (*Lobelia dortmanna*).

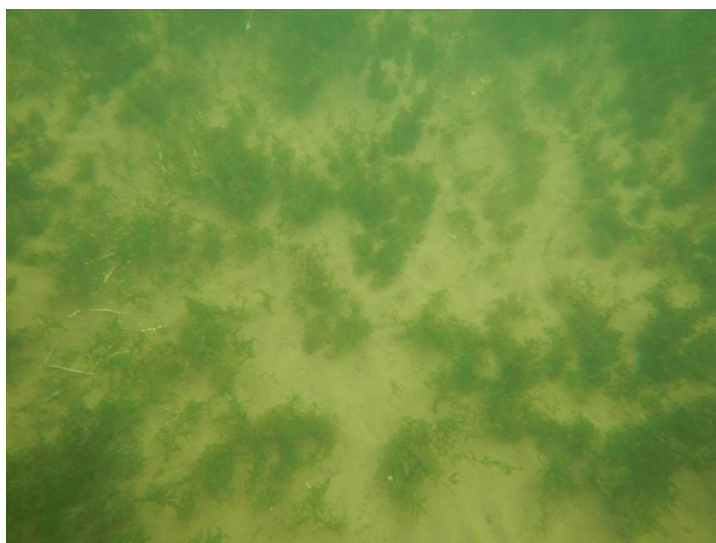


Figur 3. Flera av transekterna avslutades efter en längre inventerad sträcka utan ökande djup. Vid en transekt däremot, ökade djupet kontinuerligt, och kransalgen glans/mattslinka (*Nitella flexilis/opaca*) noterades ned till 7,4 meter. Kransalgen bortsträfsse noterades ned till 6,8 meter.

BRUNNSTORP

Det inventerade området vid Brunnstorp ligger vid sjöns sydöstra sida strax norr om Husqvarna. Området är svårtillgängligt och stränderna branta varför området nåddes via en småbåtshamn i söder. Lokalen är inventerad 2005 med dåvarande standardiserade metodik basinventering men ej med dagens standardiserade metodik tidigare. Området är utsatt för kraftig exponering.

Vegetationen domineras av kransalger inom släktet *Chara* men även kransalgen glans/mattslinka och gräsnate (*Potamogeton gramineus*) förekommer. Vegetationen var förvånansvärt riklig med avseende på det utsatta läget. Generellt saknades vegetation de första djupintervalen ner till ca en meters djup vilket är ett fenomen som ofta observeras på utsatta lokaler i Vättern.



Figur 4. Vegetationen var förvånansvärt riklig med avseende på det exponerade läget av lokal Brunnstorp. I områden grundare än en meters djup var vegetationen mycket sparsam men längs en del transekter noterades vegetationen så djupt som 15 meter (glans/mattslinke). Dessa djup inventerades med hjälp av Luther-räfsa.

Ämnestransport och arealspecifik förlust

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, ALcontrol AB

SAMMANFATTNING

År 2016 stod Huskvarnaån, Munksjöns utlopp, Forsviksån och Mjölnaån för tillsammans 71 % av den beräknade fosfortransporten och 80 % av kvävetransporten till Vättern. De fyra nämnda vattendragen bidrog även till 51 % av transporten av organiskt material. Transporterna följer ofta vattenföringen väl med större mängder under år med högt flöde. I flera tillflöden noterades de största transporterna högflödesåren 1995, 1998 och 2007. Jämfört med långtidsmedelvärden var 2016 års transporter oftast avsevärt under de normala och i flera fall de allra minsta i respektive tidsserie. För fosfor var skillnaden störst i Mjölnaån, där transporten var 55 % mindre än vanligt, och minst i Munksjöns utlopp, där fosfortransporten var 16 % mindre än normalt. För kväve var skillnaden störst i Mjölnaån och Kärrafjärdens utlopp, där transporten i båda fallen var 51 % mindre än normalt. För organiskt material var transporten mellan 25 % (Lillån vid Bankeryd) och 59 % (Kärrafjärdens utlopp) mindre än vanligt. De enda transporter som var större än långtidsmedelvärdet var kväve i Munksjöns utlopp och Knipån (+16 respektive +4 %). I både Huskvarnaån, Lillån, Svedån, Forsviksån och Motala ström minskade fosfortransporterna under 25-årsperioden, medan vattenföringen ökade eller var tämligen stabil, vilket kan tolkas som minskad belastning från punktkällor. I Huskvarnaån och Forsviksån minskade även kvävetransporterna, medan flödet var stabilt eller svagt ökande. I Munksjöns utlopp ökade däremot kvävetransporten samtidigt som vattenföringen minskade svagt, vilket antyder ökad påverkan från punktkälla (troligen Jönköpings reningsverk).

För Lillån bedömdes 2016 års arealspecifika förluster (ämnestransporter per avrinningsområdesyta) som höga för både fosfor och kväve. Munksjöns utlopp hade måttligt höga fosforförluster, men mycket höga kväveförluster. Både Lillån och Munksjön är kraftigt belastade av näringsämnen (främst kväve) från de kommunala reningsverken i Bankeryd respektive Jönköping. Lillåns avrinningsområde omfattar dessutom en stor andel jordbruksmark (41 %) och saknar sjöar som kan fungera som ”klarningsbassänger”. I Huskvarnaån, Hökesån och Knipån var arealförlusterna av kväve måttligt höga, medan de var låga för fosfor. För övriga provplatser klassades de arealspecifika förlusterna av fosfor och kväve som låga eller mycket låga. Mjölnaån samt utloppen av Kärrafjärden och Vättern vid Motala ström hade mycket låga fosforförluster och låga kväveförluster. Stationerna i Svedån och Forsviksån var de enda med mycket låga förluster av både fosfor och kväve. I Svedån beror de mycket låga förlusterna på stor andel skogsmark (90 %) och liten andel jordbruksmark (6 %) i avrinningsområdet, medan små förluster i Forsviksån främst beror på stor procent sjö (21 %). Under 2000-talet finns svaga statistiskt signifikanta trender för minskande fosforförluster i Huskvarnaån, Svedån, och Kärrafjärdens utlopp. I Svedån samt utloppen av Kärrafjärden och Alsen förekommer minskande trender även för kväveförlusterna. I utloppen av Alsen och Kärrafjärden kan de minskande förlusterna kopplas till ökande vattenföring, medan detta inte gäller för Huskvarnaån och Svedån, där istället faktorer som minskat genomslag från punktkällor kan ha bidragit.

INLEDNING

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet utförde ALcontrol AB i samarbete med Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2016 års fysikalisk-kemiska vattenundersökningar vid 17 stationer i tillflöden till Vättern samt vid en station i utloppet vid Motala ström (se figur och text i kapitlet ”Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp”). Utifrån uppgifter om vattenföring och halter av fosfor, kväve

och organiskt material (analyserat som TOC) samt arealuppgifter beräknades ämnestransporter och arealspecifika förluster.

METODIK

Uppgifter om markanvändning inhämtades via SMHI:s VattenWeb ([http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/SVAR-version 2012_2](http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/SVAR-version%202012_2)) för de vattenförekomster som bäst motsvarade respektive provpunkt. Ålebäcken och Malmabäcken finns inte som egna områden, varför inga uppgifter kunde erhållas.

För flertalet tillflöden till Vättern hämtades uppgifter om vattenföring för perioden 1999-2016 som modellberäknade data från SMHI:s VattenWeb ([http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/HYPE-version 4_13_2](http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/HYPE-version%204_13_2)). I en tidigare version fanns värden från och med år 1990 och för åren 1990-1998 användes dessa. För tillflödena användes årsmedelvärden (total stationskorrigerad vattenföring). För Ålebäcken och Malmabäcken saknas uppgifter. I utloppet, Motala ström, finns en vattenföringsstation (nr 1950) med ännu äldre data, varför uppgifter sammanställdes för åren 1960-2016. För denna station användes även månadsmedelvärden. Också i Svedån vid Sved finns en vattenföringsstation (nr 2359), varför dessa data användes istället för modellerade data. För vissa av tillflödena finns även flöden framtagna inom den samordnade recipientkontrollen i ”Norra Vättern” (Alsen och Kärrafjärden) och ”Södra Vättern” (Huskvarnaån, Munksjöns utlopp, Lillån, Hökesån och Knipån). Dessa flöden skiljer sig ibland från SMHI:s data, bland annat därför att kända uppgifter om flödestillskott från till exempel reningsverk lagts till. Dessa tidsserier sträcker sig inte så långt tillbaka som 1990, men fick ändå företräde framför HYPE-data, eftersom de är mer sanna och har använts vid redan publicerade transportberäkningar i recipientkontrollen.

Utifrån dygnsmedelvattenföring för respektive tillflöde (oftast vid mynningen i Vättern) samt utloppet, Motala ström, vilken hämtades från SMHI:s VattenWeb (adress, se ovan), och halter vid respektive provpunkt, beräknades transporter av fosfor, kväve och organiskt material (analyserat som TOC). Vid beräkningen multiplicerades interpolerade halter med aktuell dygnsmedelvattenföring och summerades till en årstransport. På detta sätt erhöles värden för åren 1990-2016 för Mjölån, Forsviksån, Svedån och Motala ström. För Huskvarnaån, Munksjöns utlopp, Lillån, Hökesån och Knipån användes samma transportvärden som framkommit inom den samordnade recipientkontrollen för ”Södra Vättern” (ALcontrol AB och för åren 2015 och 2016 Calluna AB) med varierande startår (1992, 1996 eller 2003). För utloppen av Alsen och Kärrafjärden erhöles transportvärden från den samordnade recipientkontrollen i ”Norra Vättern” (Medins Havs- och Vattenkonsulter AB) med startår 1994, 1995 eller 2000. Samtliga transportvärden från den samordnade recipientkontrollen är beräknade utifrån halter och månadsmedelvattenföring. I Svedån och Forsviksån ligger provpunkterna ett stycke uppströms mynningen i Vättern. Transporterna vid dessa båda provpunkter räknades därför upp med arealkorrigeringsfaktorerna 1,114 respektive 1,080 för att representera mynningen i Vättern.

För ovan nämnda vattendrag med tidsserier för transporter, beräknades den arealspecifika förlusten av fosfor respektive kväve som årstransporten dividerad med avrinningsområdets yta (kg/ha, år), både som ett medelvärde för treårsperioden 2014-2016 och för varje enskilt år i tidsserierna. Arealförlusterna bedömdes i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999). Tidsserierna utvärderades statistiskt med Mann-Kendall-test.

RESULTAT OCH DISKUSSION

MARKANVÄNDNING

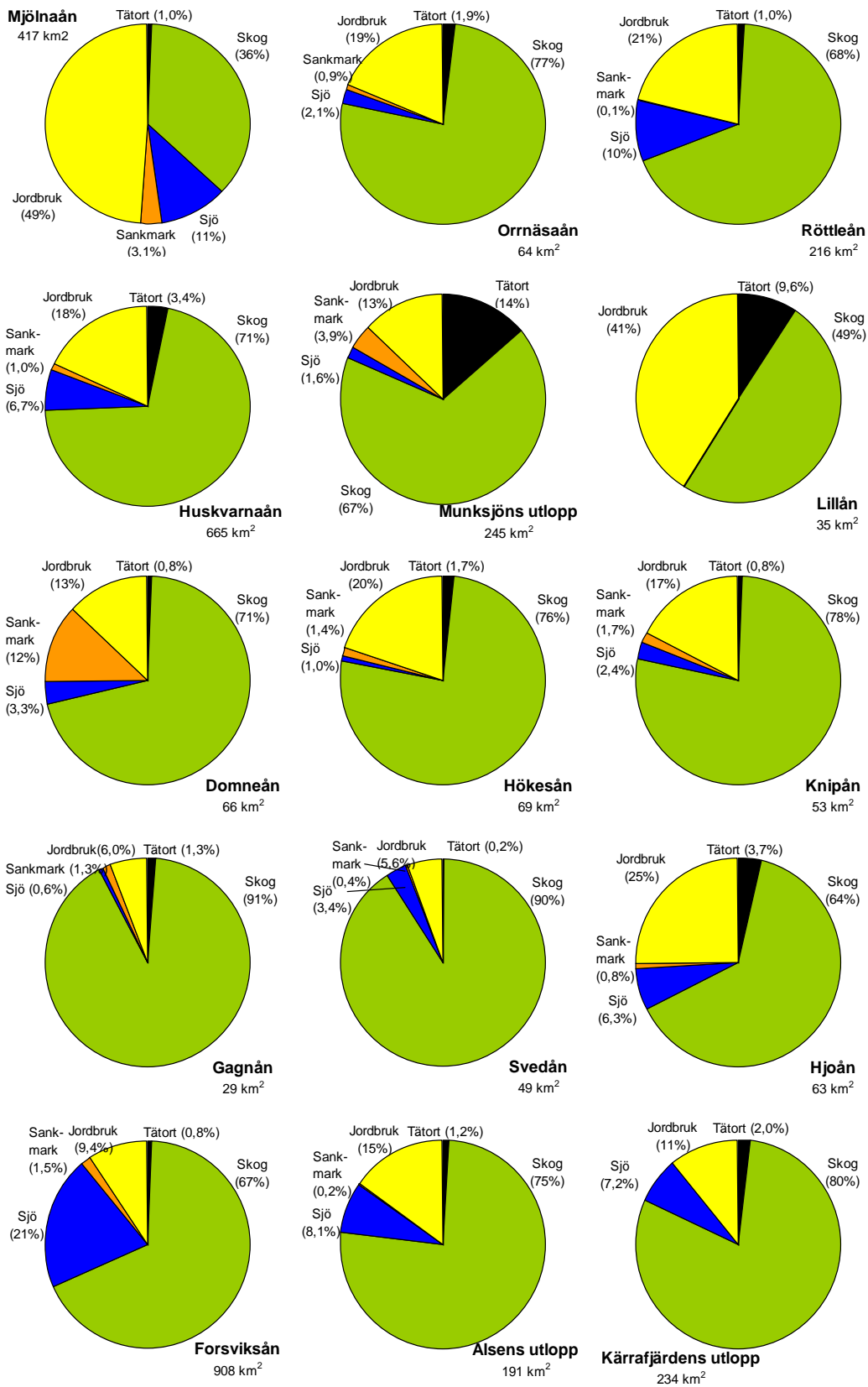
Markanvändningen i avrinningsområdena för 15 av de 17 undersökta tillflödena till Vättern framgår av figur 1. I 14 områden är dominerande markslag skog, som varierar mellan 49 % i Lillån och cirka 90 % i Svedån och Gagnån. I Mjölnaån dominerar jordbruksmarken (49 %). Jordbruksmark utgör en stor andel även i flertalet övriga avrinningsområden. Avrinningsområden med mindre än tio procent jordbruksmark är Gagnån och Svedån (6 %) samt Forsviksån (9 %). Beroende på påverkan av erosion och gödsling är markläckaget av näringsämnen större från jordbruksmark än från skogsmark, varför halterna av fosfor och kväve oftast är förhållandevis högre. Även värdena för turbiditet (grumlighet) och alkalinitet (motståndskraft mot försurning) är oftast högre i vattenområden i jordbruksbygd. Ytterligare en faktor av stor betydelse för vattenkvaliteten är andelen sjöar i avrinningsområdet. Detta eftersom sjöar fungerar som naturliga ”klaringsbassänger”, där partiklar av organiskt material (humus, alger) eller oorganiskt (mineralpartiklar) material kan sedimentera och/eller nedbrytning ske. Sjöprocenten är klart störst i Forsviksåns avrinningsområde

