

ÅRSSKRIFT 2021



Årsskrift 2021

Titel	Årsskrift 2021
Rapportnummer	154
År	2022
Författare	Se kapitel
Kontakt	vatternvardsforbundet@lansstyrelsen.se
Webbplats	www.vattern.org
ISSN	1102-3791
Upplaga	Digital publicering
Omslagsbil	Silvertärna, Ulf Allvin

© Vätternvårdsförbundet 2022

Förord

Vätternvårdsförbundets roll och uppdrag är att samordna miljöövervakning för Vättern, med syfte att bedöma hela Vätterns kemiska och biologiska tillstånd och utveckling, jämföra med mål, upptäcka miljöproblem och följa åtgärder. Den löpande miljöövervakningen som redovisas här utgör grunden i vår kunskap om Vättern. Många av dessa undersökningar har gjorts i decennier och alla genomförs av ”de som kan” och följer standarder inom svensk miljöövervakning.

Hösten 2021 beslutades ett reviderat övervakningsprogram för Vättern som kommer gälla från och med 2022. Flera moment som genomförs regelbundet och avser helsjön har lyfts in i programmet, bland annat flera fiskundersökningar, glacialrelikter samt fåglar på skär. Miljögiftsprogrammet har tydliggjorts för vatten, biota och sediment. Dessutom kommer från 2022 utsjöprovtagningarna utökas med en provtagning under höstcirkulationen.

Tillsammans med Vänerens och Mälarens vattenvårdsförbund genomfördes en kvalitetsgranskning och kvalitetssäkring av miljögiftsövervakning i alla tre Stora Sjöar (utfört av Naturhistoriske Riksmuseet). Övervakningsprogrammet har därefter anpassats för att kunna följa krav från bland annat vattendirektivet.

Många är engagerade i Vätterns tillstånd och många undrar just hur det går för Vättern. Vätternvårdsförbundet jobbar med att göra information mer tillgänglig för alla intresserade. Kunskapsplattformen [Vatternliv.se](https://vatternliv.se) lanserades 2021: webbsidan är ett välkommet tillskott som kompletterar vattern.org och erbjuder tillgänglig och inbjudande information om Vättern, ekosystemet och tillståndet.

Dessutom publiceras fortsatt alla resultat i förbundets rapportserie, på hemsidan vattern.org eller som rådata via de så kallade nationella datavärdar – och blir även så tillgänglig för alla som forskar med, jobbar för, engagerar sig i eller är intresserade av Vättern.

Många olika aktörer deltar och bidrar aktivt och/eller genom finansieringen till dessa undersökningar: Medlemmar i förbundet, Havs- och Vattenmyndigheten, Länsstyrelser, frivilliga och fiskeföreningar med flera. **Stort tack till alla!**

Friederike Ermold
Sakkunnig vatten
Vätternvårdsförbundet

Malin Setzer
Sakkunnig Fisk & Fiske
Vätternvårdsförbundet

Måns Lindell
Särskilt sakkunnig
Vätternvårdsförbundet

Innehållsförteckning

Klimat och vattenstånd	8
Vattenkvalitet i Vättern.....	13
Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp.....	24
Ämnestransporter och arealspecifika förluster	41
Växtplankton.....	51
Djurplankton	55
Bottendjur.....	61
Vätterns pelagiska fiskbestånd	68
Lekfiskräkning i Vätterns tillflöden våren 2021	79
Sjöfåglar på fågelskär 2021	95
Nederbördskemiska undersökningar av försurande och övergödande ämnen på Visingsö 2020	114
Nederbördskemisk undersökning av metaller på Visingsö 2020	127
Publiceringar under 2021.....	139

Klimat och vattenstånd

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, SGS Analytics Sweden AB

Sammanfattning

År 2020 var årsnederbörden över Vättern (Visingsö) 415 mm, vilket var 16% mindre än medelvärdet för perioden 1990-2019. Det föll mindre nederbörd än normalt i främst april, september och november. Månader med större nederbördsmängder än vanligt var särskilt februari, juli och oktober.

Medelvattenståndet i Vätterns utlopp var 88,44 meter över havet år 2020, vilket var 6 cm lägre än medelvärdet för perioden 1967-2019. Medelvattenståndet var lägre än långtidsmedelvärdet samtliga månader utom februari, mars och april.

Årsmedelvattenföringen i Vätterns utlopp var 31 m³/s år 2020, vilket var cirka 80% av medelvärdet för perioden 1960-2019 (39 m³/s). Jämfört med medelvärden för perioden 1960-2019 var månadsmedelvattenföringen år 2020 lägre samtliga månader utom april och maj.

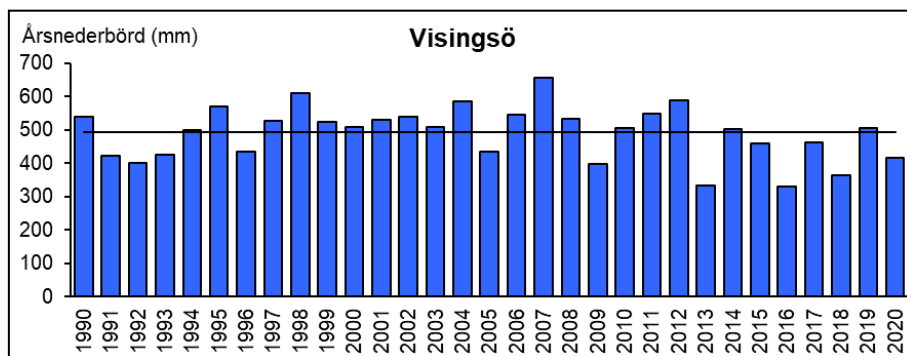
År 2020 var medeltemperaturen på Visingsö 2,8 °C högre än normalvärdet för perioden 1961-1990 (9,4 jämfört med 6,6 °C). Samtliga månader utom juli var mildare än vanligt. Temperatursprångskikt förekom vid provtagningen i början av juni på 2-3 meters djup vid Jungfrun, vid provtillfället i slutet av juli på 5-6 meters djup vid Edeskvärna respektive 29-31 meters djup vid Jungfrun och vid provtagningen i början av september på 31-32 meters djup vid Edeskvärna. Det syns en ökning av årsmedeltemperaturen vid vattenintag på 5 meters djup och 2020 års värde det allra högsta. Ökningen är statistiskt säker för större delen av perioden 1955-2020.



Figur 1. Vy mot Visingsö från Gyllene Uttern i Gränna (foto: SGS, f.d. SYNLAB).

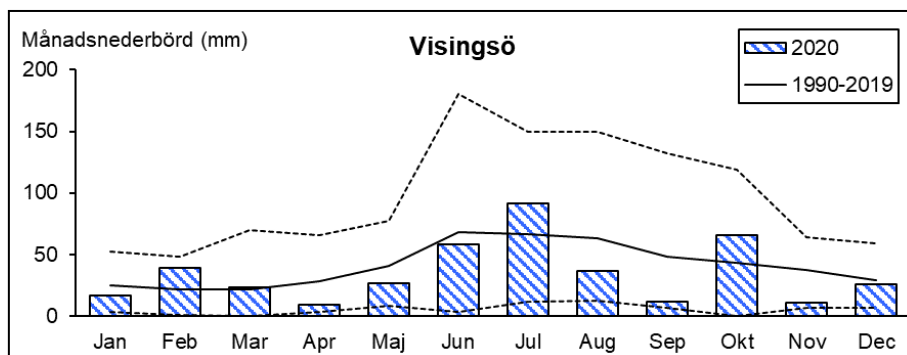
Nederbörd

År 2020 var den totala nederbördsmängden 415 mm vid SMHI:s väderstation på Visingsö (8405). Detta var 78 mm (16%) mindre än medelvärdet för perioden 1990-2019 (figur 2).



Figur 2. Årsnederbörd vid SMHI:s väderstation på Visingsö för åren 1990-2020 (staplar) samt medelvärde för perioden 1990-2019 (heldragen linje). För åren 1990-2007 avser värdena station 8406 och för åren därefter station 8405.

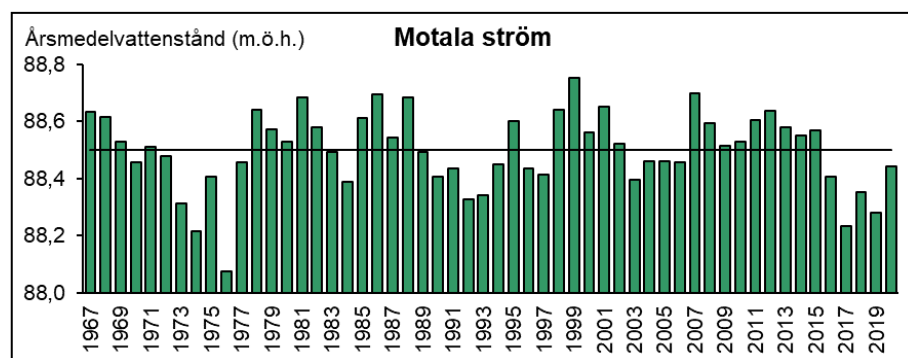
Jämfört med månadsmedelvärden för perioden 1990-2019 föll det mindre nederbörd år 2020 (figur 3) i främst april (-66%), september (-77%) och november (-72%), men även i januari, maj, juni, augusti och december. Övriga månader var nederbördsmängderna större än vanligt (figur 3), vilket var särskilt tydligt i februari (+81%), juli (+37%) och oktober (+53%).



Figur 3. Månadsnederbörd vid SMHI:s väderstation på Visingsö år 2020 (staplar) samt månadsmedelvärden för perioden 1990-2019 (heldragen linje). Streckade linjer avser minimum- respektive maximumvärden för åren 1990-2019. För åren 1990-2007 avser värdena station 8406 och för åren därefter station 8405.

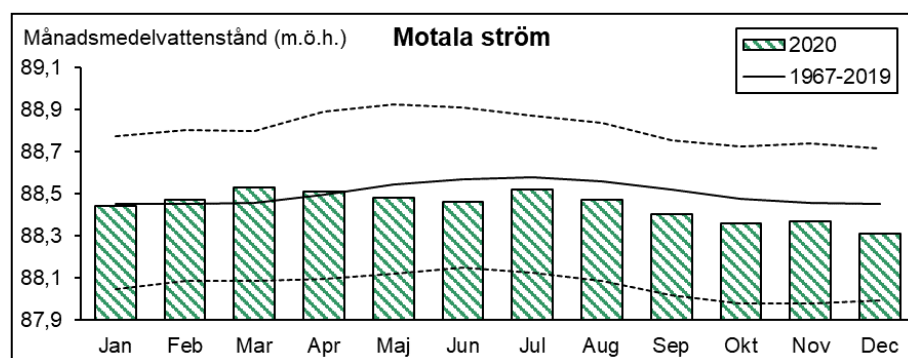
Vattenstånd

Sedan år 1858 görs dagliga mätningar av vattenståndet i Vätterns utlopp vid Motala. År 2020 var medelvattenståndet i Vätterns utlopp (SMHI:s station 154 i Motala ström) 88,44 meter över havet, vilket var 6 centimeter lägre än medelvärdet för perioden 1967-2019 (figur 4). Det allra lägsta medelvattenståndet (88,07 m.ö.h.) under perioden noterades år 1976 och det högsta (88,75 m.ö.h.) år 1999. Variationen under åren 1967-2020 var således nästan sju decimeter.



Figur 4. Årsmedelvattenstånd i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 154) för åren 1967-2020 (staplar) samt medelvärde för perioden 1967-2019 (heldragen linje).