(21 %, figur 1), där sjöarna Unden och Viken utgör en stor del av området. Därefter följer Mjölnaån och Röttleån med 11 respektive 10 % sjö. I Mjölnaåns avrinningsområde ligger sjön Tåkern och i Röttleåns avrinningsområde finns sjöarna Ören och Bunn. Följande åtta avrinningsområden har en sjöprocent mindre än fyra procent: Orrnäsaån, Munksjöns utlopp, Lillån, Domneån, Hökesån, Knipån, Gagnån och Svedån.

Sämst vattenkvalitet kan följdaktligen förväntas i tillflöden med stor andel jordbruksmark och liten andel sjöar, vilket stämmer in på Lillån. Tvärtom kan bäst vattenkvalitet förväntas i tillflöden med liten andel jordbruksmark och stor andel sjöar, vilket stämmer in på Forsviksån (se kapitlet ”Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp”).

Vatten som avrinner från sankmark är mycket humöst. Andelen sankmark är störst i Domneåns avrinningsområde (12 %, figur 1). Domneån hade också mycket riktigt 2016 års högsta medelvärde för färgtal (mätt som absorbans, se kapitlet ”Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp”). Medelhalten organiskt material (mätt som TOC) var bara högre i Orrnäsaån.

Andelen tätort var störst i Munksjöns utlopp (14 %, figur 1). Tätorter kan påverka vattenkvaliteten negativt genom tillförsel av främst näringsämnen och syreförbrukande organiskt material, men även till exempel metaller och olja från industrier och reningsverk samt dagvatten. I Munksjöns utlopp syntes påverkan från främst det kommunala reningsverket i Jönköping som förhöjda halter av ammoniumkväve (se kapitlet ”Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp”).



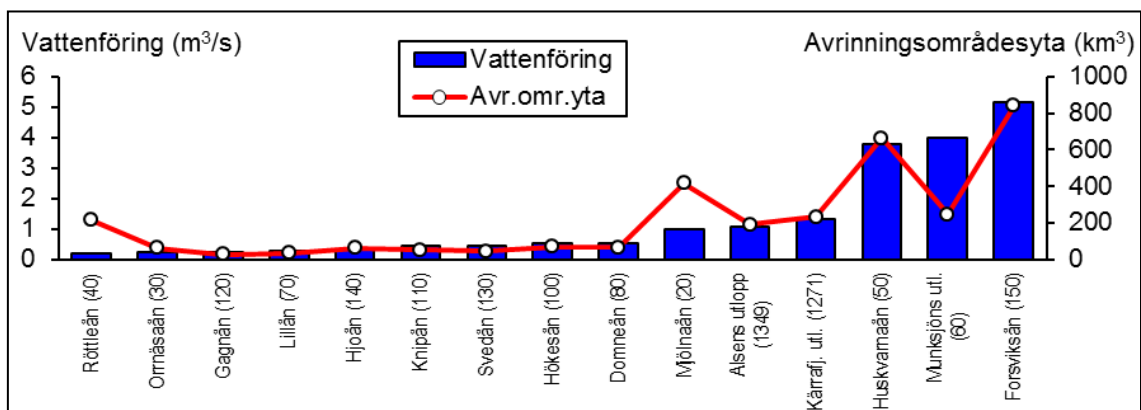
Figur 1. Procentuell fördelning av markslag för 15 av de 17 undersökta tillflödena till Vättern. För Ålebäcken och Mal-mabäcken fanns inga uppgifter att tillgå på SMHI:s VattenWeb (<http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>).

VATTENFÖRING

Vattenföringen har stor betydelse för vattenorganismernas livsmiljö. Vid litet vattenflöde ökar konkurrensen om utrymmet, eftersom arealen vattenyta minskar. Vidare ökar risken för syrebrist. Litet vattenflöde ger dessutom ökad påverkan från eventuella punktkällor som en koncentrationseffekt. Vid större vattenflöden ökar risken för bortspolning av organismerna, medan vattenkvaliteten kan vara bättre. Vattenföringen påverkar transporterna av t.ex. näringsämnen fosfor och kväve samt syreförbrukande organiskt material, eftersom vattenföring multiplicerad med halter ger transporterad mängd av olika ämnen till Vättern.

Vattenföringen i 15 av de undersökta tillflödenas mynning i Vättern varierade mellan 0,20 m³/s (Röttleån) och 5,2 m³/s (Forsviksåån) som årsmedelvärde 2016 (figur 2). Medelavrinnningen ut ur Vättern vid Motala ström var 31 m³/s. I flertalet vattendrag var vattenföringen högst i början (januari, februari, mars och april) och slutet (november och december) av året. Inte så förvånande fanns ett tydligt samband mellan årsmedelvattenföring och respektive tillflödes avrinningsområdesyta (figur 2). I Munksjöns utlopp var flödet större än förväntat i förhållande till avrinningsområdets storlek beroende på pumpning av vatten till Munksjön från Vättern. I Röttleån och Mjölneån var flödet förvånansvärt litet i förhållande till avrinningsområdets storlek, troligen p.g.a. reglering för produktion av elkraft (figur 2).

År 2016 var medelvattenföringen i samtliga 15 tillflöden cirka 15-50 % lägre än medelvärden för perioden 1990-2015. Vattenföringen var särskilt mycket lägre i tillflödena på Vätterns östra och norra sida. Detta gällde Mjölneån, Orrnäsaån, Röttleån och Huskvarnaån samt utloppen av Alsen och Kärrafjärden. Också i Vätterns utlopp vid Motala ström var 2016 års medelvattenföring lägre (23 %) jämfört med medelvärdet för perioden 1990-2015. Orsaken till de låga flödena var ovanligt lite nederbörd. På Visingsö var årsnederbörden 34 % mindre år 2016 jämfört med långtidsmedelvärdet för perioden 1990-2015, vilket var den minsta i hela tidsserien (se kapitlet ”Klimat och vattenstånd”). I flertalet tillflöden förekom den högsta vattenföringen åren 1995, 1998, 2007 och 2012. I de nordligaste tillflödena, utloppen av Alsen och Kärrafjärden, noterades dock den allra högsta vattenföringen år 2000. I Lillån och Knipån uppmättes den högsta vattenföringen år 2011. År med särskilt låga medelvattenföringar var 1996, 2003, 2005, 2009, 2013 och 2016. I flera tillflöden (Mjölneån, Orrnäsaån, Gagnån, Svedån, Hjoån, Forsviksåån samt utloppen av Alsen och Kärrafjärden) förekom ovanligt låga vattenföringar även under perioden 1990-1993. I Röttleån, Orrnäsaån och Huskvarnaån samt utloppen av Alsen och Kärrafjärden var 2016 års medelvattenföring den lägsta i respektive tidsserie.



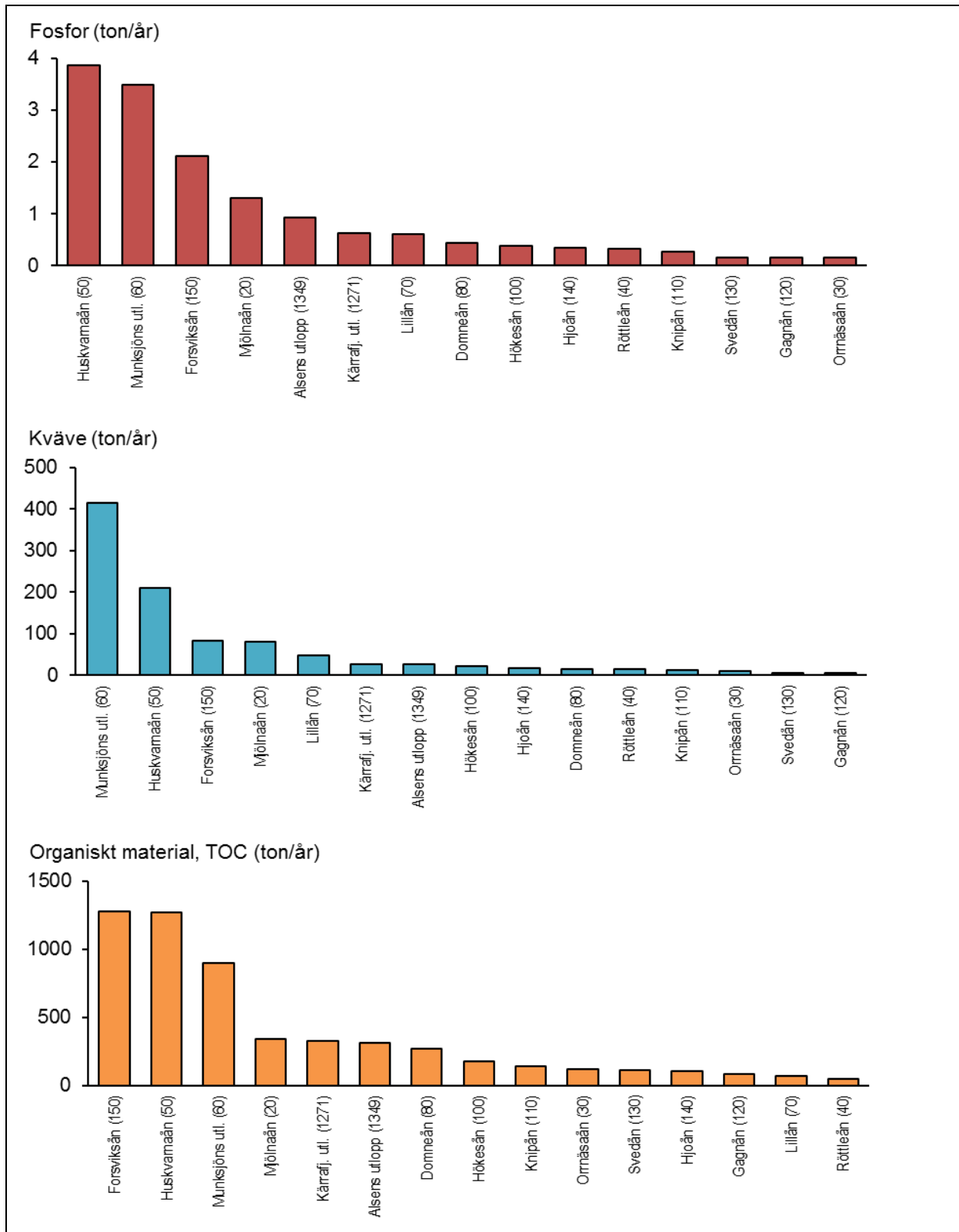
Figur 2. Medelvattenföring år 2016 samt avrinningsområdets yta för 15 av de 17 undersökta tillflödena till Vättern. För Ålebäcken och Malmabäcken fanns inga uppgifter att tillgå på SMHI:s VattenWeb.