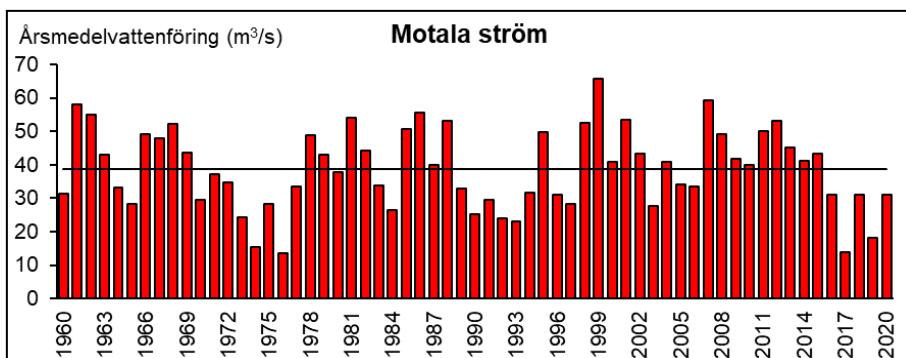
Jämfört med månadsmedelvärden under åren 1967-2019 var medelvattenståndet år 2020 lägre än dessa samtliga månader utom februari, mars och april (figur 5). Skillnaden jämfört med medelvattenståndet var störst i december och minst i januari. De relativt låga vattenståndet kan åtminstone delvis kopplas till mindre nederbörds mängder än normalt (figur 2 och figur 3), men även vindförhållanden har betydelse för vattenståndets förändringar i Vättern.



Figur 5. Månadsmedelvattenstånd i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 154) år 2020 (staplar) samt månadsmedelvärden för perioden 1967-2019 (heldragen linje). Streckade linjer avser minimum- respektive maximumvärden för åren 1967-2019.

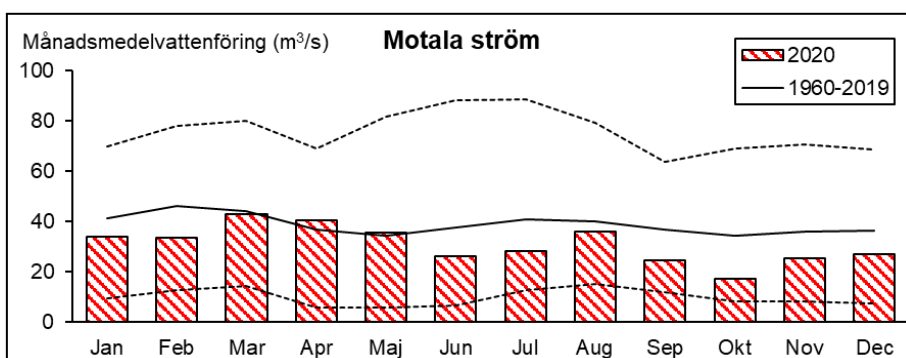
Vattenföring

Årsmedelvattenföringen i Vätterns utlopp (SMHI-station 1950) var $31 \text{ m}^3/\text{s}$ år 2020, vilket var 81% av medelvärdet för perioden 1960-2019 på $39 \text{ m}^3/\text{s}$ (figur 6). Under perioden 1960-2020 följde utvecklingen för årsmedelvattenföringen (figur 6) och årsmedelvattenståndet (figur 4) varandra väl. I likhet med vattenståndet noterades den lägsta årsmedelvattenföringen ($14 \text{ m}^3/\text{s}$) år 1976 och den högsta ($66 \text{ m}^3/\text{s}$) år 1999.



Figur 6. Årsmedelvattenföring i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 1950) för åren 1960-2020 (staplar) samt medelvärde för perioden 1960-2019 (heldragen linje).

Jämfört med medelvärden för perioden 1960-2019 var månadsmedelvattenföringen år 2020 lägre samtliga månader utom april och maj (figur 7). Medelvattenföringen varierade mellan 17,5 m³/s i oktober och 43,0 m³/s i mars (figur 7). Att vattenföringen (och vattenståndet) var lägre än vanligt kan åtminstone delvis kopplas till mindre nederbördsmängder än normalt (figur 2 och figur 3).

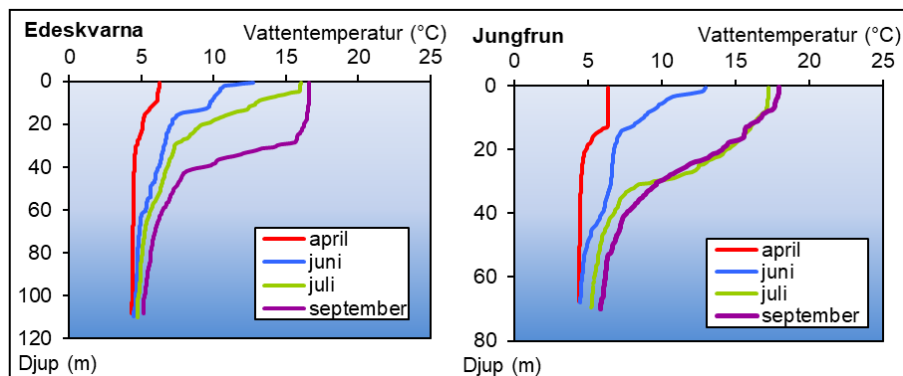


Figur 7. Månadsmedelvattenföring i Vätterns utlopp vid Motala ström (SMHI:s station 1950) år 2020 (staplar) samt månadsmedelvärden för perioden 1960-2019 (heldragen linje). Streck-ade linjer avser minimum- respektive maximumvärden för åren 1960-2019.

Temperatur

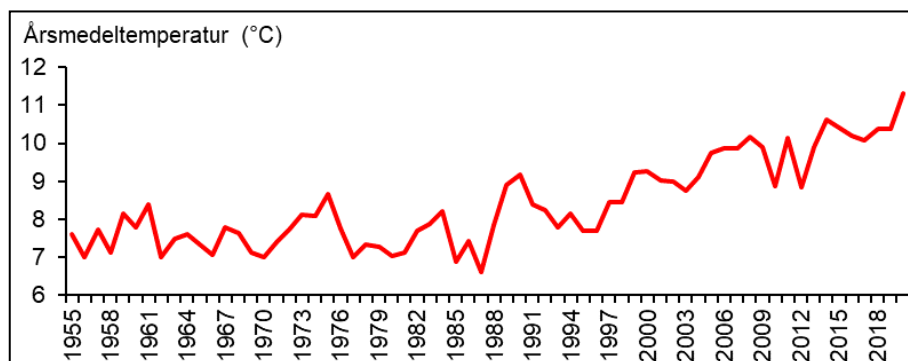
År 2020 var medeltemperaturen vid SMHI:s väderstation på Visingsö (8405) 9,4 °C, vilket var 2,8 °C varmare än normalvärdet för perioden 1961-1990. Alla månader utom juli var mildare än vanligt, men särskilt januari, februari, mars och april samt november och december med 3-6 °C högre medeltemperatur än normalt. I slutet av april var temperaturen bara 1-2 °C högre på en meters djup jämfört med 108 (Edeskvärna) respektive 67 (Jungfrun) meters djup (figur 8), varför vattenmassan cirkulerade. I början av juni hade det ytliga vattnet börjat värmas upp, men en antydning till temperatursprångskikt (per definition ska temperaturen skilja mer än en grad per meter) fanns bara på 2-3 meters djup vid Jungfrun. I slutet av juli fanns ett språngskikt på 5-6 meters djup vid Edeskvärna, men betydligt djupare vid Jungfrun (29-31 meter). Vid provtagningen i början av

september hade språngskiktet sjunkit till 31-32 meter vid Edeskvärna, medan inget språngskikt alls kunde noteras vid Jungfrun (figur 8).



Figur 8. Temperaturprofiler vid stationerna Edeskvärna (1) och Jungfrun (2) år 2020.

Vid råvattenintagen till Motala, Vadstena respektive Råsnäs vattenverk, har det gjorts dagliga mätningar av vattentemperaturen. Under 65-årsperioden 1955-2020 syns ökande årsmedeltemperatur och jämfört med 2020 års värde (11,3 °C) har temperaturen aldrig varit högre (figur 9). Ökningen var statistiskt signifikant, oftast på trestjärnig nivå ($p < 0,001$), hela perioden 1955-2020 till och med 2007-2020.



Figur 9. Årsmedeltemperatur vid råvattenintagen till Motala (1955-01-01--1997-12-31), Vadstena (1998-01-01--1999-06-24), Råsnäs (1999-06-25--2012-12-31) och Vadstena (2013-01-01--2020-12-31) vattenverk (fem meters djup).

Vattenkvalitet i Vättern

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, SGS Analytics Sweden AB

Sammanfattning

Generellt var vattenkvaliteten i Vättern mycket bra år 2020 med mycket låga eller låga halter av näringsämnet fosfor, klorofyll (mätt på algmängden), organiskt material (t.ex. humus och alger) och metaller. Vattnet bedömdes som syrerikt och var ej eller obetydligt färgat och ej eller obetydligt grumligt samt hade 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 huvudsakligen var måttligt höga. Statusklassning av "Näringsämnen", "Siktdjup", "Syrgas" och "Klorofyll" för treårsperioden 2018-2020 gav hög status för både sjöns södra (Edeskvärna) och norra (Jungfrun) del.

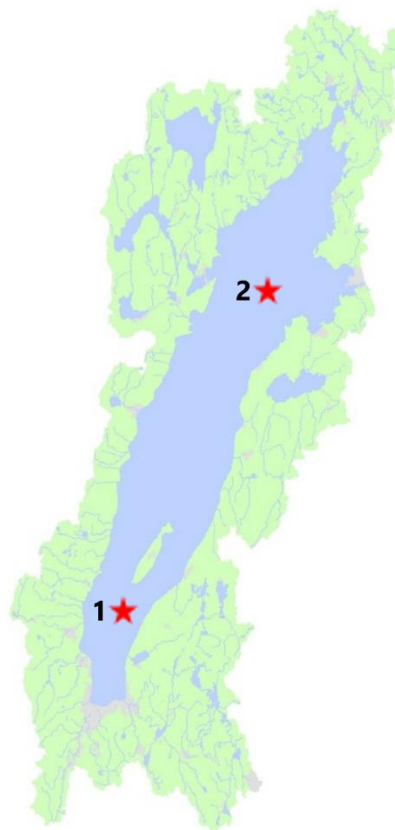
Från 1970-talets slut till 1990-talets början minskade fosforhalterna medan kvävehalterna ökade, vilket gav ökat kväveöverskott. Från 1990-talets senare del minskar även kvävehalterna svagt. Av okänd anledning uppvisar vattenfärgen (mätt som absorbans) en långsiktigt minskande trend, vilket avspeglas 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 SGS (f.d. SYNLAB) i samarbete med Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2020 års fysikalisk-kemiska vattenundersökningar vid två stationer i Vättern (figur 1). Vid Edeskvärna i sjöns södra del påbörjades undersökningarna år 1966 medan stationen vid Jungfrun i sjöns norra del tillkom år 1978.

Metodik

Provtagningen utfördes av personal från Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 27 april, 1 (Edeskvärna) och 2 (Jungfrun) juni, 20 (Jungfrun) och 21 (Edeskvärna) juli samt 1 (Jungfrun) och 3 (Edeskvärna) september 2020. Vattenproverna togs med en Limnoshämtare kopplad till vinsch eller handlina. Vattentemperatur, syrgashalt och -mättnad samt siktdjup mättes i fält medan flertalet övriga analyser utfördes vid SGS' (f.d. SYNLAB) laboratorium i Linköping (ackrediteringsnummer 1006). Kvicksilver analyserades vid IVL Svenska Miljöinstitutet AB i Göteborg.



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

Resultaten från 2020 års undersökningar utvärderades i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999, rapport 4913). Dessutom gjordes statusklassningar av kvalitetsfaktorerna ”Näringsämnen i sjöar”, ”Siktdjup i sjöar” och ”Syrgas i sjöar och vattendrag” samt parametern ”Klorofyll” under kvalitetsfaktorn ”Växtplankton i sjöar” för treårs-perioden 2018-2020 i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25). Värden från 0,5 och 10 meters provtagningsdjup användes, fränsett för syre där bedömningen avser resultat från en meter över botten. Jämförelse gjordes även med bedömningsgrunder för ”särskilda förorenande ämnen” (ammoniak, arsenik, koppar, krom och zink) samt gränsvärden för ”prioriterade ämnen” (bly, kadmium, kvicksilver och nickel) i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25). Enligt föreskrifterna ska vattenprover för analys av nämnda metaller filtreras genom ett 0,45 µm filter, vilket inte görs i det aktuella projektet. För koppar, zink, bly och nickel beräknades biotillgängliga halter utifrån värden för pH, DOC (löst organiskt kol) och kalcium med hjälp av ”Bio-met Bioavailability Tool” (version 5.0). I det aktuella projektet analyseras bara TOC (totalt organiskt kol), varför denna variabel användes istället för DOC.

För studier av tidsserier hämtades data för Edesvarna 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 $-1,2 \mu\text{g/l}$ 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 som summan av Kjeldahlkväve och nitrit+nitratkväve och de parallella analyserna av totalkväve (persulfatmetoden) som en faktor (1,06 för både Edeskvärna och Jungfrun). För åren 2004-2020 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 var från år 2020. 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 2020 (tabell 1). Halterna av näringsämnet fosfor, liksom klorofyllhalterna (ett grovt mått på algmängden), bedömdes som låga. Halterna av syreförbrukande organiskt material (t.ex. humus och alger) var mycket låga och syrehalterna 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 neutralt tillstånd och buffertkapaciteten var mycket god. Halterna av flertalet analyserade metaller var mycket låga. Dock klassades flertalet kopparhalter som låga.



Figur 2. Vy mot Visingsö från Gyllene Uttern i Gränna (foto: SGS, f.d. SYNLAB).

Den enda variabel som förekom i något förhöjda halter var kväve, där halterna oftast var måttligt höga (tabell 1). Orsaken till de måttligt 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", "Siktdjup i sjöar" och "Syrgas i sjöar och vattendrag" samt parametern "Klorofyll" under kvalitetsfaktorn "Växtplankton i sjöar" gav överlag hög status vid både Edeskvärna och Jungfrun (tabell 1).

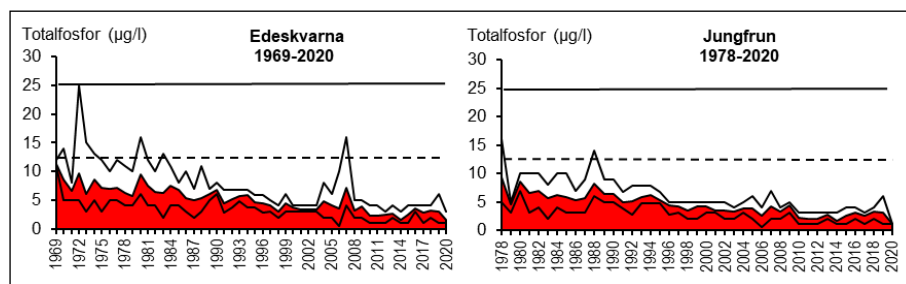
År 2020 överskred varken ammoniak (omräknat från ammoniumkväve), arsenik, koppar, krom och zink eller bly, kadmium, kvicksilver och nickel bedömningsgrunder eller gränsvärden i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25).

Tabell 1. Lägsta och högsta värde för olika analysvariabler vid 2020 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 2019:25)

Analysvariabel	Min- och maxvärde 2020	Tillståndsklass 2020	Statusklass 2018-2020
Totalfosfor, µg/l	<2 - 3	Låga halter	Hög
Totalkväve, µg/l	530 - 630	Måttligt höga – (höga) halter	
Kväve/fosfor-kvot	197 - 315	Kväveöverskott	
Klorofyll, µg/l	<1,0 – 1,6	Låga halter	Hög
Organiskt material (TOC), mg/l	2,1 – 2,9	Mycket låga halter	
Syrgashalt, mg/l (1 m över botten)	10,7 – 12,4	Syrerikt tillstånd	Hög
Färg (abs. filtr. 420 nm/5 cm)	0,007 - 0,013	Ej eller obetydligt färgat vatten	
Turbiditet, FNU	0,24 – 0,91	Ej eller obetydligt – (svagt) grumligt vatten	
Siktdjup, m	8,2 – 13,5	Mycket stort siktdjup	Hög
Alkalinitet, mekv/l	0,56 - 0,62	Mycket god buffertkapacitet	
pH-värde	7,8 - 8,0	Nära neutralt	
Koppar, µg/l	0,49 – 0,58	(Mycket låga) - låga halter	
Zink, µg/l	0,98 – 1,4	Mycket låga halter	
Kadmium, µg/l	0,003 – 0,005	Mycket låga halter	
Bly, µg/l	0,007 - 0,37	Mycket låga- (låga) halter	
Krom, µg/l	0,045 - 0,071	Mycket låga halter	
Nickel, µg/l	0,45 – 0,50	Mycket låga halter	
Arsenik, µg/l	0,14 - 0,17	Mycket låga halter	

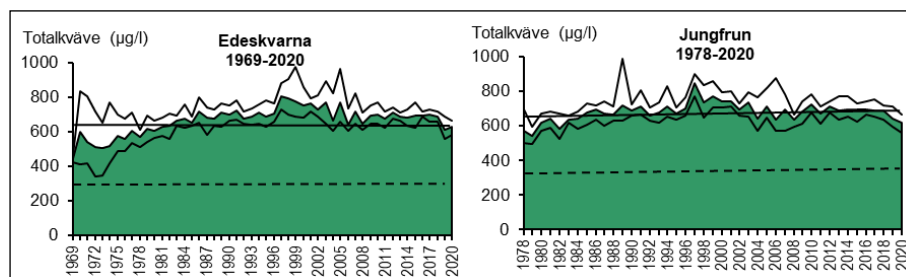
NÄRINGSÄMNINGEN

Mellan åren 1969 och 2020 uppvisade årsmedelhalterna av fosfor en minskande trend vid Edeskvärna, vilket även gällde Jungfrun 1978-2020 (figur 3). Samtliga medelhalter var låga. Vid båda stationerna låg 2020 års halter på samma nivå som, eller var till och med lägre än, under den senaste tioårsperioden. Vid Edeskvärna var minskningen statistiskt signifikant på trestjärnig nivå ($p < 0,001$) under hela perioden 1969-2020 till och med 1994-2020, men under åren 1995-2020 till och med 2004-2020 bara på två- ($p < 0,01$) eller enstjärnig ($p < 0,05$) nivå. Vid Jungfrun var minskningen statistiskt signifikant på trestjärnig ($p < 0,001$) nivå under perioden 1978-2020 till och med 1996-2020, men under åren 1997-2020 till och med 2001-2020 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 omställning av jordbruk.



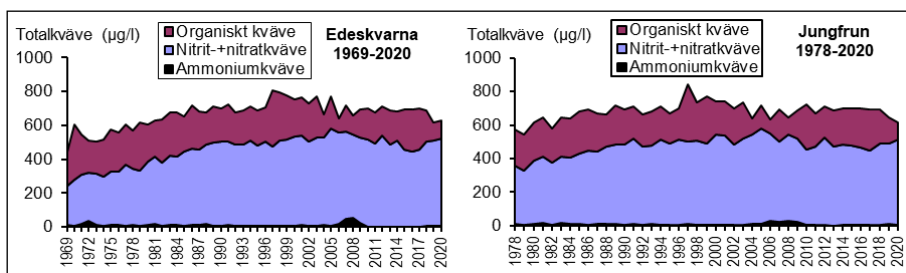
Figur 3. Årsmedelhalter av totalfosfor (röd yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1969-2020) och Jungfrun (1978-2020). Streckad linje anger gränsen mellan låga och måttligt höga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Över heldragen linje är halterna höga.

Vid Edeskvärna ökade årsmedelhalterna av kväve tydligt från måttligt höga halter under 1970-talet till huvudsakligen höga halter därefter (figur 4). Ökningen var statistiskt signifikant på trestjärnig nivå ($p < 0,001$) under perioden 1969-2020 till och med 1972-2020, men efter 1976 finns ingen säkerställd ökning ens på enstjärnig nivå ($p < 0,05$). Under perioden 1989-2020 till och med 2001-2020 minskade emellertid kvävehalterna med statistisk signifikans på en- ($p < 0,05$), två- ($p < 0,01$) eller trestjärnig ($p < 0,001$) nivå vid Edeskvärna. Vid Jungfrun bedömdes kvävehalterna oftast som höga under perioden 1978-2020, men var år 2020 måttligt höga för första gången sedan 1982 (figur 5). Åren 1993-2020 till och med 2000-2020 minskade kvävehalterna vid Jungfrun med en- ($p < 0,05$) eller tvåstjärnig ($p < 0,01$) signifikans, vilket även gällde 2012-2020 och 2014-2020.



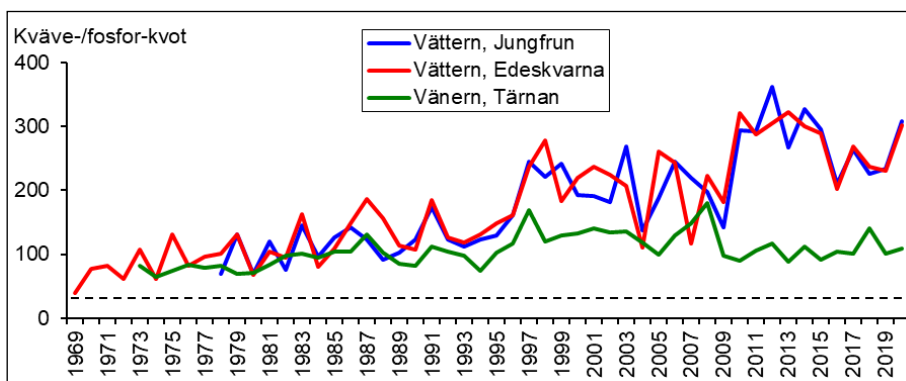
Figur 4. Årsmedelhalter av totalkväve (grön yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1969-2020) och Jungfrun (1978-2020). Streckad linje anger gränsen mellan låga och måttligt höga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Över heldragen linje är halterna höga.

Kvävetets fördelning på olika fraktioner, ammoniumkväve, nitrit-+nitratkväve och organiskt kväve, framgår av figur 5. 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.



Figur 5. Årsmedelhalter av kväve och fördelning på olika kvävefraktioner, ammoniumkväve, nitrit- + nitratkväve och organiskt kväve, vid stationerna i Vättern vid Edesksvarna (1969-2020) och Jungfrun (1978-2020).

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 6). Detta innebär mycket liten risk för giftalgblooming. Beroende på minskande medelhalter av fosfor och ökande, eller huvudsakligen stabila, kvävehalter uppvisar kvoten en ökande trend. Ökningen är mycket större för Vättern än för Vänern, där medelhalterna av kväve uppvisar en tydligare nedåtgående trend sedan 1990-talets slut.