ÄMNESTRANSPORT

Ämnestransporterna för år 2016 av näringsämnen fosfor och kväve samt syreförbrukande organiskt material (analyserat som TOC) redovisas i tabell 1 och figur 3. Fosfortransporten var störst i Huskvarnaån (26 %), följd av Munksjöns utlopp (23 %), Forsviksån (14 %) och Mjölnaån (9 %). Tillsammans stod dessa fyra tillflöden för 71 % av den beräknade fosfortransporten till Vättern. Även kvävetransporten dominerades av dessa fyra tillflöden, Munksjöns utlopp (42 %) och Huskvarnaån (21 %) samt Forsviksån och Mjölnaån (vardera 8 %), vilka tillsammans bidrog med 80 % av kvävet till Vättern. Nämnda fyra vattendrag, Forsviksån och Huskvarnaån (vardera 30 %), Munksjöns utlopp (21 %) och Mjölnaån (8 %), bidrog även med 51 % av transporten av organiskt material. Knipån, Svedån, Gagnån och Orrnäsaån var de tillflöden som bidrog med de minsta näringsämnestransporterna, medan Gagnån tillsammans med Lillån (Bankeryd) och Röttleån stod för de minsta transporterna av organiskt material (<2 % vardera).

Tabell 1. Ämnestransporter av fosfor, kväve och organiskt material (analyserat som TOC) år 2016 för 15 av 17 undersökta tillflöden till Vättern samt utloppet Motala ström. Nederst anges transporter till de fyra vattenförekommarna i Vättern. För Ålebäcken och Malmabäcken kunde inga beräkningar göras, eftersom inga uppgifter om vattenföring fanns att tillgå på SMHI:s VattenWeb

Provtagningsplats	Fosfor (ton/år)	Kväve (ton/år)	TOC (ton/år)
<u>Tillflöden</u>			
20. Mjölnaån	1,29	81,0	343
25. Ålebäcken	-	-	-
30. Orrnäsaån	0,143	9,16	119
40. Röttleån	0,327	14,0	48,5
50. Huskvarnaån	3,87	209	1271
60. Munksjöns utlopp	3,48	413	901
70. Lillån	0,601	46,8	66,6
80. Domneån	0,438	15,0	271
90. Malmabäcken	-	-	-
100. Hökesån	0,386	20,3	176
110. Knipån	0,263	13,0	141
120. Gagnån	0,146	3,97	84,7
130. Svedån	0,151	4,52	112
140. Hjoån	0,337	15,9	105
150. Forsviksån	2,11	82,7	1279
1349. Alsens utlopp	0,919	25,7	315
1271. Kärrafjärdens utlopp	0,614	26,7	329
Summa	15,1	981	5562
<u>Utlopp</u>			
10. Motala ström	4,39	649	2093
<u>Vattenförekommster</u>			
Alsen	0,919	25,7	315
Kärrafjärden	0,614	26,7	329
Duvfjärden (Alsen+Kärrafjärden)	1,53	52,4	644
Storvättern	13,6	929	4918

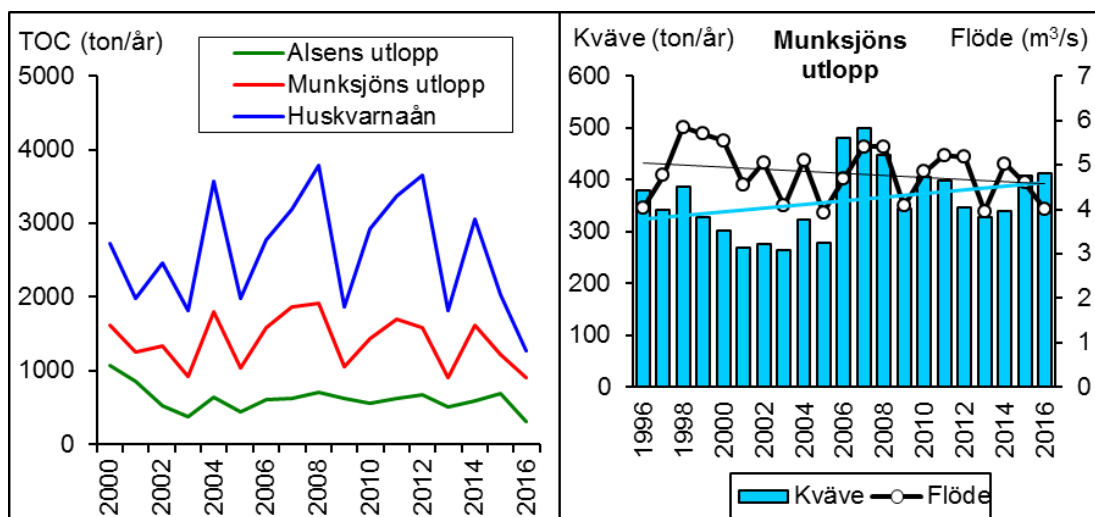


Figur 3. Ämnestransporter av fosfor, kväve och organiskt material (analyserat som TOC) år 2016 för 15 av 17 undersökta tillflöden till Vättern sorterade i storleksordning. För Ålebäcken och Malmabäcken kunde inga beräkningar göras, eftersom inga uppgifter om vattenföring finns att tillgå på SMHI:s VattenWeb.

I ett längre tidsperspektiv har transportererna av både fosfor, kväve och organiskt material (analyserat som TOC) följt vattenföringen väl med större transporter under år med högre medelvattenföring, vilket har sin förklaring i större markläckage vid ökad nederbörd och avrinning. I flera tillflöden noterades således de största transportererna åren 1995, 1998 och 2007. Vid utloppen av Alsen och Kärrafjärden förekom emellertid de största transportererna år 2000 samt i Hökesån, Knipån och Lillån år 2011. Jämfört med långtidsmedelvärden (oftast från början eller mitten av 1990-talet till och med 2015) var 2016 års transporter oftast avsevärt under de normala. För fosfor var skillnaden störst i Mjölnaån, där transporten var 55 % mindre än vanligt och minst i Munksjöns utlopp, där fosfortransporten var 16 % mindre än normalt. För kväve var skillnaden störst i Mjölnaån och Kärrafjärdens utlopp, där kvävetransporten i båda fallen var 51 % mindre än normalt. För organiskt material (analyserat som TOC) var transporten mellan 25 % (Lillån vid Bankeryd) och 59 % (Kärrafjärdens utlopp) mindre än vanligt. De enda transporter som var större än långtidsmedelvärden var kväve i Munksjöns utlopp och Knipån (+16 respektive +4 %). I Svedån och Vätterns utlopp vid Motala ström var 2016 års transporter av fosfor mindre än under hela perioden 1990-2015. I Svedån, Forsviksån och Kärrafjärdens utlopp var 2016 års kvävetransporter de lägsta i respektive tidsserie. Detsamma gällde transportererna av organiskt material i både Huskvarnaån, Munksjöns utlopp och Hökesån samt utloppen av Alsen och Kärrafjärden (se exempel i figur 4, vänster diagram).

I både Huskvarnaån, Lillån, Svedån, Forsviksån och Motala ström minskade fosfortransportererna under 25-årsperioden, medan vattenföringen ökade eller var tämligen stabil, vilket kan tolkas som minskad belastning från punktkällor. I Huskvarnaån och Forsviksån minskade även kvävetransportererna medan flödet var stabilt respektive svagt ökande. I Munksjöns utlopp ökade däremot kvävetransporten samtidigt som vattenföringen minskade svagt (figur 4, höger diagram), vilket antyder ökad påverkan från punktkälla (troligen Jönköpings reningsverk).

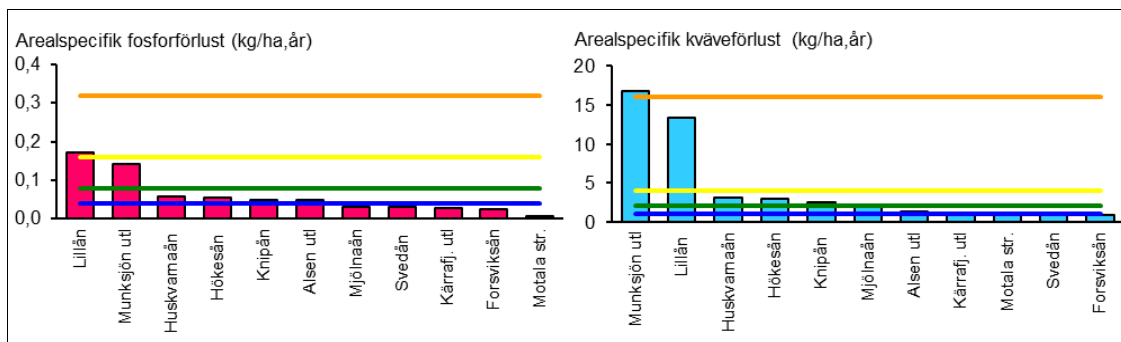
Tidsserier för transporter finns inte framtagna för Ornäsaån, Röttleån, Domneån, Gagnån och Hjoån. För Ålebäcken och Malmabäcken är inte tidsserier för transporter möjliga att göra, eftersom inga flödesuppgifter finns att tillgå på SMHI:s VattenWeb.



Figur 4. Vänster diagram: årstransport av organiskt material (analyserat som TOC) i Huskvarnaån (station 50) samt utloppen av Munksjön (station 60) och Alsen (station 1349) åren 2000-2016. Höger diagram: årstransport av kväve och årsmedelvattenföring i Munksjöns utlopp åren 1996-2016. Linjer avser linjär regression.

AREALSPECIFIK FÖRLUST

För Lillån bedömdes 2016 års arealspecifika förluster (ämnestransporter per avrinningsområdesyta) som höga för både fosfor och kväve (figur 5). Munksjöns utlopp hade måttligt höga fosforförluster, men mycket höga kväveförluster. Både Lillån och Munksjön är kraftigt belastade av näringsämnen (främst kväve) från de kommunala reningsverken i Bankeryd respektive Jönköping. Lillåns avrinningsområde omfattar dessutom en stor andel jordbruksmark (41 %) och saknar sjöar (figur 1) som kan fungera som ”klarningsbassänger”. I Huskvarnaån, Hökesån och Knipån var arealförlusterna av kväve måttligt höga, medan de var låga för fosfor (figur 5). För övriga provplatser klassades de arealspecifika förlusterna av fosfor och kväve som låga eller mycket låga. Mjölnaån samt utloppen av Kärrafjärden och Vättern vid Motala ström hade mycket låga fosforförluster och låga kväveförluster. Stationerna i Svedån och Forsviksån var de enda med mycket låga förluster av både fosfor och kväve (figur 5). I Svedån beror de mycket låga förlusterna på stor andel skogsmark (90 %) och liten andel jordbruksmark (6 %) i avrinningsområdet (figur 1), medan små förluster i Forsviksån främst beror på stor procent sjö (21 %).



Figur 5. Areal-specifika förluster av fosfor respektive kväve år 2016 för 10 av 17 undersökta tillflöden till Vättern samt Vätterns utlopp vid Motala ström. Under blå linje är förlusterna mycket låga, under grön linje låga, under gul linje måttligt höga, under orange linje höga och över orange linje mycket höga. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).

Vid utvärdering av tidsserier för arealspecifika förluster under 2000-talet finns utslutande statistiskt signifikanta trender på enstjärnig nivå ($p < 0,05$). Dessa gäller minskande fosforförluster i Huskvarnaån, Svedån och Kärrafjärdens utlopp. I Svedån och Kärrafjärdens utlopp samt Alsens utlopp förekommer minskande trender även för kväveförluster. I utloppen av Alsen och Kärrafjärden kan de minskande förlusterna kopplas till minskande vattenföring, medan detta inte gäller för Huskvarnaån och Svedån, där istället faktorer som minskat genomslag från punktkällor kan ha bidragit.



Figur 5. Huskvarnaån vid Ylens utlopp (foto: ALcontrol AB)

Nederbördskemiska undersökningar av försurande och övergödande ämnen på Visingsö 2016

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

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet mäter IVL Svenska Miljöinstitutet sedan februari 1993 våtdepositionen av försurande och övergödande ämnen samt våtdepositionen av metaller över öppet fält på Visingsö på månadsbasis. Resultaten vad gäller våtdepositionen av metaller presenteras i en separat rapport.

Under 2016 var nederbördsmängderna i södra Sverige låga. Vid många mätplatser, inklusive Visingsö, var nederbördsmängden 2016 den lägsta som hittills uppmätts vid respektive station. Nederbördsmängderna har under den senaste 20-årsperioden (1997-2016) minskat statistiskt säkerställt vid Visingsö liksom vid fyra övriga här jämförda mätplatser (Blåbärskullen och Södra Averstad i Värmlands län, Fagerhult i Jönköpings län, Hensbacka i Västra Götalands län, Höka i Östergötlands län, Edeby i Södermanlands län, Kvisterhult i Västmanlands län samt Tagel i Kronobergs län).

Svavelnedfallet 2016 på Visingsö var 1,3 kg/ha, vilket är det näst lägsta som uppmätts sedan 1994. Vid samtliga platser i jämförelsen har svavelnedfallet med nederbörden, exklusive havssalt, minskat signifikant under de senaste 20 åren. En tillfällig förhöjning av svavelnedfallet mellan september 2014 och februari 2015 orsakades med stor sannolikhet av ett vulkanutbrott på Island. I anslutning till vulkanutbrottet skedde den största månadsvisa förhöjningen på Visingsö i november 2014, då nedfallet var 2,7 gånger så högt som motsvarande medelvärde för november 2011-2013.