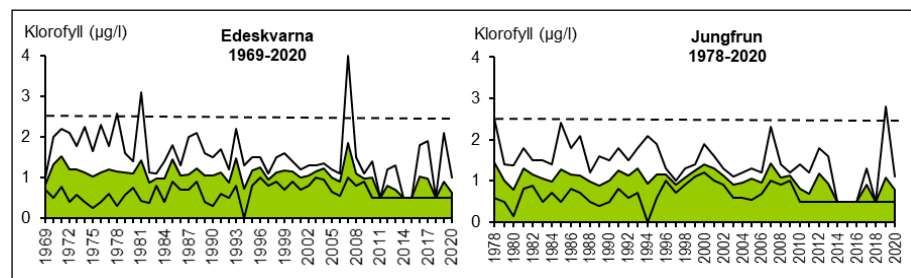


Figur 6. Kväve/fosfor-kvot (årsmedelvärden för juni t.o.m. september) vid stationerna i Vättern vid Edesksvarna (1969-2020) och Jungfrun (1978-2020) samt stationen Tärnan i Vänern (1973-2020). Streckad linje anger gränsen mellan kväve-fosfor-balans och kväveöverskott enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

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 Edesksvarna samt i maj 2019 vid Jungfrun var halterna måttligt höga (figur 7). Vid Edesksvarna var medelhalterna under perioden 2011-2019 bland de lägsta i tidsserien, medan de vid Jungfrun främst var lägre åren 2014-2018. De låga klorofyllhalterna står i överensstämmelse med de låga fosforhalterna, eftersom fosfor är det begränsande ämnet för biologisk produktion i Vättern. För både Edesksvarna och Jungfrun finns en statistiskt säkerställd minskande trend på främst två- ($p < 0,01$) och trestjärnig ($p < 0,001$) nivå under hela perioden

1969-2020 till och med 2005-2020 respektive tvåstjärnig nivå 1978-2020 till och med 2002-2020.



Figur 7. Årsmedelhalter av klorofyll (ljusgrön yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1969-2020) och Jungfrun (1978-2020). Streckad linje anger gränsen mellan låga och måttligt höga klorofyllhalter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

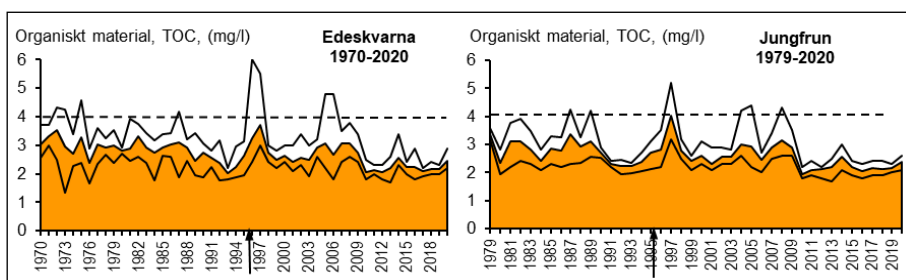


Figur 8. Provtagning för översiktlig algalanalys (foto: SGS). Observera att provet inte tas i Vättern.

ORGANISKT MATERIAL OCH SYRE

Det organiska materialet har sitt ursprung antingen i sjön, till exempel alger, eller från 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 9) under hela perioden 1970-2020 (Edeskvärna) respektive 1979-2020 (Jungfrun). Vid båda stationerna var

medelhalterna åren 2010-2020 några av de lägsta i tidsserierna, fränsett 2014 och 2020 års halter som var aningen högre. För Edeskvärna 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 1970-2020 till och med 1988-2020 samt på två- och enstjärnig nivå 1994-2020 till och med 2004-2020. Också för Jungfrun finns en minskande trend på varierande tre-, två- och enstjärnig nivå för flertalet år under perioden 1979-2020 till och med 2004-2020. 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 9. Årsmedelhalter för organiskt material, analyserat som TOC, (orange yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1970-2020) och Jungfrun (1979-2020). Streckad linje anger gräns mellan mycket låga och låga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Pil anger byte av analysmetod från KMnO_4 till TOC.

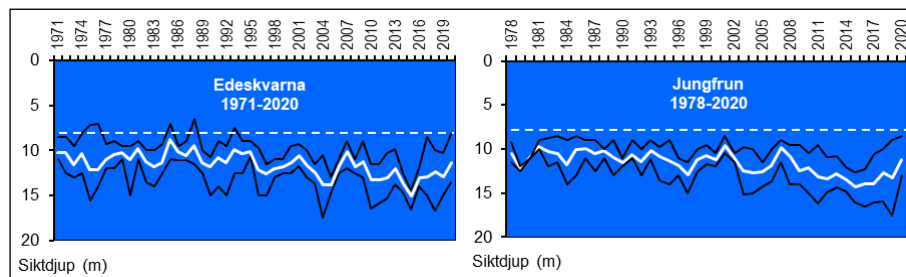


Figur 10. Provtagning av vatten för analys av syre enligt Winklermetoden (foto: SGS).

LJUSFÖRHÅLLANDEN

Ljusförhållandena påverkar livsbetingelserna för många organismer, både direkt och indirekt. Ljusförhållanden 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 11) vid nästan samtliga provtagningar under perioden 1971-2020 (Edeskvärna) och 1978-2020 (Jungfrun). De enda undantagen var vid fem tillfällen vid Edeskvärna under åren 1975-1993, då siktdjupet var stort (figur 11). Det syns inga

tydliga variationer i siktdjup mellan årstider. Vid Edeskvärna uppvisade siktdjupet en ökande trend med statistisk signifikans på främst trestjärnig ($p < 0,001$) nivå under hela perioden 1971-2020 till och med 1993-2020. Vid Jungfrun var ökningen också statistiskt säkerställd på främst trestjärnig nivå under hela perioden 1978-2020 till och med 2002-2020. Det ökande siktdjupet kan delvis förklaras av minskande färgtal/absorbans (se nästa stycke).



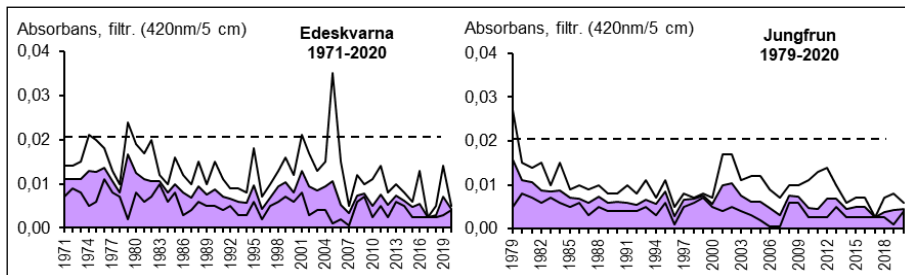
Figur 11. Årsmedelvärden för siktdjup (vit linje) med min- och maxvärden (svarta linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvärna (1971-2020) och Jungfrun (1978-2020). Streckad linje anger gräns mellan stort och mycket stort siktdjup enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).



Figur 12. Mätning av siktdjup med siktskiva och vattenkikare (foto: SGS).

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). Årsmedelvärdena för absorbans påvisade ej eller obetydligt färgat vatten (figur 15) under hela perioden 1971-2020 (Edeskvärna) och 1979-2020 (Jungfrun). Vid både Edeskvärna och Jungfrun var 2020 års medelvärden något lägre än medelvärdet för respektive tidsserie (figur 15). 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 tydligt minskande trend vid både Edeskvarna och Jungfrun (figur 15), men denna var statistiskt säkerställd på trestjärnig ($p < 0,001$) nivå endast mellan åren 1971-2020 till och med 1983-2020 samt 1997-2020 till och med 1999-2020 vid Edeskvarna och 1979-2020 till och med 1982-2020 vid Jungfrun. Den minskande absorbansen kan delvis förklara det ökande siktdjupet (se stycket ovan). Orsak till den minskande absorbansen är inte känd.



Figur 13. Årsmedelvärden för absorbans (lila yta) med min- och maxvärden (linjer) vid stationerna i Vättern vid Edeskvarna (1971-2020) och Jungfrun (1979-2020). Streckad linje anger gräns mellan ej eller obetydligt och svagt färgat vatten enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).



Figur 14. Vattenprovtagning med Ruttnerhämtare (foto: SGS).

Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, SGS Analytics Sweden AB

Sammanfattning

År 2020 uppmättes extremt hög respektive mycket hög medelhalt av näringsämnet fosfor i de starkt jordbrukspåverkade vattendragen Ålebäcken och Mjölnaån. Även de något mindre jordbrukspåverkade Röttleån och Huskvarnaån hade mycket höga fosforhalter. För Ålebäcken klassades även näringsstatusen (2018-2020) som otillfredsställande, vilket även gällde Röttleån och Lillån (Bankeryd). Måttlig näringsstatus uppnåddes i Huskvarnaån, Malmabäcken och Hökesån, medan den var god eller hög vid övriga provplatser. Ålebäcken var den enda stationen med extremt hög medelhalt av kväve. Samtliga provplatser med mycket höga kvävehalter hade även mycket höga (Mjölnaån, Röttleån och Huskvarnaån) eller höga fosforhalter. I Lillån, Munksjöns utlopp och Huskvarnaån bidrar utsläpp från reningsverk i Bankeryd, Jönköping (Simsholmen) respektive Huskvarna till främst haltförhöjningen av kväve. Avloppsvatten från reningsverk innehåller ofta höga halter av ammoniumkväve. Ammonium kan omvandlas till ammoniak, som båda är giftiga för fisk och dessutom syreförbrukande. Halterna av ammoniakkväve överskred gränsen för god status i Lillån (både som årsmedelvärde och maximalt enskilt värde) och Mjölnaån (årsmedelvärde). Trots huvudsakligen måttligt höga eller höga halter av syreförbrukande organiskt material (analyserat som TOC) förekom ingen syrebrist år 2020. Som lägst noterades svagt syretillstånd i Malmabäcken samt måttligt syrerikt tillstånd i Lillån, Huskvarnaån, Ålebäcken, Domneån och Orrnäsaån, medan det var syrerikt i övrigt. Syrgasstatusen (2018-2020) bedömdes som hög för alla provplatser utom fem. Ålebäcken, Orrnäsaån, Huskvarnaån och Domneån fick god syrgasstatus, medan den bedömdes som måttlig för Lillån. Medelhalterna av metaller var oftast mycket låga eller låga år 2020. I Kärrafjärdens utlopp uppmättes dock höga medelhalter av bly och zink till följd av verksamheten vid Zinkgruvan. Även i Alsens utlopp förekom strax över gränsen till måttligt höga medelhalter av bly och zink. I Kärrafjärdens utlopp var årsmedelvärdet för zink (biotillgänglig halt) nästan fem gånger högre än gränsen för god status.

Vid studier av tidsserier för 2000-talet var den statistiskt mest signifikanta trenden för organiskt material (TOC) minskande årsmedelhalter i Hjoån (från höga till måttligt höga halter). Även Vätterns utlopp, Motala ström, uppvisade minskade TOC-halter (inom klassen mycket låga halter), liksom Malmabäcken (från måttligt höga till låga halter). Den mest statistiskt säkra ökande trenden gällde Mjölnaån (från hög till mycket hög halt).

Statistiskt signifikant minskande trender för årsmedelhalter av fosfor under 2000-talet gällde främst Ålebäcken och Malmabäcken, där fosforhalterna minskade inom klassen extremt höga halter respektive från extremt höga till höga halter. Vid dessa provplatser var 2020 års fosformedelhalt den allra lägsta respektive näst lägsta under 2000-talet. Statistiskt säkra ökande trender förekom främst i Munksjöns utlopp och Hjoån, där medelhalterna av fosfor ökade från främst måttligt höga till höga respektive inom klassen höga halter.