Även den totala syrabelastningen från nederbörden i form av vätejoner (H⁺), var under 2016 mycket låg på Visingsö, det lägsta som hittills uppmätts.

Jämfört med övriga närliggande mätplatser var det totala nedfallet av oorganiskt kväve (nitrat- samt ammoniumkväve) i nederbörden på Visingsö högst under 2016. Det var främst ammoniumnedfallet som var högt, tre gånger så högt som nitratnedfallet. Före 2010 var det årliga ammonium- och nitratnedfallet på samma nivå, men under senare år har ammoniumnedfallet varit ungefär dubbelt så högt som nitratnedfallet. Det har inte skett någon speciell förändring, inga betesdjur eller dylikt finns i området, så orsaken till denna förändring i nedfallsmönster bör utredas vidare.

Under den senaste 20-årsperioden har den totala oorganiska kvävedepositionen i nederbörden inte förändrats statistiskt säkerställt på Visingsö. Vid Visingsö, Hensbacka och Tagel var kvävenedfallet med nederbörden 2016 över den kritiska haltnivån på 5 kg/ha och år, som avser skydd av växtligheten (på Visingsö 7,8 kg/ha). Om man även inkluderar torrdepositionen var det beräknade totala oorganiska kvävenedfallet på Visingsö betydligt högre. Under det hydrologiska året 2015/16 beräknades kvävenedfallet till strax under 12 kg/ha på Visingsö. Den kritiska belastningsgränsen har överskridits flertalet år på Visingsö även om man bara beaktar våtdepositionen från mätningarna från öppet fält. Detta innebär att vegetationen, både på Visingsö och i resten av Jönköpings län, sedan länge är påverkad av ett förhöjt kvävenedfall.

INLEDNING

Sedan februari 1993 mäts våtdepositionen av försurande och övergödande ämnen i nederbörden över öppet fält på Visingsö. Undersökningarna utförs av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Vätternvårdsförbundet. I denna rapport redovisas och analyseras resultaten av mätningarna av försurande ämnen från 1994 till och med kalenderåret 2016 eftersom det första hela kalenderår som det finns mätningar för är 1994.

METODER

Bulkdepositionen av försurande ämnen mäts över öppet fält genom månadsvis insamling och analys av nederbörd året runt. Bulkdepositionen består i huvudsak av våtdeposition, men det finns även ett litet inslag av torrdeposition till insamlaren. Mätningarna startade i februari 1993 i Säby och har sedan dess pågått utan avbrott. Mätningarna flyttades av praktiska skäl i januari 2002 tre km längre söderut till Kumlaby. I mars/april 2005 flyttades mätningarna dock tillbaka till Säby, ca 100 meter från den ursprungliga platsen (koordinater; x, 6439800; y, 1414660). Data mellan januari 2002 och mars/april 2005 (Kumlaby) härrör från en placering som inte är lika vindexponerad som den ursprungliga/nuvarande placeringen. En mindre vindexponerad lokal minskar risken för störningar av provtagningen bland annat i samband med starka vindar.

Nederbörd insamlades fram till och med september 2011 med hjälp av en s.k. MISU-provtagare som finns beskriven i tidigare rapporter, se provutrustningen längst till vänster i bild nedan. Mätutrustningen var identisk med den som har använts inom Krondroppsnätet (Pihl Karlsson m.fl., 2017). Sedan oktober 2011 används en ny utrustning för att samla in nederbörden, se längst till höger i bild nedan. Utrustningen för insamling av nederbörd på öppet fält är utvecklad av IVL och består av ett cirka 1,5 meter högt rör (diameter 20,3 cm) med ett nät (skräpskydd) och plastsäck. Plastsäcken inuti röret sätts fast med hjälp av ett spännband samt en ”krona” som sätts överst. Mellan röret och kronan sitter nätet som skall skydda provtagen nederbörd mot skräp sommartid. Röret står på en platta under mark samt är fixerad med hjälp av tre reglerbara vajrar. Den nya utrustningen används, förutom på Visingsö, även på samtliga mätstationer där nederbörd över öppet fält provtas inom Krondroppsnätet samt inom Luft- och nederbörds-kemiska nätet. Provbyten utförs sedan 2005 av Ingemar Zander som är bosatt på ön. Vid provbyte skickas insamlad nederbörd till IVL för analys av pH, alkalinitet, klorid, svavel samt kvävekomponenter.

Dygnsvisa mätningar avseende nederbördsmängd, administrerade av SMHI, bedrivs vid en plats ca 100 m från ovan beskrivna provtagningsplats för depositions-mätningarna. Dessa mätningar har flyttats på samma vis som depositions-mätningarna. SMHI:s provtagningsutrustning står dock i närheten av ett träd samt relativt nära ett hus, vilket gör att den är mindre vindexponerad än mätutrustningen som används i detta projekt.



Figur 1. Bild från Visingsö 26 augusti 2009. Den tidigare provtagningsutrustningen för försurande ämnen visas längst till vänster och den nya WoF-provtagaren längst till höger i bild.



Figur 2. En karta över mätplatserna som jämförs i denna rapport: Visingsö, Blåbärskullen, Södra Averstad, Höka, Edeby, Fagerhult, Hensbacka, Kvisterhult samt Tagel.

Depositionsmätningarna på Visingsö jämförs i denna rapport med motsvarande mätningar av deposition över öppet fält vid åtta andra platser i södra och mellersta Sverige; Blåbärskullen och Södra Averstad i Värmlands län, Fagerhult i Jönköpings län, Hensbacka i Västra Götalands län, Höka i Östergötlands län, Edeby i Södermanlands län, Kvisterhult i Västmanlands län samt Tagel i Kronobergs län. Samtliga dessa mätningar bedrivs inom Krondroppsnetet (www.krondroppsnetet.ivl.se) och mätplatsernas läge visas i Figur 2.

JÄMFÖRELSE MELLAN 2016 OCH TIDIGARE ÅRS MÄTNINGAR VID OMKRINGLIGGANDE PLATSER

Deposition av försurande ämnen på Visingsö för varje kalenderår under perioden 1994-2016 visas i Figur 3, tillsammans med motsvarande värden för åtta platser där nedfallsmätningar bedrivits över öppet fält inom Krondroppsnetet, se vidare kapitel 2. Fem platser finns i Götaland; Visingsö, Fagerhult, Hensbacka, Höka och Tagel, samt fyra platser i Svealand; Södra Averstad, Blåbärskullen, Edeby och Kvisterhult, Figur 2. En statistisk trendanalys har genomförts med Mann-Kendall metodik för de senaste 20 åren, från 1997, det första år då mätningar vid samtliga mätplatser startat. Vid fyra av de nio mätplatserna har olika långa mätuppehåll skett men Mann-Kendall-analysen fungerar även om mätuppehåll finns. Mätningarna vid Södra Averstad i Värmland har haft längst mätuppehåll, 11 års mätningar saknas mellan 1997-2016, medan Höka (Östergötland), Tagel (Kronoberg) och Kvisterhult (Västmanland) saknar vardera 8, 3 respektive 2 års mätningar under perioden. Vid alla övriga mätplatser finns 20 års kompletta mätserier.

Under 2016 var nederbörds mängderna i södra Sverige mycket låga, vid många mätplatser det lägsta som uppmätts vid respektive station. Under hela året 2016 regnade totalt 316 mm på Visingsö, vilket är det näst lägsta som uppmätts. Figur 3 visar att nederbörds mängderna ofta är låga på Visingsö i förhållande till andra jämförda platser, något som även gällde under 2016. Nederbörds mängderna har under den senaste 20-årsperioden (1997-2016) minskat statistiskt säkerställt vid fem (Edeby, Fagerhult, Höka, Tagel och Visingsö) av de nio mätplatserna.

Vid samtliga platser i jämförelsen har svavelnedfallet med nederbörden, exklusive havssalt, minskat signifikant under de senaste 20 åren. Efter 2014 års förhöjning av svavelnedfallet, som med stor sannolikhet orsakades av vulkanutbrottet på Island under hösten 2014 (Hellsten m. fl., 2017), var svavelnedfallet 2016 istället det lägsta som hittills uppmätts vid samtliga här presenterade mätplatser, förutom vid Visingsö. Svavelnedfallet vid Visingsö 2016 var även det lågt, 1,3 kg/ha, vilket är

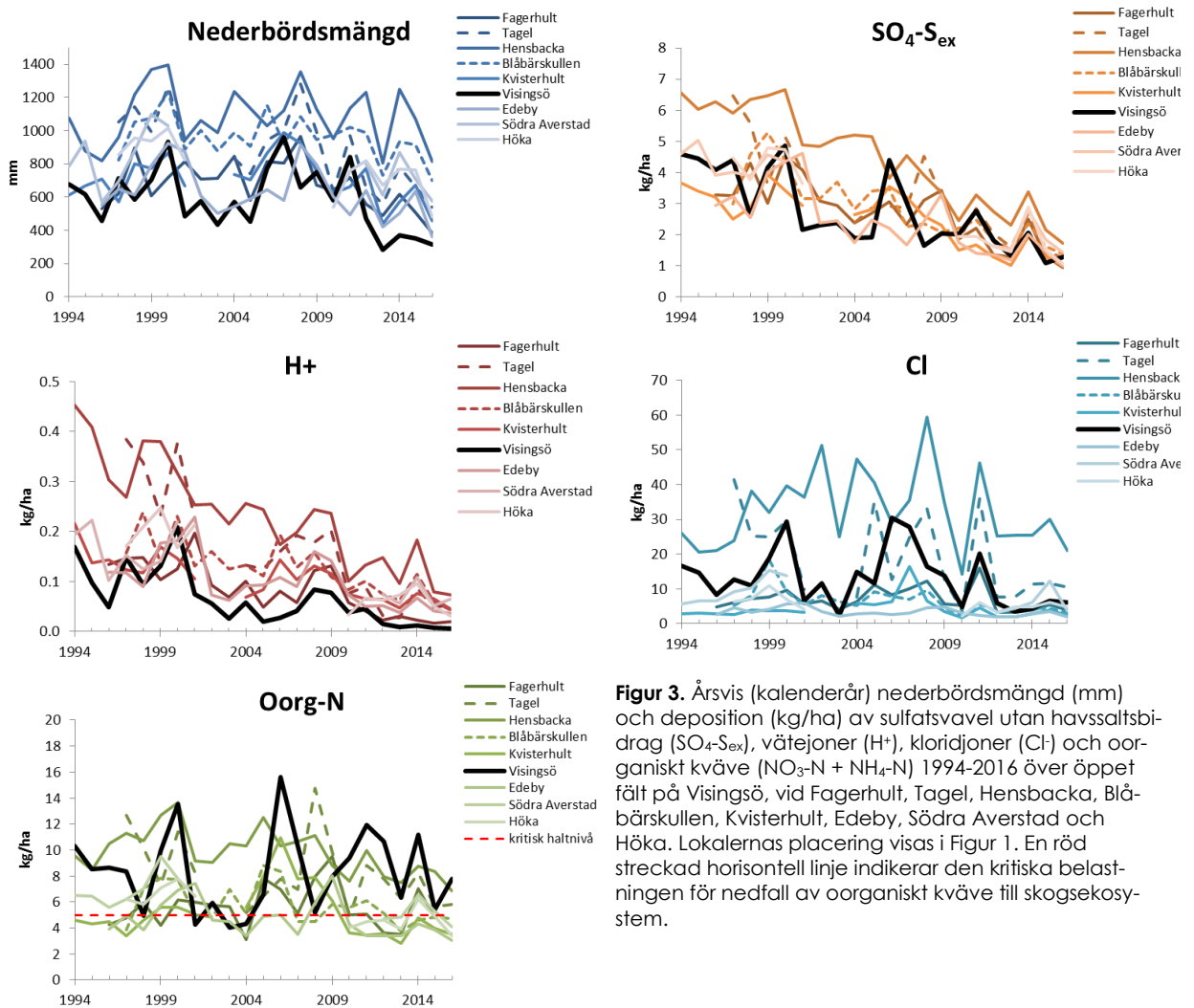
det näst lägsta som uppmätts sedan mätningarna startade 1994. Bara under 2015 har svavelnedfallet varit lägre, 0,2 kg/ha. Generellt avtar svavelnedfallet i en gradient från sydvästra Sverige mot nordost, något som även syns i Figur 3 genom att högst svavelnedfall oftast uppmätts vid Hensbacka, vid den svenska västkusten, och lägst nedfall vid Kvisterhult, som ligger mer åt nordost. Enda undantaget är Visingsö som under många år uppmätt lägst svavelnedfall, något som kan bero på dess läge mitt i Vättern. Värt att notera är att svaveldepositionen 2006 var högst på Visingsö, vilket möjligen kan förklaras med långväga transport av luftföroreningar från ryska skogsbränder (Karls-son m.fl., 2013). När det gäller svavelnedfallet till skog, i den region där Visingsö ligger, har man beräknat att torrdepositionen står för mellan 10 och 20 % av det totala svavelnedfallet (Karls-son m. fl., 2011).

Den totala syrabelastningen från nederbörden i form av vätejoner (H⁺), var under 2016 mycket låg på mätstationerna, för många, inklusive Visingsö, det lägsta som hittills uppmätts. Syrabelastningen har sedan 1997 minskat statistiskt säkerställt vid samtliga mätplatser i jämförelsen. Syrabelastningen på Visingsö har ofta varit lägst jämfört med övriga här jämförda platser. (Figur 3).