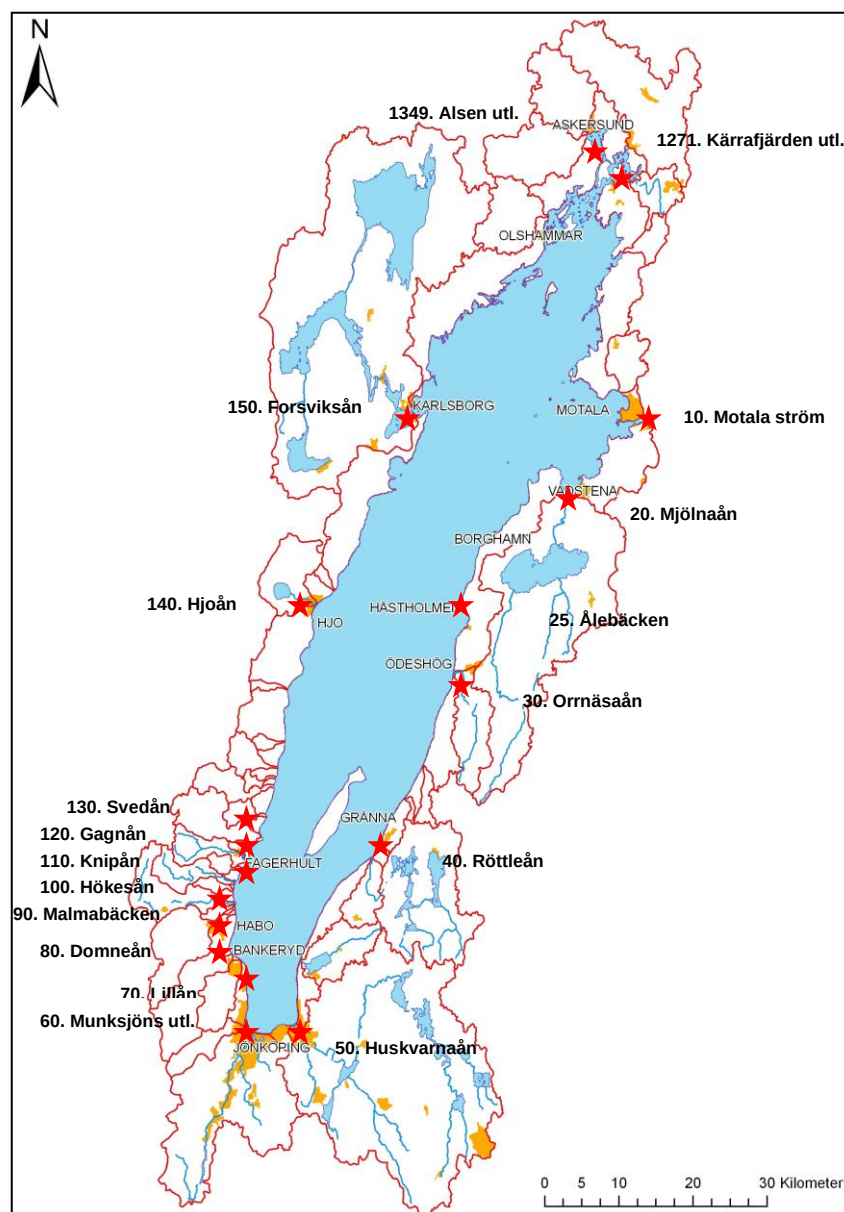
Den mest signifikant minskande trenden för totalkväve under 2000-talet noterades för Malmabäcken, där medelhalterna huvudsakligen minskade inom klassen mycket höga halter, men för första gången bedömdes som höga år 2020. Trenderna mot ökande kvävehalter var tydligast i Hjoån och Orrnäsaån, där de var mycket höga i början och slutet av 2000-talet, men höga däremellan. I Hjoån var 2020 års kvävehalter 2000-talets högsta.

För 12 av 16 stationer där ammoniumkväve analyserats fanns signifikant minskande medelhalter av ammoniumkväve under 2000-talet, men tydligast i Knipån samt utloppen ur Alsen och Munksjön. I Knipån och Alsens utlopp, liksom vid flertalet övriga provplatser, var medelhalterna av ammoniumkväve mycket låga eller låga under hela 2000-talet. Måttligt höga medelhalter förekom främst i Huskvarnaån, Mjölnaån och Ålebäcken. I Munksjöns utlopp klassades medelhalterna av ammoniumkväve oftast som höga, men bedömdes åren 2017 och 2018 som måttligt höga och var åren 2019 och 2020 till och med låga och de lägsta noterade under 2000-talet. I Munksjöns utlopp och Huskvarnaån bidrar utsläpp från reningsverk till förhöjda ammoniumkvävehalter, medan det i Mjölnaån och Ålebäcken troligen främst gäller tillskott från gödsel.

De statistiskt mest säkra minskande trenderna avseende metaller under 2000-talet gäller Malmabäcken (kadmium, koppar, krom och nickel), Kärrafjärdens utlopp (koppar och krom), Motala ström (arsenik och zink), Lillån (koppar), Huskvarnaån (arsenik), Forsviksån (krom) och Alsens utlopp (krom). I Malmabäcken minskade årsmedelhalterna av koppar från höga till främst måttligt höga och klassades år 2020 till och med som låg, medan halterna av kadmium, krom och nickel hela tiden varit låga. I Kärrafjärdens utlopp var kopparhalterna hela tiden låga, medan kromhalterna minskade från låga till mycket låga. I Motala ström var halterna av arsenik och zink oftast mycket låga. Kopparhalterna i Lillån minskade från måttligt höga till låga, medan arsenikhalterna i Huskvarnaån samt kromhalterna i Forsviksån och Alsens utlopp bedömdes som låga eller mycket låga under hela 2000-talet. Ökande halter syntes främst för nickel i Huskvarnaån samt utloppen av Kärrafjärden och Vättern vid Motala ström, bly i Motala ström och kadmium i Munksjöns utlopp, men medelhalterna var som mest låga. De högsta metallhalterna noterades i Kärrafjärdens utlopp, där halterna av zink och bly oftast varit höga beroende på nuvarande och tidigare verksamhet vid Zinkgruvan Mining. Vid denna station var 2020 års blyhalt den högsta under 2000-talet.

Inledning

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet utförde SGS (f.d. SYNLAB) i samarbete med Medins Havs- och Vattenkonsulter AB 2020 års fysikalisk-kemiska vattenundersökningar vid 17 stationer i tillflöden till Vättern samt vid en station i utloppet, Motala ström (figur 2). 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 2000.



Figur 1. 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 vattenprover 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 SGS (f.d. SYNLAB). Kvicksilver analyserades vid IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Prover från Lillån och Malmabäcken analyserades vid Eurofins AB, medan analys av prover från 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.

Resultaten från 2020 års undersökning utvärderades enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999). Dessutom gjordes statusklassning av kvalitetsfaktorerna ”Näringsämnen i vattendrag” och ”Syrgas i sjöar och vattendrag” för treårsperioden 2018-2020 enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25). 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 2019:25). För bly, koppar, nickel och zink beräknades biotillgängliga halter via ”Bio-met Bioavailability Tool” (version 5.0). Vid beräkningarna, som här avser ofiltrerade prov, sattes DOC lika med TOC och bakgrundshalter av zink och arsenik sattes till 2 respektive 0,2 µg/l, vilket var 2020 års medelhalt i Vätterns utlopp vid Motala ström.

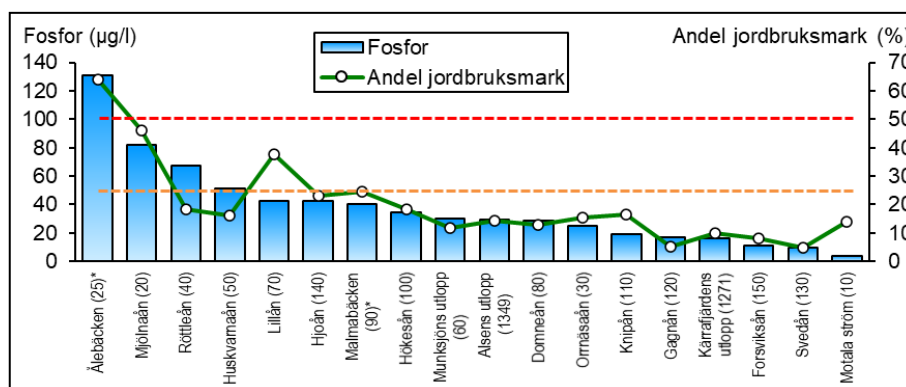


Figur 2. Knipån vid Simonstorp (foto: Medins Havs- och vattenkonsulter AB).

Resultat och diskussion

TILLSTÅNDSBEDÖMNING OCH STATUSKLASSNING ÅR 2020

År 2020 uppmättes extremt hög medelhalt av näringsämnet fosfor i Ålebäcken (figur 3), vilket var fallet även åren 2010-2019. Ålebäcken avvattnar jordbruksområden söder om Tåkern. I Ålebäckens avrinningsområde är andelen jordbruksmark troligen 60-70% (området finns inte som egen vattenförekomst i SMHI:s Vattenwebb). Mycket hög årsmedelhalt av fosfor noterades år 2020 i Mjölnaån, Röttleån och Huskvarnaån (figur 3). Även Mjölnaån är kraftigt påverkad av jordbruk (46% jordbruksmark), medan detta inte gäller Röttleån och Huskvarnaån i lika hög grad (18 respektive 16% jordbruksmark). I flertalet övriga vattendrag uppmättes höga eller måttligt höga medelhalter av fosfor år 2020. I Svedån (nationellt referensvattendrag) och Vätterns utlopp, Motala ström, klassades emellertid fosforhalterna som låga (figur 3). Detta förklaras av att Svedån har den lägsta andelen jordbruksmark i avrinningsområdet (5%) av de undersökta tillflödena. Svedån har dessutom ovanligt stor andel skogsmark (88%). I Motala ström har vattnet passerat Vättern, där lång uppehållstid (cirka 60 år) ger goda möjligheter till "självrening" av fosfor genom utspädning, sedimentation och nedbrytning. I främst Lillån var fosforhalten förvånansvärt låg (figur 4) mot bakgrund av den jämförelsevis stora andelen jordbruksmark i avrinningsområdet (38%), vilket eventuellt kan förklaras av "utspädning" med avloppsvatten från Bankeryds reningsverk.



Figur 3. Årsmedelhalter för fosfor samt andel jordbruksmark i respektive avrinningsområde vid 17 stationer i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström år 2020 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 (*) innebär att avrinningsområdet inte finns som egen vattenförekomst i SMHI:s Vattenwebb, varför uppgift om andel jordbruksmark avser ett något större område.