Visingsö har vissa år haft ett relativt högt påslag av havssalt, vilket indikeras i kloriddepositionen. Kloriddepositionen för samtliga lokaler var relativt låg under 2016. I Figur 3 syns att kloriddepositionen under 2016 var klart högst vid Hensbacka följt av Tagel. Kloriddepositionen under 2016 var lägst vid Edeby, och Kvisterhult. Vanligtvis har kloridnedfallet varit högst vid Hensbacka vilket beror på dess kustnära läge. Saltpåslag verkar på lång sikt gynnsamt för att motverka försurning. Episoder med mycket höga saltpåslag kan dock medföra att försurningen av markvattnet tillfälligt ökar under en kort tid. Under de senaste 20 åren har kloridnedfallet minskat statistiskt säkerställt endast vid Edeby och Blåbärskulen.

Jämfört med övriga mätplatser var det totala nedfallet av oorganiskt kväve (nitrat- samt ammoniumkväve) i nederbörden under 2016 högst på Visingsö, Figur 3. Det var främst ammoniumnedfallet som var högt. Sedan 1997 har den totala oorganiska kvävedepositionen i nederbörden vid Hensbacka och Edeby minskat statistiskt säkerställt. Inga andra här jämförda platser uppvisar statistiska förändringar av den totala oorganiska kvävedepositionen i nederbörden under den senaste 20-årsperioden. Under 2016 var det oorganiska kvävedepositionen lågt vid flertalet mätplatser. Endast vid Visingsö, Hensbacka och Tagel var våtdepositionen av kväve 2016 över den kritiska haltnivån på 5 kg/ha och år, som avser skydd av växtligheten. Vid Visingsö var kvävedepositionen med nederbörden 7,8 kg/ha under 2016, vilket innebär att kvävedepositionen påverkar den biologiska mångfalden hos växtligheten på ön. Kvävedepositionen har under lång tid varit högt på Visingsö vilket medför att florans sannolikt redan är påverkad sedan tidigare.

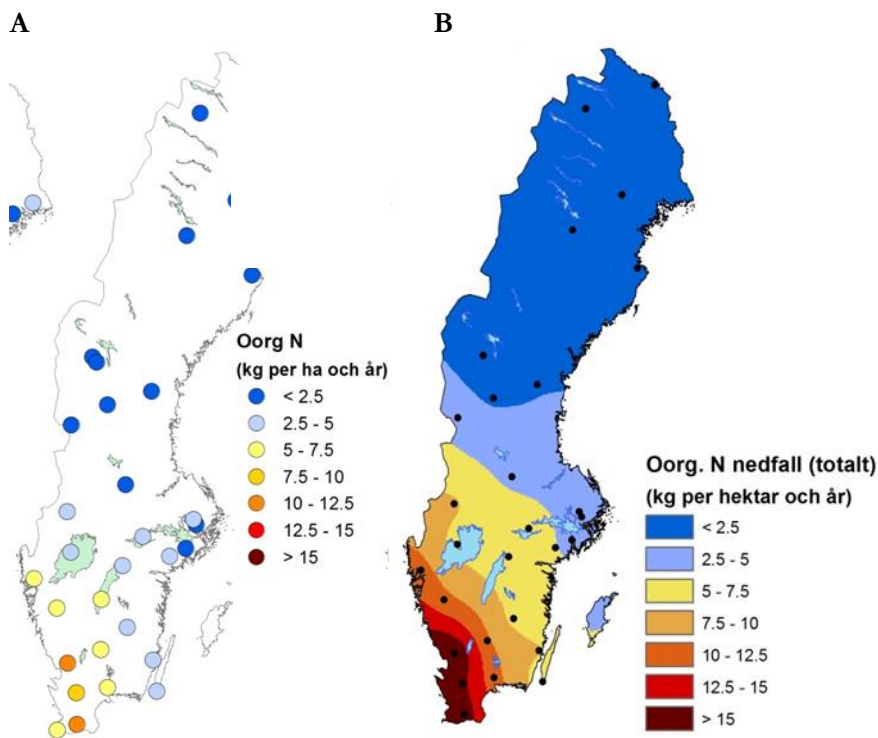
Uppdelat på nitrat och ammonium har nitratnedfallet minskat statistiskt säkerställt vid Blåbärskulen, Edeby, Fagerhult, Höka, Tagel och Hensbacka medan ammoniumnedfallet endast minskat vid Hensbacka (data visas ej). Depositionen av nitrat med nederbörden var under 2016 den tredje lägsta som uppmätts på Visingsö, 1,9 kg/ha, vilket är betydligt lägre än genomsnittet på 3,7 kg/ha och år sedan mätstarten 1994. Depositionen av ammoniumkväve med nederbörden var betydligt högre, 5,9 kg/ha, under 2016 på Visingsö, vilket är högre än genomsnittet på 4,6 kg/ha och år sedan mätstarten 1994. Sammantaget var den oorganiska kvävedepositionen, exklusive torrdepositionen, under 2016 cirka 7,8 kg/ha. Dock är inte torrdepositionen av kväve med i dessa mätningar något som adderar en relativt stor mängd kväve vid beräkningen av det totala kvävedepositionen, se Kapitel 2. Depositionen av organiskt kväve var under 2016 relativt högt, ca 3,8 kg/ha, vilket är mer än dubbelt så högt som de föregående två åren.



Figur 3. Årsvis (kalenderår) nederbördsmängd (mm) och deposition (kg/ha) av sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S_{ex}), vätejoner (H⁺), kloridjoner (Cl⁻) och oorganiskt kväve (NO₃-N + NH₄-N) 1994-2016 över öppet fält på Visingsö, vid Fagerhult, Tagel, Hensbacka, Blåbärskullen, Kvisterhult, Edeby, Södra Averstad och Höka. Lokalernas placering visas i Figur 1. En röd streckad horisontell linje indikerar den kritiska belastningen för nedfall av oorganiskt kväve till skogsekosystem.

Nedfallet av oorganiskt kväve med nederbörden på öppet fält för det hydrologiska året 2015/16 visas för landet som helhet i Figur 4A med karta från Krondroppsnetet (Pihl Karlsson m.fl., 2017). Gradienten från sydväst mot nordost framträder tydligt. Som högst i landet uppmättes ett oorganiskt kvävenedfall över öppet fält under 2015/16 på 11 kg per hektar och år vid Timrilt i Halland.

Vad gäller kvävenedfallet till skog bidrar förutom våtdepositionen med nederbörden även den s.k. torrdepositionen, d.v.s. avsättningen av gaser och partiklar till alla ytor t.ex. trädens blad och barr. Torrdeposition mäts i dagsläget inte på Visingsö. I mätningarna av oorganiska kvävenedfallet, Figur 2 samt i kartan 4A, är därför inte torrdepositionen medräknad. Torrdeposition kan dock beräknas med hjälp av en kombination av mätningar med strängprovtagare, öppet fält- och krondroppsmätningar. Om man inkluderar torrdepositionen beräknades det totala oorganiska kvävenedfallet på Visingsö under det hydrologiska året 2015/16 till strax under 12 kg/ha, vilket är betydligt högre än de 6,6 kg/ha som uppmättes i nederbörden för samma period (under kalenderåret 2016 var nedfallet 7,8 kg/ha i nederbörden). Den totala depositionen av oorganiskt kväve (torr- samt våtdeposition) visas för hela landet i kartan från Krondroppsnetet, Figur 4B.



Figur 4 A. Uppmätt nedfall av oorganiskt kväve (oorgN) med nederbörden till öppet fält (våtdeposition) vid olika mätstationer inom Krondroppsnetet under det hydrologiska året 2015/16. **B.** Beräknat totalt nedfall av oorganiskt kväve till granskog för det hydrologiska året 2015/16. För beskrivning av metodik, se faktaruta i Pihl Karlsson m.fl., 2017.

MÅNADSVISA MÄTRESULTAT VID VISINGSÖ 2016

Deposition av försurande ämnen med nederbörden på månadsbasis under 2016 på Visingsö visas i Figur 5 och 6. Värdena för depositionen, som redovisas i Figur 5 och 6, beräknas utifrån såväl koncentrationer av olika ämnen i det insamlade provet som den nederbördsmängd som uppmätts.

En hög deposition beror i många fall på en hög nederbördsmängd. Hög nederbördsmängd innebär dock inte alltid hög deposition. Storleken på den s.k. våtdepositionen beror på en kombination av nederbördsmängd 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) generellt har ett större inslag av påverkan från lokala emissioner, även om långdistanstransporterat ammoniumkväve även förekommer. Klorid visar inslag av havssalt i den passerande luftmassan.

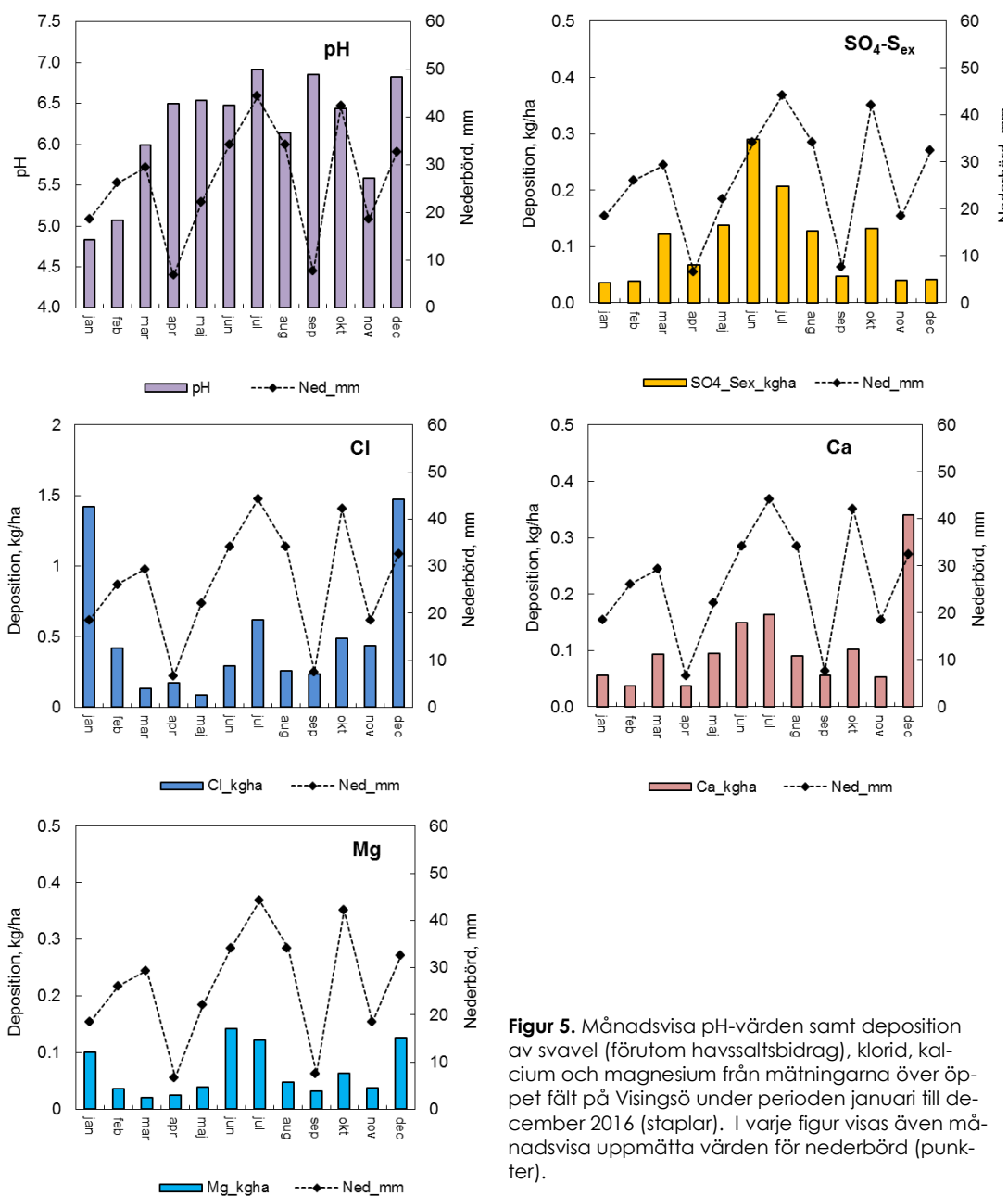
Mest nederbörd kom under 2016 i juli följt av oktober, juni och augusti. Minst nederbörd kom i april och september. Under 2016 var pH i nederbörden på Visingsö lägst i januari - februari och högst i juli, september och december.