Statusklassning av kvalitetsfaktorn "Näringsämnen i vattendrag" för treårsperioden 2018-2020 gav hög status för Orrnäsaån, Gagnån, Svedån, Forsviksån och utloppen ur Alsen och Kärrefjärden samt Vätterns utlopp, Motala ström (tabell 1). God näringsstatus noterades för Mjölnaån, Munksjöns utlopp, Domneån, Knipån och Hjoån. Huskvarnaån, Malmabäcken och Hökesån hade måttlig näringsstatus. De kraftigt jordbrukspåverkade vattendragen, Ålebäcken och Lillån (Bankeryd), bedömdes ha

Tabell 1. Klassning av kvalitetsfaktorerna "Näringsämnen i vattendrag" och "Syrgas i sjöar och vattendrag" i enlighet med Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) för 17 stationer i tillflöden till Vättern samt en station i utloppet vid Motala ström (treårsmedelvärde 2018-2020, för syrgas medel av årslägsta halter). Koordinater är angivna i RT 90 2,5 gon V. Inom parentes står näringsstatus utan hänsyn till andelen jordbruksmark i de fall denna ändrats jämfört med statusen beräknad utan hänsyn till andelen jordbruksmark

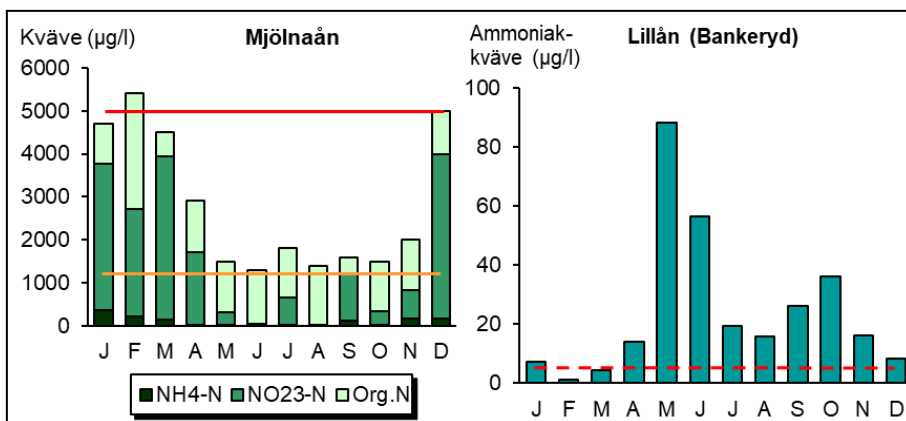
Provtagningsplats	X-koordinat	Y-koordinat	Näringsstatus	Syrgasstatus
<u>Tillflöden</u>	6479170	1444800		
20. Mjölnaån	6463350	1431840	God (otillfredsst.)	Hög
25. Ålebäcken	6456250	1431050	Otillfredsst. (dålig)	God
30. Orrnäsaån	6430920	1418750	Hög	God
40. Röttleån	6408810	1408420	Otillfredsställande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

otillfredsställande näringsstatus, vilket även gällde Röttleån (tabell 1). Jämfört med närmast föregående treårsperiod (2017-2019) var statusen en klass sämre för Mjölnaån (från hög till god), Röttleån (från måttlig till

otillfredsställande) och Hökesån (från god till måttlig). Endast Hjoån fick förbättrad näringsstatus (från måttlig till god).

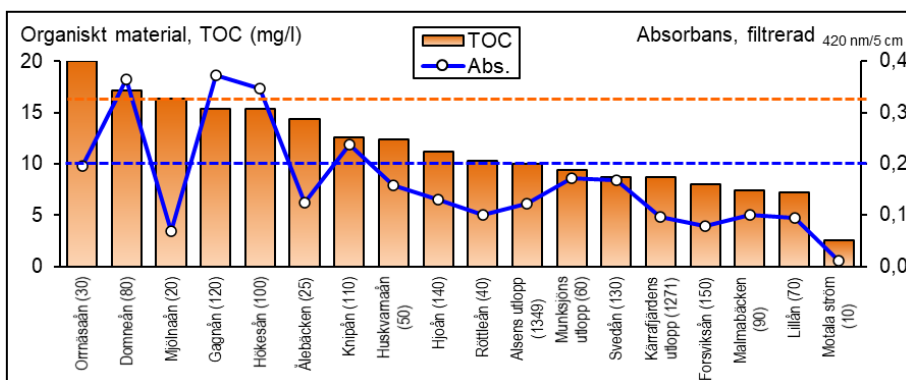
Liksom flera tidigare år hade Ålebäcken extremt höga medelhalter av kväve år 2020. Även Lillån (Bankeryd) har ofta haft extremt höga kvävehalter, men i år klassades dessa som mycket höga, strax under gränsen till extremt höga. Både Ålebäcken och Lillån är starkt påverkade av jordbruk och Lillån även av utsläpp från Bankeryds reningsverk. Ålebäcken hade även extremt hög medelhalt av fosfor (figur 3). Samtliga provplatser med mycket höga kvävehalter hade även mycket höga (Mjölnaån, Röttleån och Huskvarnaån) eller höga fosforhalter. Till de mycket höga kvävehalterna i Munksjöns utlopp bidrar utsläpp från det kommunala reningsverket i Jönköping. Övriga vattendrag med mycket höga kvävehalter, Mjölnaån (figur 4), Röttleån, Huskvarnaån, Hjoån, Orrnäsaån och Hökesån, påverkas förutom av jordbruk troligen av dagvatten i främst de nedre delarna, och Huskvarnaån även av utsläpp från Huskvarna reningsverk. Övriga stationer hade höga eller måttligt höga kvävehalter. I de mest jordbrukspåverkade vattendragen fanns en tydlig säsongsvariation med lägre halter av främst nitrat- och nitritkväve under sommarhalvåret på grund av större upptag i vegetation (se exemplet Mjölnaån i figur 4). Även gödselspridning kan bidra till förhöjda halter under vår och höst.

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 2020 noterades halter över 1500 µg/l endast i Lillån, som påverkas av reningsverket i Bankeryd. Halter över 200 µg/l förekom år 2020 i Mjölnaån (januari och februari), Huskvarnaån nedströms Huskvarna reningsverk (juni och september) och Munksjöns utlopp nedströms Simsholmens reningsverk (februari, mars, april, oktober och november). I jordbruksbygd kan även gödsling ge förhöjda halter av ammoniumkväve, vilket troligen Mjölnaån är ett exempel på. 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. Vid bedömning av ammoniakkväve i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) överskreds gränsen för god status både som årsmedelvärde (1 µg/l) och maximalt enskilt värde (6,8 µg/l) i Lillån vid Bankeryd (årsmedelvärde: 24 µg/l, maximalt enskilt värde: 7,1-88 µg/l, figur 5) och Mjölnaån (årsmedelvärde: 1,6 µg/l).



Figur 4. Vänster diagram: Halter av olika kvävefraktioner i Mjölnaån år 2020 (NH₄-N = ammoniumkväve, NO₃-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). Höger diagram: Halter av ammoniakkväve i Lillån vid Bankeryd år 2020. Röd streckad linje utgör gränsen för god status som maximalt enskilt värde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25).

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 2020 var TOC-halterna allra högst i Orrnäsaån, Domneån och Mjölnaån, där medelhalterna bedömdes som mycket höga (figur 5). Domneån är det av vattendragen med den största andelen sankmark i avrinningsområdet (14% enligt SMHI:s Vattenwebb), vilket även förklarar det starkt färgade vattnet vid denna provplats (figur 5). Däremot har Orrnäsaån och Mjölnaån bara cirka en procent sankmark i avrinningsområdet, varför förklaringen till de mycket höga halterna av organiskt material i dessa vattendrag måste vara en annan. I Gagnån, Hökesån, Ålebäcken, Knipån och Huskvarnaån uppmättes höga medelhalter av TOC (figur 5). Med ett undantag noterades måttligt höga eller låga halter av organiskt material i samtliga övriga vattendrag.



Figur 5. Årsmedelvärden för halter av organiskt material (analyserat som TOC) samt vattenfärg (mätt som absorbans) vid 17 stationer i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström år 2020 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).

I Vätterns utlopp, Motala ström, var alla TOC-halter under året mycket låga beroende på ”självrening” genom utspädning, sedimentation och nedbrytning i Vättern med dess cirka 60 år långa uppehållstid.

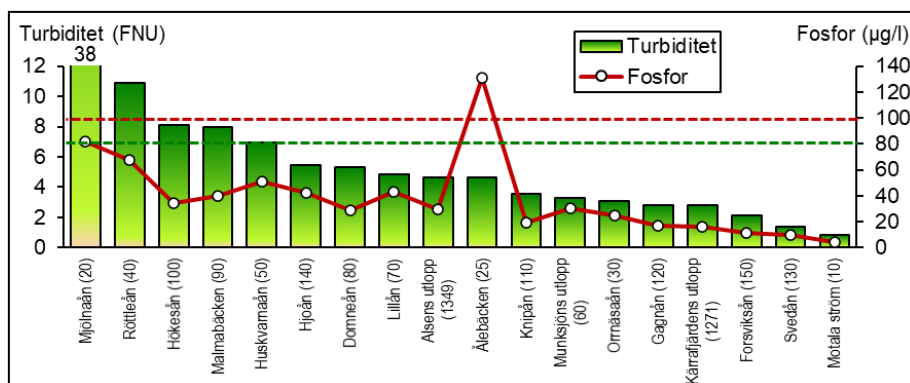
Vid nedbrytning av organiskt material åtgår syre, men år 2020 påvisades ingen syrebrist. Som lägst noterades svagt syretillstånd i Malmabäcken i juni. I Lillån (Bankeryd), Huskvarnaån, Ålebäcken, Domneån och Orrnäsaån rådde måttligt syrerikt tillstånd, medan det var syrerikt i övrigt. Statusklassning av kvalitetsfaktorn ”Syrgas i sjöar och vattendrag” för treårsperioden 2018-2020 gav hög status för alla provplatser utom fem (tabell 1). Ålebäcken, Orrnäsaån, Huskvarnaån och Domneån fick god syrgas-status, medan den bedömdes som måttlig för Lillån.

Som medianvärde för år 2020 hade alla stationer mycket god buffertkapacitet (motståndskraft mot försurning, analyserad som alkalinitet) och pH-värdena påvisade nära neutralt vatten. I Svedån noterades tillfälligt mycket svag buffertkapacitet och surt vatten i februari. Kalkning sker i de övre delarna av några avrinningsområden på främst Vätterns västra sida.

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 mäts numera oftast 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 5), vilket står i överensstämmelse med att andelen sankmark i Domneåns avrinningsområde är jämförelsevis hög (14% enligt SMHI:s Vattenwebb). Även i Gagnån, Hökesån och Knipån klassades emellertid vattnet som starkt färgat (figur 5), trots att andelarna sankmark i dessa avrinningsområden bara är 2-3%. Gemensamt för dessa avrinningsområden är stor andel skogsmark (70-90%) och liten andel sjöar (1-2%), vilket ger stor tillförsel av humusämnen och dåliga förutsättningar för ”självrening” genom sedimentation och nedbrytning. Med ett undantag hade alla övriga provplatser betydligt eller måttligt färgat vatten. I Vätterns utlopp, Motala ström, bedömdes vattnet som ej eller obetydligt färgat (figur 5).

Turbiditeten, eller grumligheten, är ett mått på vattnets innehåll av partiklar. I rinnande naturvatten orsakas grumlingen främst av oorganiska partiklar, till exempel lera, där den största källan är erosion. I sjöar är det oftast organiska partiklar, till exempel alger, som bidrar till grumligheten. Turbiditeten mäts som ljusspridning i en turbidimeter. Starkt grumligt vatten noterades i Mjölnaån, Röttleån, Hökesån och Malmabäcken (figur 6). Det syns ett visst samband såtillvida att stationer med mindre grumligt vatten har lägre fosforhalter (figur 6), vilket påvisar att grumlingen till stor del orsakas av erosion från jordbruksmark (figur 3). Några provplatser, främst Mjölnaån, var dock grumligare än förväntat i relation till fosforhalten (figur 6). Tvärtom var vattnet i Ålebäcken endast betydligt grumligt trots extremt hög fosforhalt (figur 6). Med ett undantag hade samtliga övriga

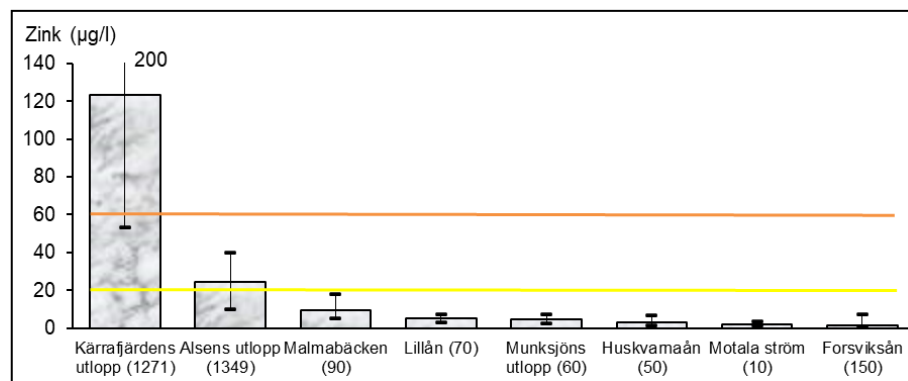
stationer betydligt eller måttligt grumligt vatten. I Vätterns utlopp, Motala ström, klassades vattnet som svagt grumligt främst på grund av ”självrening” genom utspädning och sedimentation i Vättern.