Svaveldepositionen 2016 var högst under juni följt av juli. Under hösten 2014 uppmättes ett mycket högt nedfall av svavel, vilket med stor sannolikhet har ett samband med vulkanutbrottet vid Holuhraun på Island som varade mellan 31 augusti 2014 – 27 februari 2015. Det största utsläppet från vulkanen inträffade under perioden september – november 2014. Om man jämför det summerade svavelnedfallet under september – november 2014 med motsvarande summerade medelvärde för de tre tidigare åren 2011-2013 var nedfallet dubbelt så högt 2014 jämfört med de

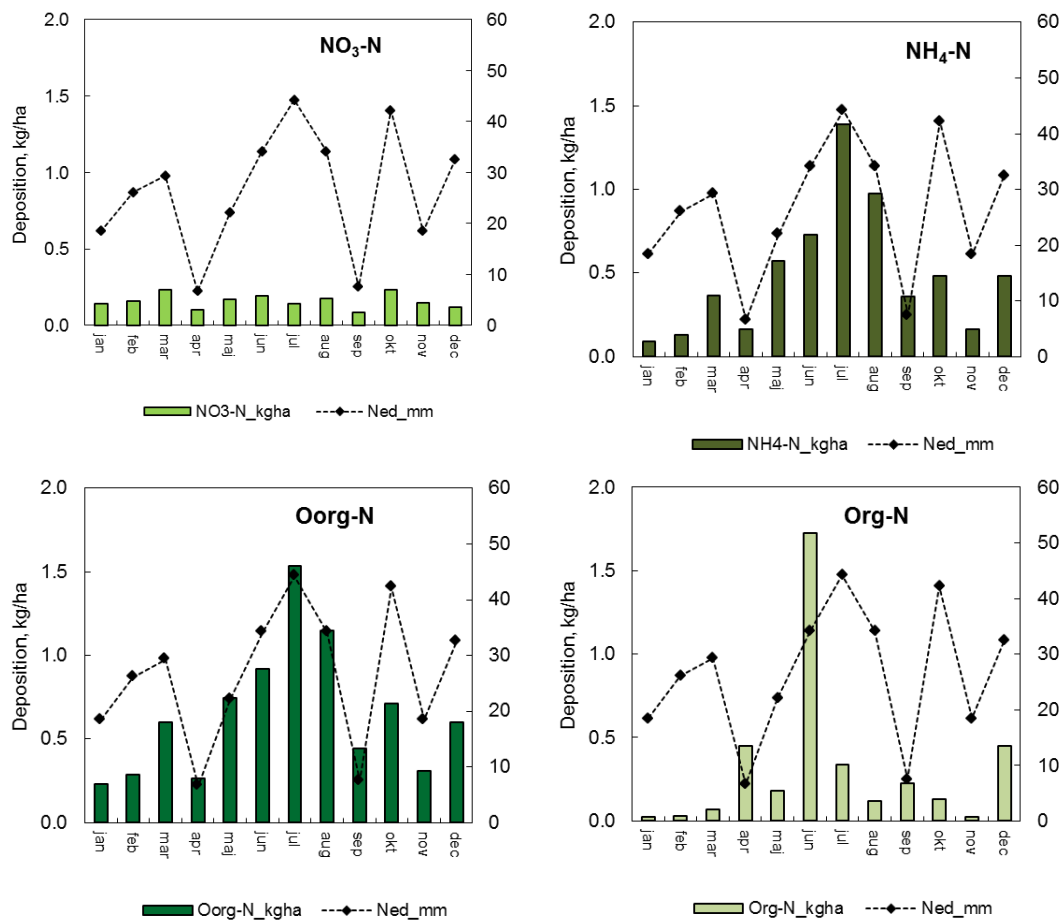
tre tidigare åren (Hellsten m.fl., 2017). Den största månadsvisa förhöjningen orsakad av vulkanutbrottet skedde vid Visingsö i november 2014 då nedfallet var 2,7 gånger så högt som motsvarande medelvärde för november 2011-2013.

Kloriddepositionen på Visingsö var under 2016 liksom 2015 relativt låg, 6 kg/ha, vilket tyder på en låg frekvens av hårda vindar och stormar. Högst kloridnedfall uppmättes i januari och december 2016 på Visingsö.

Depositionen av baskatjonerna kalcium och magnesium visas i Figur 5. Kalciumdepositionen på Visingsö var under 2016 klart högst under december följt av juni - juli och lägst i februari och april, medan magnesiumdepositionen var högst i juni, juli, januari och december och relativt lågt övriga månader 2016, Figur 5.



Figur 5. Månadsvisa pH-värden samt deposition av svavel (förutom havssaltsbidrag), klorid, kalcium och magnesium från mätningarna över öppet fält på Visingsö under perioden januari till december 2016 (staplar). I varje figur visas även månadsvisa uppmätta värden för nederbörd (punkter).



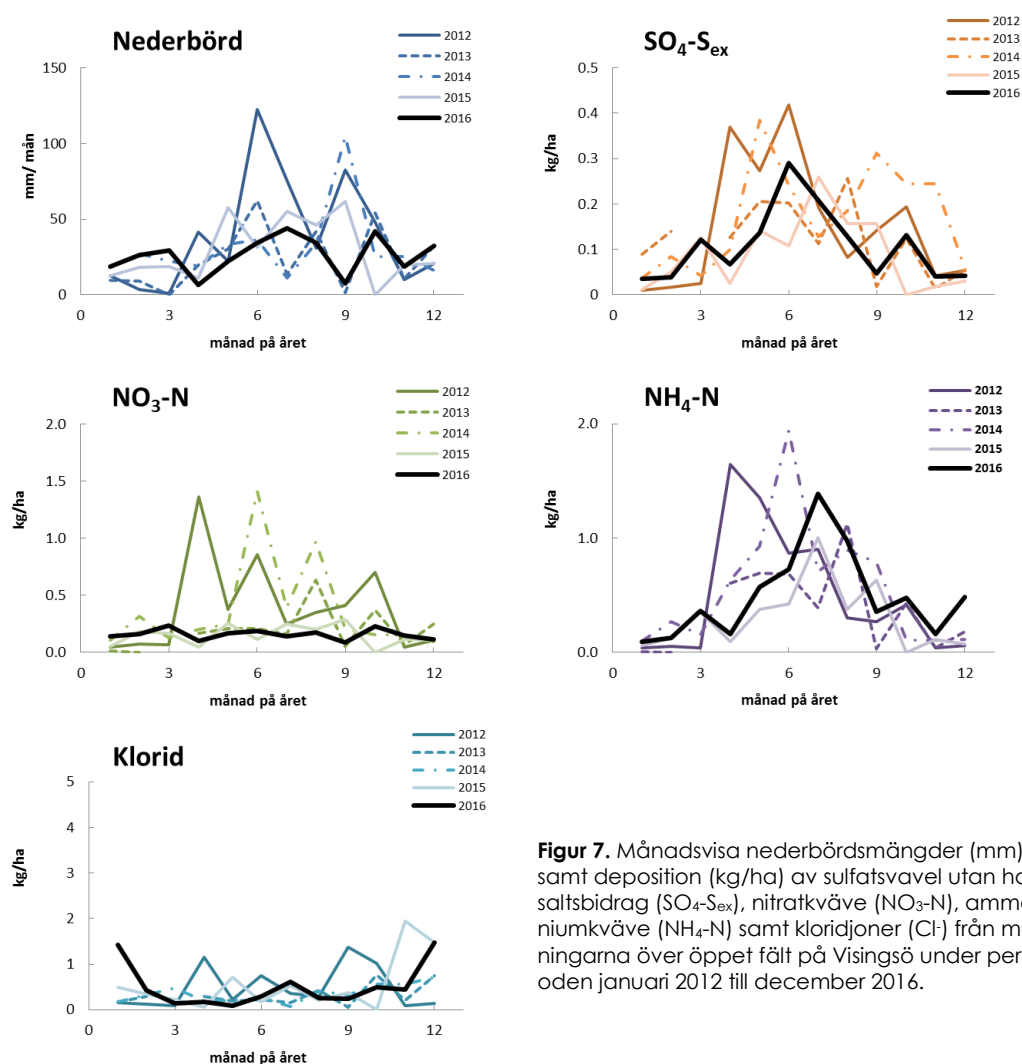
Figur 6. Månadsvis deposition av nitrat-, ammonium-, organiskt och organiskt kväve från mätningarna över öppet fält på Visingsö under perioden januari till december 2016 (staplar). I varje figur visas även månadsvisa uppmätta värden för nederbörd (punkter).

Den månadsvisa kvävedepositionen med nederbörden på Visingsö visas i Figur 6. Nitratdepositionen var relativt lika under årets månader, men något högre nedfall inträffade under mars och oktober, medan de lägsta nitratnedfallen inträffade under april och september 2016. Ammoniumdepositionen var högst under sommaren från maj – augusti med allra högst ammoniumnedfall under juli månad. Det var även under juli som de månadsvisa nederbördsmängden var som allra högst. När det gäller det organiska kvävedepositionen var nedfallet allra högst under juni månad.

MÅNADSVIS JÄMFÖRELSE AV MÄTRESULTAT VID VISINGSÖ MED TIDIGARE ÅRS MÄTNINGAR

I Figur 6 visas de fem senaste årens månadsvisa mätningar på Visingsö. I figuren framgår att nederbördsmängden under flertalet månader 2016 var låg jämfört med tidigare år. När det gäller flertalet övriga parametrar så var depositionen generellt lägre under 2016 jämfört med tidigare år för de flesta månaderna.

Sulfatdepositionen var generellt låg under 2016. Högst svavelnedfall uppmättes under sommarmånaderna, speciellt under juni månad, med högst nedfall i juni. Nitratdepositionen var mycket låg under hela 2016, betydligt lägre än tidigare år. Jämfört med nitratnedfallet var ammoniumnedfallet betydligt högre 2016, med högst nedfall under perioden maj-augusti med högst nedfall i juni. Före



Figur 7. Månadsvisa nederbördsmängder (mm) samt deposition (kg/ha) av sulfatsvavel utan havs-saltsbidrag (SO₄-S_{ex}), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl-) från mätningarna över öppet fält på Visingsö under perioden januari 2012 till december 2016.

2010 var det årliga ammonium- och nitratnedfallet på ungefär samma nivå. Efter 2010 har ammoniumnedfallet varit ungefär dubbelt så högt som nitratnedfallet och under 2016 var ammoniumnedfallet tre gånger så högt som nitratnedfallet. Det har inte skett någon speciell förändring, inga betesdjur eller dylikt finns i området, enligt provtagaren, så orsaken till denna förändring i nedfallsmonster får utredas vidare. En antydning till liknande mönster syns vid fler mätstationer i intilliggande län, men nivåskillnaden är inte lika stor. I figuren framgår att även att kloriddepositionen 2016 generellt var relativt låg, jämfört med tidigare år. De högsta kloridnedfallen brukar inträffa under vintermånaderna och de lägsta under sommarmånaderna, något som syns tydligt i Figur 7.

REFERENSER

- Hellsten, S., Gustafsson, M., Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Karlsson, P.E. and Akselsson, C. 2017: Påverkan på nedfallet och luftkvaliten i Sverige av SO₂-emissioner från vulkanutbrottet på Island, 2014-2015. IVL Rapport C 234.
- Karlsson, P.E., Ferm, M., Hultberg, H., Hellsten, S., Akselsson, C. & Pihl Karlsson, G. 2011. Totaldeposition av kväve till skog. IVL Rapport B1952.

Karlsson, P.E., Martin Ferm, Hans Tømmervik, Lars R. Hole, Gunilla Pihl Karlsson, Tuija Ruoho-Airola, Wenche Aas, Sofie Hellsten, Cecilia Akselsson, Teis Nørgaard Mikkelsen, and Bengt Nihlgård. 2013. Biomass burning in eastern Europe during spring 2006 caused high deposition of ammonium in northern Fennoscandia. *Environmental Pollution*, 176, 71–79.

Pihl Karlsson, G., Akselsson, C., Hellsten, S. & Karlsson, P.E., (2017), Krondroppsnetet i södra Sverige - övervakning av luftföroreningar och dess effekter i skogsmiljön. Resultat t.o.m. september 2016, IVL Rapport C 236.

Nederbördskemisk undersökning av tungmetaller på Visingsö

Ingvar Wängberg och Gunilla Pihl Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet AB

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet mäter IVL Svenska Miljöinstitutet AB, sedan mars 1993, nederbördens innehåll av tungmetaller på Visingsö. Generellt visar mätningarna att nickel- och zinkhalterna i nederbörd är högre på Visingsö än vid andra jämförbara svenska mätstationer. För nickel gäller det under perioden 1994 - 2016 och för zink mellan 2005 - 2016. Under den senaste 5-årsperioden var även krom- och kopparhalterna högre på Visingsö än på de andra stationerna. En trendanalys av zink i nederbörd på Visingsö tyder på att nedfallet av zink ökat med i genomsnitt 5 % per år under perioden 1994 till 2016, medan nedfallet av bly minskat under samma period med i genomsnitt 2 % per år. Under 2012 erhöles förhöjt nedfall av krom, koppar, nickel och zink. Därefter minskade nedfallet som en effekt av lägre halter av dessa metaller i nederbörden. Dock erhöles höga depositioner av koppar och zink även under 2015. Även arsenik- och kadmiumnedfallet var förhöjt under 2015.

Halten av tungmetaller i nederbörd är dock generellt relativt låg i Sverige jämfört med i andra europeiska länder. Mycket tyder på att depositionen av nickel och zink, men även övriga metaller, på Visingsö till övervägande del är en effekt av långväga transport, d.v.s. import från andra länder, främst söder och sydost om Sverige. Den relativt kraftiga årsvisa variationen av tungmetalldepositionen på Visingsö beror förmodligen på meteorologiska omständigheter, med en stor variation i import av förorenade luftmassor. Att depositionen på Visingsö till stor del är kopplad till detta styrks av iakttagelsen att depositionen av metallerna samvarierar med deposition av antropogent svavel. Dock kan den höga depositionen av framförallt zink eventuellt även bero på emissioner från lokala källor. På Visingsö finns mineraler innehållande bly-, kobolt-, koppar-, nickel- och zinksulfider. Möjligen kan utsläpp från industriell verksamhet norr om Vättern till viss del bidra till metalldepositionen på Visingsö. Belägg för lokal påverkan saknas i nuläget, men detta bör utredas vidare.

INLEDNING

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet mäter IVL Svenska Miljöinstitutet AB, sedan mars 1993, nederbördens innehåll av tungmetaller på Visingsö i Säby. Av praktiska skäl flyttades mätplatsen 3 km söderut till Kumlaby i januari 2002. Under mars/april 2005 flyttades mätningarna tillbaka till Säby, ca 100 meter från den ursprungliga platsen (koordinater: x, 6439800; y, 1414660). Data mellan januari 2002 och mars/april 2005 kommer därför från en placering som är mindre vindexponerad än den vid Säby. Mindre vindexponerade lokaler är gynnsamma ur provtagningsynpunkt eftersom nederbördsmängden kan underskattas vid stark vind.

METODER

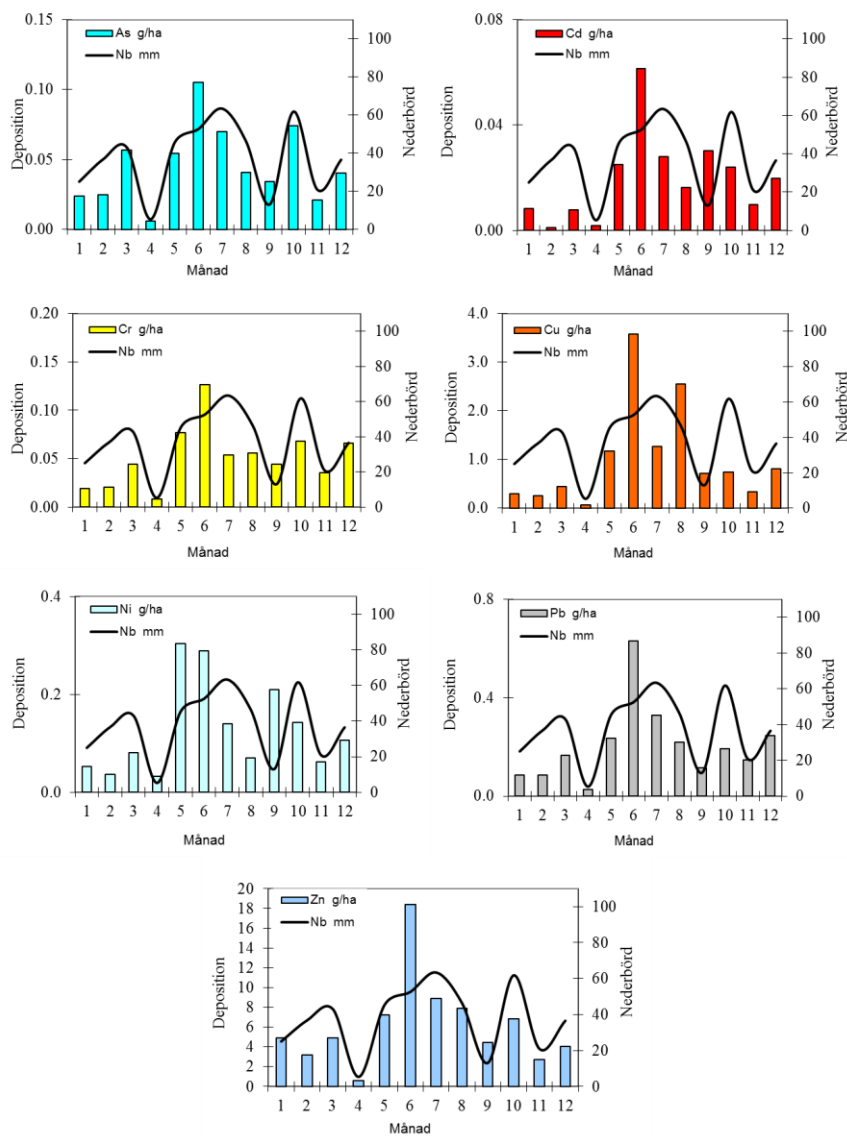
Provtagningen på Visingsö sker på månadsbasis. Från början användes två olika provtagare under sommar- respektive vinterperioden. Sommarprovtagaren utgjordes av en tratt och en 2-liters dunk, medan en öppen 2-liters hink användes under vintern. Främst vintertid förekom tidigare problem med indunstning av nederbörd i provtagaren, vilket kunde resultera i underskattade volymer och därigenom en överskattning av metallkoncentrationerna. Detta bör dock inte ha påverkat den beräknade depositionen. Sedan december 2001 används en s.k. Büchnertratt av polypropenplast och

en 2-liters dunk för insamling av nederbörd såväl sommar som vinter. Med den här insamlingsmetoden minskas avdunstningen. Tratten har höga kanter och är därför lämpad för insamling av både regn och snö.

De årsmedelkoncentrationer av metaller i nederbörd som presenteras nedan är viktade med avseende på nederbörd enligt,

$$C_{\text{medel}} = \Sigma (D_{\text{prov}} \times C_{\text{prov}}) / \Sigma (D_{\text{prov}}),$$

där D_{prov} och C_{prov} är nederbörden (mm) respektive koncentrationen av varje månadsprov. Provbyten utfördes av Ingemar Zander som är bosatt på Visingsö. Vid provbyte byts hela insamlaren ut och skickas till IVL i Göteborg för syralakning och analys. Efter två veckors syralakning av respektive prov analyseras de med avseende på tungmetaller med ICP-MS.

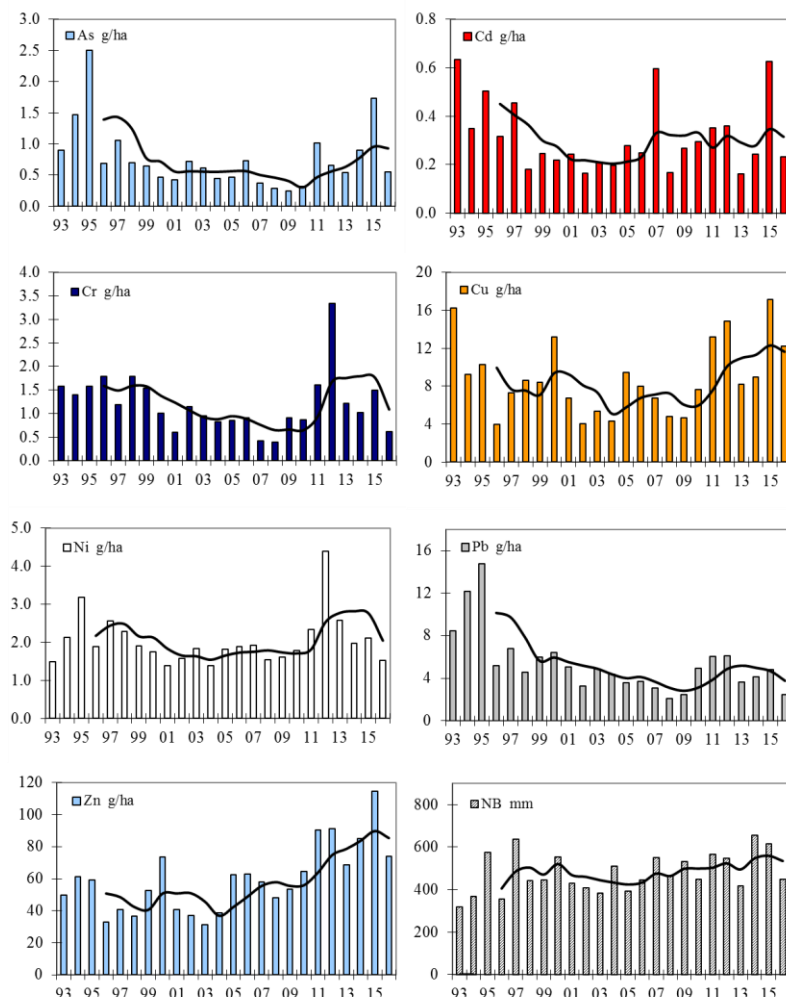


Figur 1. Månadsvisa metalldepositioner och nederbördsmängder på Visingsö under 2016.

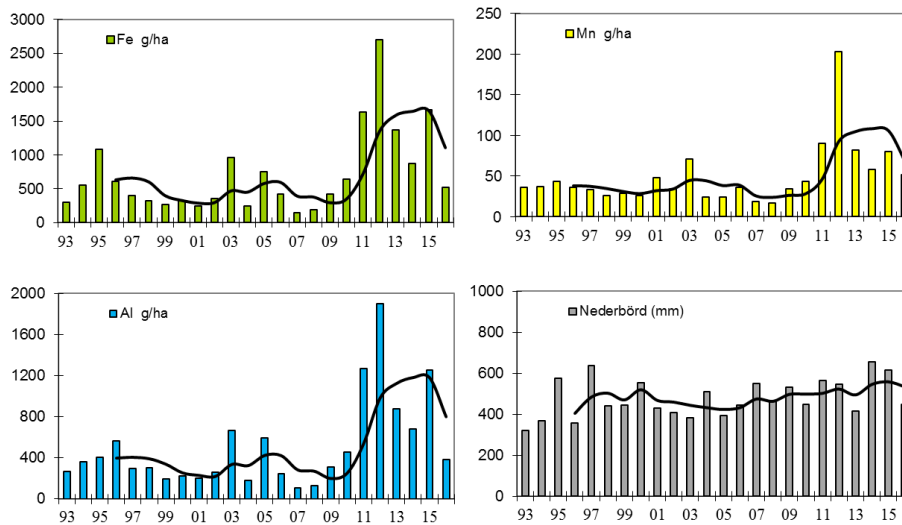
RESULTAT 2016 OCH JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE MÄTNINGAR

Figur 1 visar deposition av tungmetaller och nederbörds mängder på Visingsö under 2016 i form av månadsmedelvärden. Metalldepositionen varierar ofta med nederbörds mängden men beror också på varifrån luftmassorna kommer, det vill säga hur förorenad luften är. I Figuren ser man att det högsta metallnedfallet skedde under juni månad, undantaget depositionen av nickel som även var något högre under maj.

I Figur 2 visas årsmedeldepositioner på Visingsö under perioden 1993 - 2016. Variationen i deposition mellan enskilda år är ofta stor, varför det i allmänhet inte går att dra någon slutsats angående trender utifrån data från korta tidsperioder. Därför har 4-års glidande medelvärden räknats fram, vilka visas i figuren som heldragen svart linje. Figur 2 visar att depositionen av arsenik, kadmium, koppar och zink var förhållandevis höga under 2015. Under 2016 var dock metalldepositionen tillbaka på en lägre och för krom, nickel och bly en betydligt lägre nivå i förhållande till den senaste 5-årsperioden. Som tidigare nämnts, mellanårsvariationen i metallnedfallet är ofta stor och med undantag från zink och bly kan inte några tydliga trender skönjas.



Figur 2. Årsdepositionen av metallerna arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), nickel (Ni), bly (Pb), zink (Zn) och nederbörds mängd (NB) på Visingsö från 1993 till 2016. Svart heldragen linje visar glidande 4-årsmedelvärdet. Depositionsvärden för 2003 härrör endast från mätningar under mars – december, varför de värden som visas i figuren troligtvis är något underskattade.

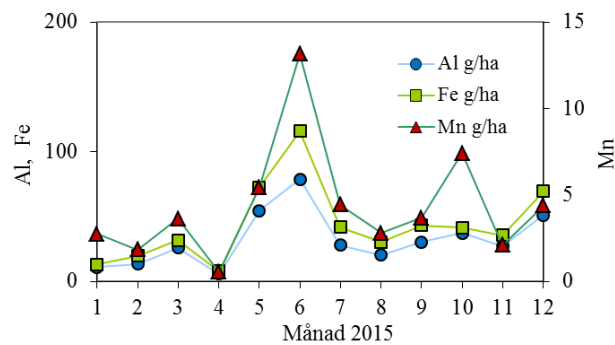


Figur 3. Årsmedeldeposition av järn (Fe), mangan (Mn) och aluminium (Al) samt årsnederbörd på Visingsö under perioden 1993 - 2016. Svart heldragen linje visar glidande 4-årsmedelvärden. Data för 2003 härrör endast från mätningar under mars - december, varför de värden som visas i figuren troligtvis är något underskattade.