Figur 6. Årsmedelvärden för turbiditet samt fosforhalter vid 17 stationer i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström år 2020 sorterade efter minskande turbiditet. Grön, streckad linje anger gränsen mellan betydligt och starkt grumligt vatten. Brun streckad linje markerar övergången mellan mycket höga och extremt höga fosforhalter. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).

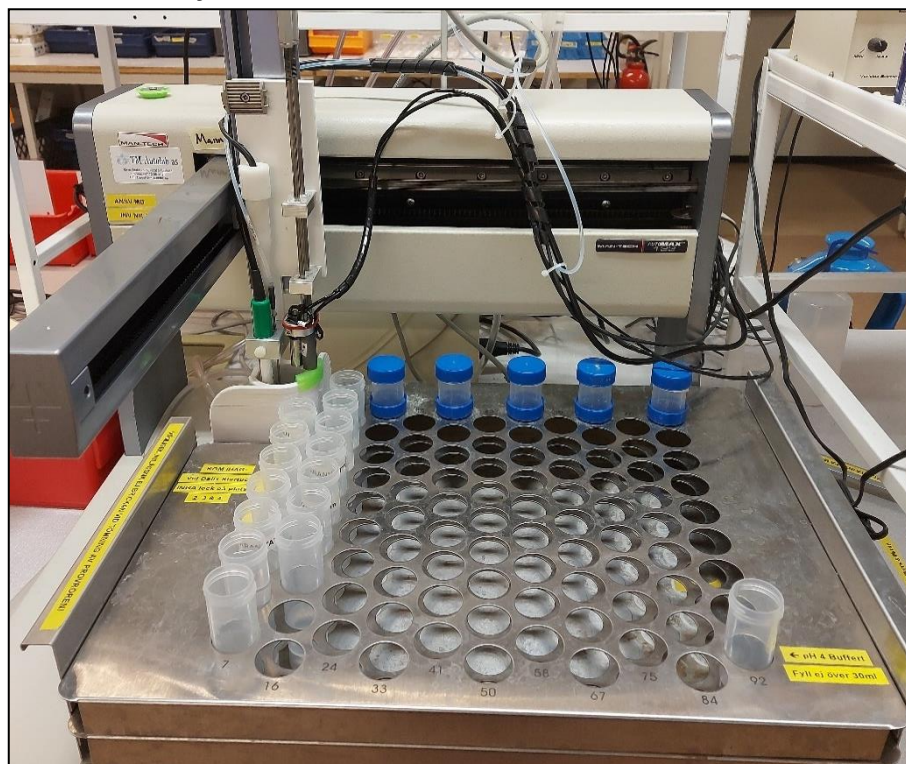
Metaller undersöks vid knappt hälften av stationerna. År 2020 var medelhalterna av arsenik, kadmium, koppar, krom och nickel mycket låga eller låga vid samtliga stationer vid bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999). I Kärrafjärdens utlopp uppmättes emellertid höga medelhalter av bly och zink (figur 7), 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 Kärrafjärdens utlopp noterades till och med en mycket hög blyhalt (21 µg/l) i maj. Även i Alsens utlopp förekom strax över gränsen till måttligt höga medelhalter av bly och zink.

Vid bedömning av metaller i enlighet med Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) överskred årsmedelvärdet för zink i Kärrafjärdens utlopp (25 µg/l, biotillgänglig halt) gränsen för god status (5,5 µg/l, biotillgänglig halt). Medelhalterna av arsenik, kadmium, krom, kvicksilver och nickel överskred inte gränsen för god status vid någon station. Medelhalterna av bly, koppar och nickel överskred inte heller gränsen för god status (biotillgängliga halter) vid någon station. Det ska dock beaktas att bedömning enligt HVMFS 2019:25 avser löst metallfraktion, det vill säga halt efter filtrering genom ett 0,45 µm filter. Aktuella prov är ofiltrerade, och avser totalhalter, varför metallhalterna kan ha överskattats.

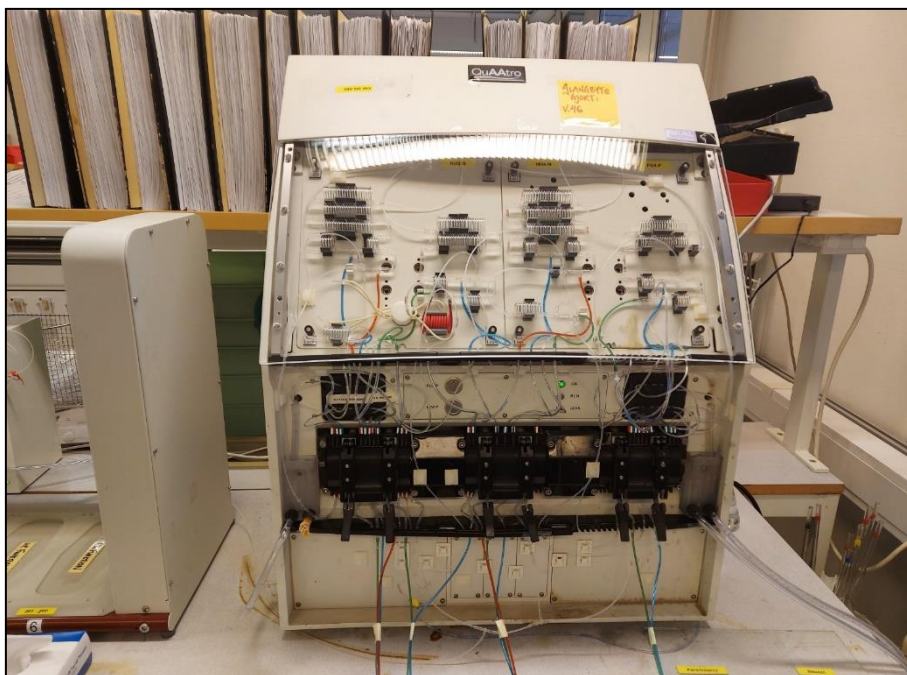


Figur 7. Årsmedelvärden för zink vid sju stationer i tillflöden till Vättern samt stationen i utloppet vid Motala ström år 2020 sorterade efter minskande zinkhalt. Gul linje anger gränsen mellan låga och måttligt höga halter. Över orange linje är halterna höga. Gränsen för mycket höga halter är 300 µg/l. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).

Tema analysinstrument



Figur 8. En robot från tillverkaren Man-Tech för analys av pH, konduktivitet och alkalinitet. Foto: SGS Analytics Sweden AB.



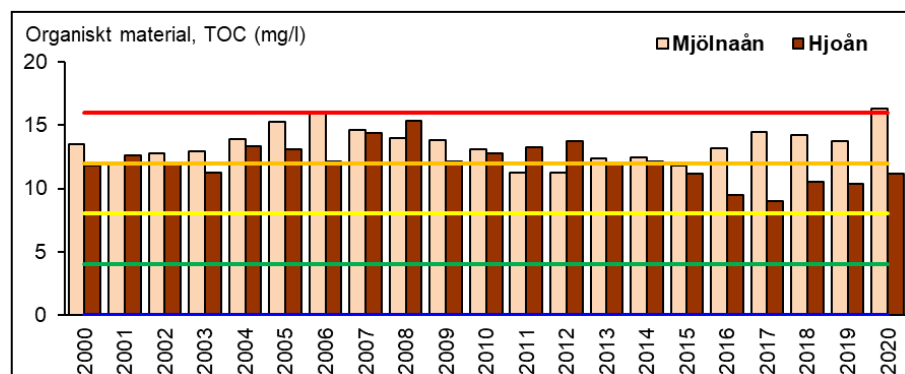
Figur 9. En robot från tillverkaren QuAAtro för analys av totalfosfor, fosfatfosfor, totalkväve, nitratkväve, ammoniumkväve och nitrit-+nitratkväve under kontinuerligt flöde (CFA). Provet dras tillsammans med reagens upp genom systemet och bildar färgkomplex som mäts spektrofotometriskt. Foto: SGS Analytics Sweden AB.

TIDSSERIER OCH TRENDER

Tidsserierna för organiskt material (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 fanns signifikant minskande trender för nio provplatser. Tydligast var detta i Hjoån (figur 10), där minskningen var på två- eller enstjärnig nivå under hela perioden 2000-2020 till och med 2011-2020, då medelhalterna av TOC minskade från höga till måttligt höga halter. Också i Vätterns utlopp, Motala ström, minskade TOC-halterna på oftast tvåstjärnig nivå åren 2000-2020 till och med 2006-2020 inom klassen mycket låga halter. Statistiskt säkra trender mot minskande TOC-halter på tvåstjärnig nivå för mer än enstaka år fanns även för Malmabäcken (från måttligt höga till låga halter). I Röttleån, Huskvarnaån, Hökesån och Forsviksån samt utloppen ur Kärrefjärden och Alsen minskade TOC-halterna på oftast enstjärnig nivå ett eller flera år under 2000-talet.

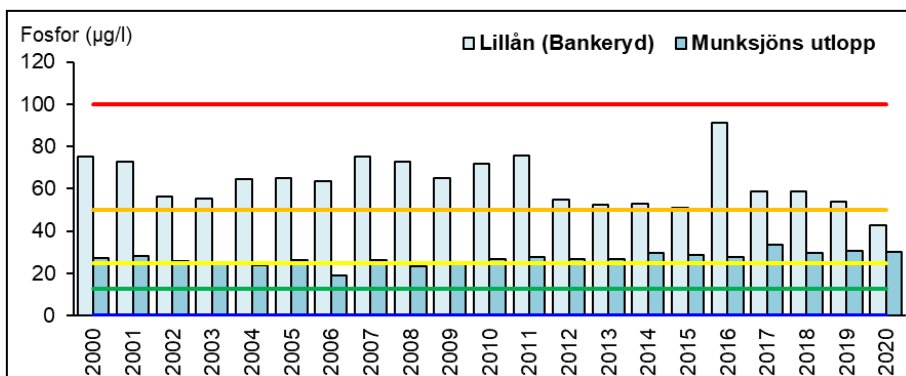
Statistiskt säkerställda trender mot ökande TOC-halter förekom främst i Mjölnaån (figur 10) åren 2010-2020 till och med 2013-2020, då medelhalterna ökade från oftast höga till mycket hög (2020) på varierande två- och enstjärnig nivå. Även i Ålebäcken, Orrnäsaån, Röttleån och Huskvarnaån syntes ökande trender på enstjärnig signifikansnivå för ett eller flera år under 2000-talet.