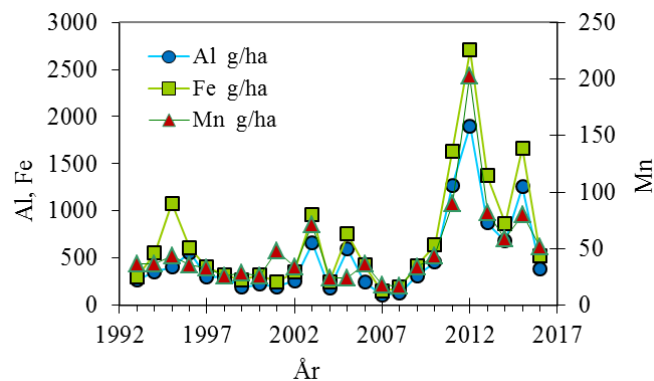
En trendanalys (Mann-Kendall) visar att nedfallet av zink har ökat statistiskt säkerställt under perioden 1994 till 2016 och att nedfallet av bly minskat under samma period. Orsaken till ökningen av zinknedfallet är ännu okänd, men påverkan från en eller flera svenska källor angående zink med flera metaller inte uteslutas.

Även metallerna aluminium (Al), järn (Fe) och mangan (Mn) analyseras i nederbördsproven och årsmedeldepositionen samt årsnederbörds mängderna för perioden 1993 - 2016 visas i Figur 3. Deposition av dessa metaller utgör en relativt liten ekologisk risk, men förändringar med tiden bör ändå noteras. De lägsta depositionerna av järn, mangan och aluminium uppmättes under 2007-2008. Därefter ökade depositionen och uppnådde år 2012 de högsta värdena sedan mätningarna startades. Under de tre senaste åren har dock depositionen varit lägre. Depositionen under 2015 var lägre än under 2012 och minskningen berodde framför allt på att halterna av järn, mangan och aluminium var lägre i nederbörden i jämförelse med 2012. Under 2016 var depositionen av dessa metaller också låga i förhållande till den senaste 5-årsperioden.

I Figur 4 jämförs månadsmedelvärden av deposition av aluminium, järn och mangan på Visingsö under 2016. Likheten i variationen mellan de 3 metallerna är slående. Vad det beror på är inte helt klarlagt, men sannolikt emitteras metallerna från liknande källor. Tidigare antogs det att depositionen av dessa metaller till stor del kunde förklaras av lokala källor förmodligen emissioner från mark-erosion. Ett sådant inslag finns troligtvis, men å andra sidan uppvisar resultaten som redovisas i Figur 4 även likheter med variationen av sulfat, vilket kan förklaras av bidrag från långväga transport (se vidare nedan i avsnittet Långväga transport). Aluminium-, järn- och mangandepositionerna har även varit väl korrelerade under tidigare år, vilket visas i Figur 5.



Figur 4. Variation i månadsdeposition av aluminium (Al), järn (Fe) och mangan (Mn) på Visingsö under 2016.

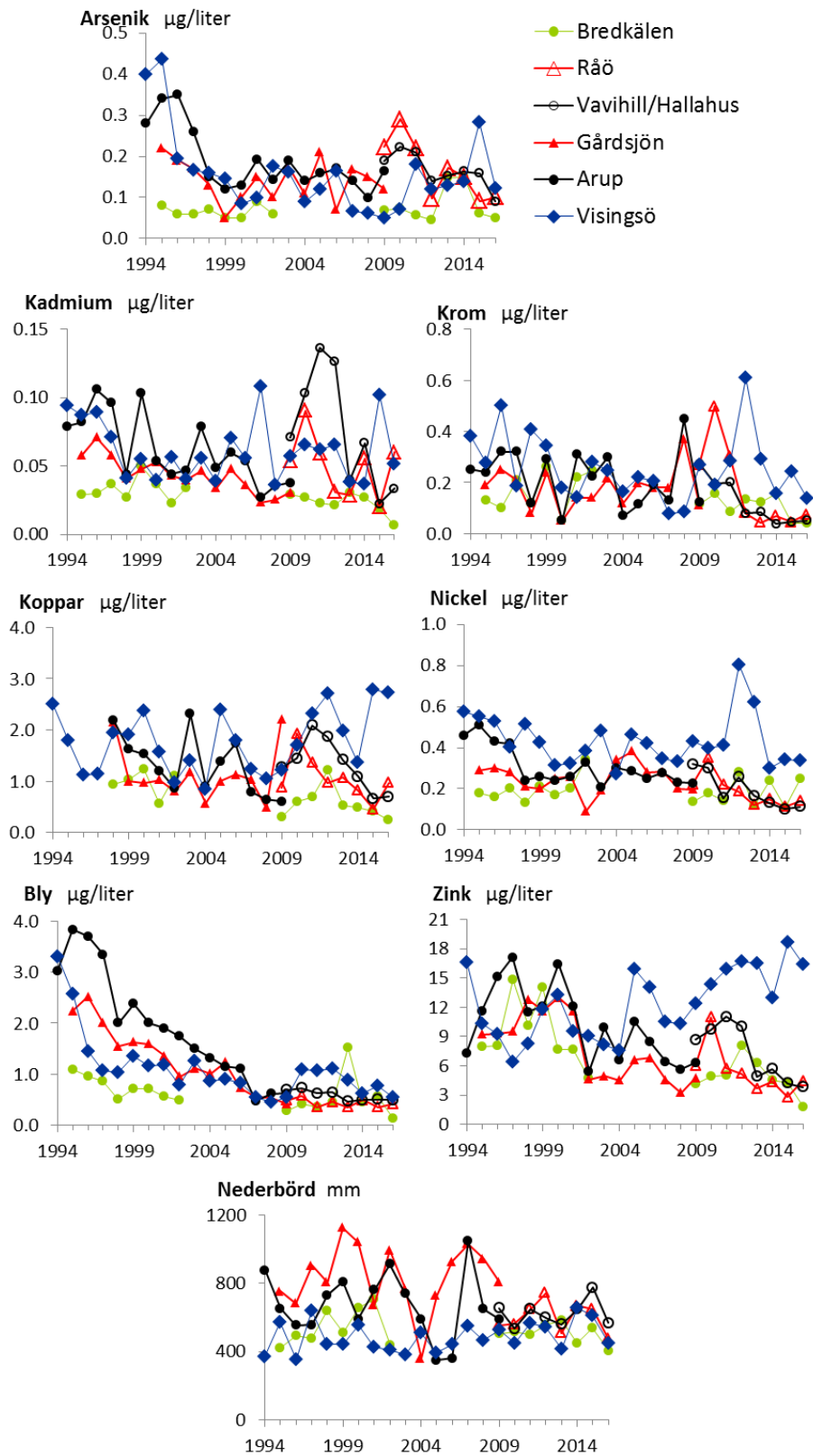


Figur 5. Årsdepositionen av aluminium (Al), järn (Fe) och mangan (Mn) under perioden 1993 - 2016.

JÄMFÖRELSE MED ÖVRIGA LOKALER I SVERIGE

I Figur 6 jämförs resultat från Visingsö med motsvarande mätresultat från tre andra platser i landet: Arup, Vavihill/Hallahus i Skåne, Råö/Gårdsjön i Halland/Bohuslän och Bredkålen i Jämtland, där IVL genomför mätningar inom den nationella miljöövervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket. Mätningarna i Bredkålen avslutades 2002 men återupptogs 2009. Mellan 2009 och 2015 ersattes Arup med Vavihill, en annan mätplats i Skåne, belägen ca 45 km nordväst om Arup. Första januari 2016 ersattes Vavihill i sin tur med Hallahus en mätplats ca 1 km norr om Vavihill. Mätningarna vid Gårdsjön, i det inre av Bohuslän ersattes 2009 med mätningar vid Råö, vilket är en kustnära mätstation i norra Halland, belägen ca 76 km söder om Gårdsjön. Insamling och analys av nederbördsprov på dessa platser är inte helt lik den som sker på Visingsö. Insamlarnas utformning är något annorlunda, och radien på provtagningskärlen är mindre inom den nationella övervakningen. På grund av misstänkt kontaminering redovisas inte resultatet för koppar från Arup, Gårdsjön och Bredkålen under perioden 1995 - 1997.

Med undantag för vissa år har de lägsta metallhalterna återfunnits i Bredkålen i norr. Ofta har halterna på stationerna Råö/Gårdsjön och Vavihill/Arup varit inbördes lika och i samma storleksordning som de som uppmätts på Visingsö. För nickel och zink har halterna vanligen varit högre på Visingsö än vid de andra mätstationerna. Under senare år har även samma sak gällt för krom, koppar och bly. Varför zink- och nickelhalterna varit högre på Visingsö är inte klart, men en jämförelse av zinkhalterna på Visingsö, Gårdsjön och Arup uppvisar en viss samvariation under perioden 2005 till 2009. Ett liknande mönster kan även skönjas angående nickel och kan vara en effekt av storskalig påverkan, d.v.s. långväga transport.



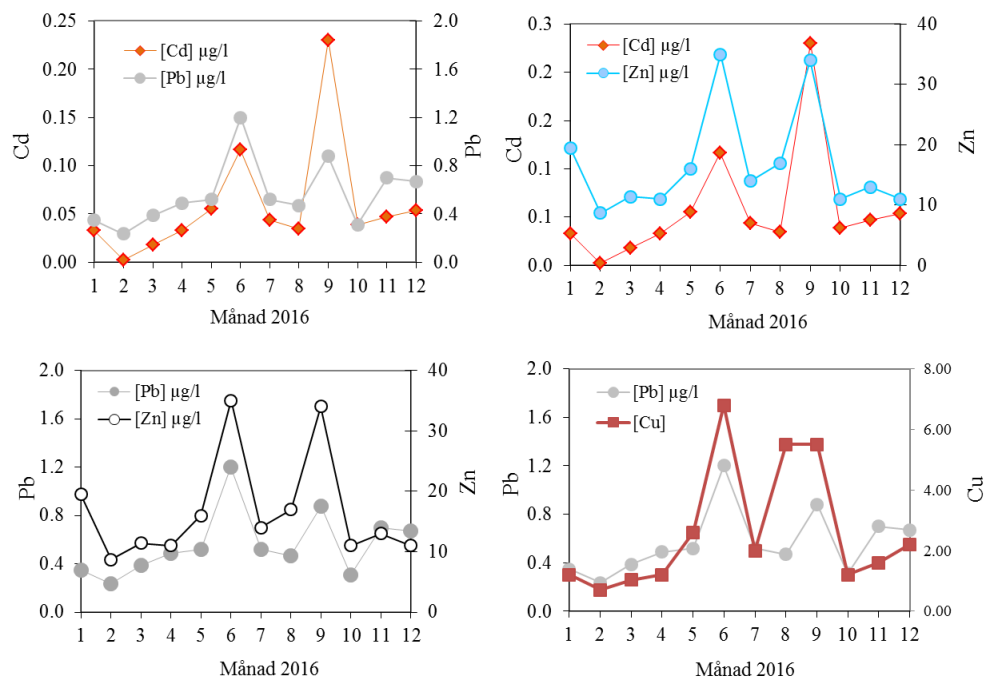
Figur 6. Volymviktade årsmedelhalter av tungmetaller i nederbörd från Visingsö jämfört med lokaler inom den nationella övervakningen.

LÅNGVÄGA TRANSPORT

Till övervägande del sker emission och spridning av tungmetaller via atmosfären genom mänskliga aktiviteter såsom metallurgisk industri, kol- och sopförbränning, etc. Angående förekomsten av bly, kadmium, koppar och zink har det antropogena bidraget uppskattats till 99, 95, 93 respektive 96 % (Bradl, 2005) och kan antas vara kring 90 % eller mer för flertalet tungmetaller.

Varifrån några av de metaller som deponeras i Sverige kommer har undersökts inom EMEP. Via modellering uppskattades att mer än 80 % av den totala antropogena depositionen av bly, kadmium och kvicksilver i Sverige bero på import från andra europeiska länder (EMEP Status Report 2/2012).

Figur 7 visar samvariationen mellan några utvalda metaller under 2016. Liknande samvariation fås även mellan till exempel koppar och zink. Det här mönstret finns även på de andra svenska mätstationerna och tyder på import av förorenad luft. Att depositionen på Visingsö till stor del är kopplad till import av förorenade luftmassor styrks av iakttagelsen att depositionen av metallerna samvarierar med deposition av antropogent svavel (Lindell, 2013). Dock finns ingen bra förklaring till varför de högsta halterna av nederbörd av zink, nickel, koppar och även bly erhålls på just Visingsö. En möjlig förklaring är förutom import av förorenad luft även påverkan från någon eller några lokala svenska källor. Den höga depositionen av framförallt zink på Visingsö kan eventuellt även bero på emissioner från lokala källor. På Visingsö finns mineraler innehållande bly-, kobolt-, koppar-, nickel- och zinksulfider. Möjligen kan utsläpp från industriell verksamhet norr om Vättern till viss del bidra till metalldepositionen på Visingsö.



Figur 7. Samvariation mellan kadmium (Cd) och bly (Pb), kadmium (Cd) och zink (Zn), bly (Pb) och zink (Zn) samt bly (Pb) och koppar (Cu) på Visingsö under 2016.

REFERENSER

Bradl, Heike. Heavy metals in the environment: Origin, interaction and remediation. Elsevier Ltd. ISBN-13: 978-0-12-088381-3. MAR-2005

EMEP Status Report 2/2012. "Long-term changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010)"

Lindell, Måns. 2013. Årsskrift 2012. Rapport nr 116 från Vätternvårdsförbundet. <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/vattern/Sv/publikationer/Pages/default.aspx>