Figur 10. Årsmedelhalter av organiskt material (analyserat som TOC) i Mjölnaån (station 20) och Hjoån (station 140) under 2000-talet. Över blå linje är halten mycket låg, över grön linje låg, över gul linje måttligt hög, över orange linje hög och över röd linje mycket hög. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

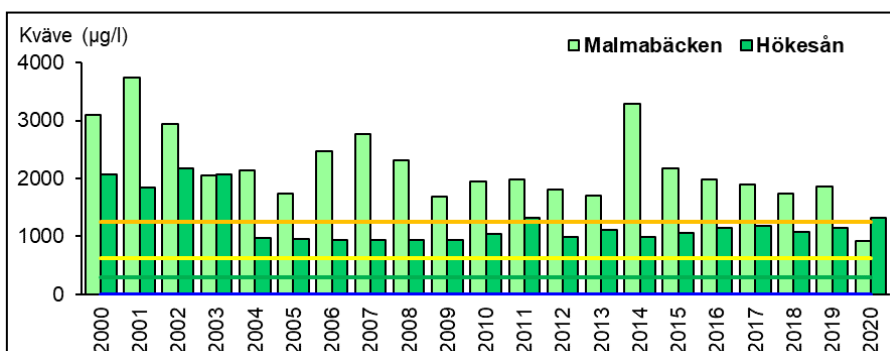
I främst Ålebäcken och Malmabäcken, som är några av de mest jordbrukspåverkade av tillflödena, var fosformedelhalterna signifikant minskande under 2000-talet. Signifikansen var starkast i Ålebäcken, där den för vissa år var minskande till och med på trestjärnig nivå, medan minskningen i Malmabäcken som mest var tvåstjärnig. För de två nämnda stationerna samt Röttleån, Lillån vid Bankeryd (figur 11), Kärrafjärdens utlopp och Vätterns utlopp, Motala ström, fanns även fosforhalter med enstjärnigt minskande signifikans för vissa år. I Malmabäcken minskade fosforhalterna från extremt höga till höga och i Lillån från mycket höga till höga (figur 11), medan de i Ålebäcken och Röttleån samt utloppen ur Kärrafjärden och Vättern bedömdes som fortsatt extremt höga, alltid måttligt höga, oftast måttligt höga respektive låga. Vid nämnda provplatser, utom Röttleån och Kärrafjärdens utlopp, var 2020 års fosformedelhalt den allra lägsta eller bland de lägsta under 2000-talet.

För fyra provplatser, Huskvarnaån, Munksjöns utlopp (figur 11), Hökesån och Hjoån, fanns statistiskt signifikant ökande trender för fosfor under 2000-talet på varierande tre-, två- och enstjärnig nivå. Ökning med trestjärnig signifikans förekom bara i Munksjöns utlopp (figur 11) och Hjoån, där fosformedelhalterna ökade från huvudsakligen måttligt höga till höga respektive inom klassen höga halter. Även i Huskvarnaån och Hökesån bedömdes fosforhalterna oftast som höga under 2000-talet.



Figur 11. Årsmedelhalter av totalfosfor i Lillån vid Bankeryd (station 70) och Munksjöns utlopp (station 60) under 2000-talet. Över blå linje är halterna låga, över grön linje måttligt höga, över gul linje höga, över orange linje mycket höga och över röd linje extremt höga, Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

För totalkväve fanns statistiskt signifikant minskande trender under 2000-talet på oftast enstjärnig nivå för fem stationer. Minskande medelhalter av kväve på tvåstjärnig nivå förekom i Malmabäcken (figur 12), där halterna främst minskade inom klassen mycket höga halter, men för första gången var höga år 2020. Övriga fyra platser med minskande trender på enstjärnig nivå var Svedån och Forsviksån samt utloppen ur Kärrafjärden och Alsen.



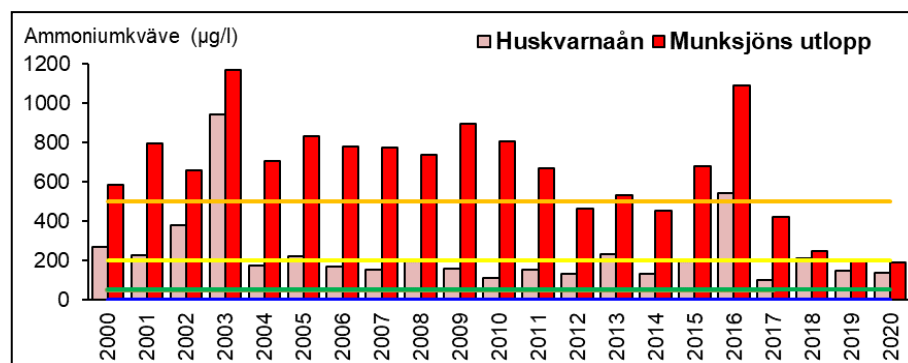
Figur 12. Årsmedelhalter av kväve i Malmabäcken (station 90) och Hökesån (station 100) under 2000-talet. Över blå linje är halten låg, över grön linje måttligt hög, över gul linje hög och över orange linje mycket hög. Gränsen för extremt höga halter är 5000 µg/l. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

I Hökesån (figur 12) halverades kvävehalter mellan åren 2003 och 2004 beroende på att utsläppspunkten för det kommunala reningsverket i Habo flyttades till en våtmark med avrinning direkt till Vättern. Emellertid ökar kvävehalterna i Hökesån igen och klassades år 2020 åter som mycket höga (figur 12). Statistiskt säkra ökande kvävehalter noterades för ytterligare åtta stationer, men tydligast i Hjoån, där ökningen var trestjärnigt signifikant för tio år under 2000-talet. Ökning av kvävehalterna på trestjärnig nivå förekom även i Orrnäsaån 2012-2020. I Orrnäsaån, Huskvarnaån och Hjoån var kvävehalterna mycket höga vid tidsseriens början och slut, men höga däremellan, vilket i Hjoån följde mönstret för fosfor. Även i Lillån (Bankeryd) syntes ett liknande mönster, men där minskade kvävehalterna från extremt höga till mycket höga och ökade åter till extremt höga. Övriga fyra stationer med ökande trender på två- eller oftast enstjärnig nivå var

Ålebäcken, Röttleån, Knipån och Gagnån. I Ålebäcken, Knipån, Hjoån och Kärrafjärdens utlopp var 2020 års kvävedelhalter de högsta under 2000-talet.

För 12 av de 16 stationer där ammoniumkväve analyseras fanns statistiskt signifikant minskande trender under 2000-talet på en-, två- eller trestjärnig nivå. De enda stationerna med minskande halter av ammoniumkväve på trestjärnig nivå var Knipån (2003-2020) samt utloppen ur Munksjön (2003-2020, figur 13) och Alsen (2013-2020). I Hökesån klassades medelhalterna av ammoniumkväve som höga åren 2000-2003, men minskade därefter drastiskt till låga eller mycket låga halter 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 (figur 13) och Mjölnaån bedömdes emellertid medelhalterna ibland 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 (figur 13) klassades medelhalterna av ammoniumkväve oftast som höga, men bedömdes åren 2017 och 2018 som måttligt höga, och var 2019 och 2020 till och med låga och de lägsta noterade under 2000-talet. I Munksjöns utlopp och Huskvarnaån bidrar utsläpp från reningsverk till förhöjda ammoniumkvävehalter, medan det i Mjölnaån och Ålebäcken troligen främst handlar om tillskott från gödsel.

De enda stationerna med statistiskt säkra ökande halter av ammoniumkväve var Orrnäsaån (2010-2020), Hökesån (2014-2020 och 2015-2020), och Vätterns utlopp, Motala ström (2010-2020 t.o.m. 2013-2020), men bara på en- eller tvåstjärnig nivå, och alla halter var mycket låga eller låga.



Figur 13. Årsmedelhalter av ammoniumkväve i Huskvarnaån (station 50) och Munksjöns utlopp (station 60) under 2000-talet. Över blå linje är halten mycket låg, över grön linje låg, över gul linje måttligt hög och över orange linje hög. Gränsen för mycket hög halt är 1500 µg/l. Bedömningar enligt SGS' egen skala.

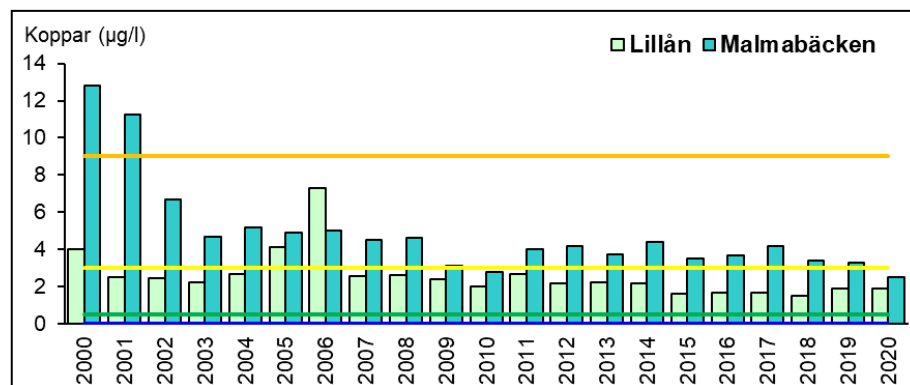
För tungmetaller, som analyseras i sju av tillflödena samt Vätterns utlopp, Motala ström, fanns många signifikant minskande trender för årsmedelhalter av metaller under 2000-talet på en-, två- eller trestjärnig nivå. På trestjärnig nivå gällde det emellertid bara arsenik i Huskvarnaån, kadmium, koppar, krom och nickel i Malmabäcken, krom i Forsviksån, krom i Alsens utlopp, koppar och krom i Kärrafjärdens utlopp, arsenik och zink i

Vätterns utlopp, Motala ström, samt koppar i Lillån (Bankeryd). Vid samtliga åtta provplatser var det även flera metaller som minskade på två- och enstjärnig nivå. I Huskvarnaån gällde detta arsenik och krom, i Munksjöns utlopp arsenik, krom, nickel och zink, i Lillån arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, nickel och zink, i Malmabäcken arsenik, kadmium koppar, krom, nickel och zink samt i Forsviksån arsenik, kadmium, krom och nickel. Minskande halter på två- och enstjärnig nivå förekom även i utloppen av Alsen (arsenik, krom och zink) och Kärrafjärden (arsenik, kadmium, koppar, krom och zink) samt Vättern vid Motala ström (arsenik, kadmium, koppar, krom och zink). I Malmabäcken var 2020 års medelhalter av både koppar och zink de lägsta under 2000-talet. Det noterades inga ökande metallhalter på trestjärnig signifikansnivå. Ökande halter med tvåstjärnig signifikans fanns för bly och nickel i Vätterns utlopp vid Motala ström, för kadmium i Munksjöns utlopp samt för nickel i Huskvarnaån och Kärrafjärdens utlopp.

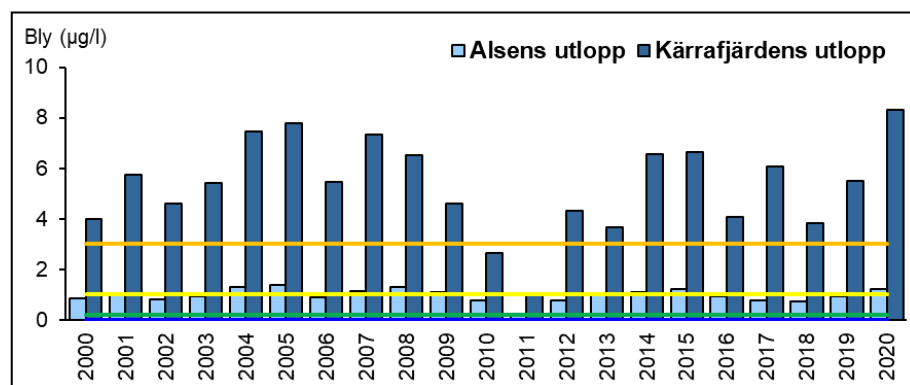
Ökande halter på enstjärnig nivå förekom för kadmium, koppar och kvicksilver i Munksjöns utlopp, för kadmium, koppar och nickel i Huskvarnaån, för kadmium i Lillån samt utloppen ur Alsen och Kärrafjärden, för nickel i Kärrafjärdens utlopp samt för bly, koppar och nickel i Vätterns utlopp, Motala ström.

Vid flertalet stationer var årsmedelhalterna av metaller mycket låga eller låga under hela 2000-talet. I Malmabäcken (figur 14) minskade medelhalterna av koppar från höga till huvudsakligen måttligt höga och klassades år 2020 till och med som låga. I Malmabäcken minskade även medelhalterna av bly och zink från måttligt höga till låga och även 2020 års zinkhalt var den lägsta noterade. I Lillån (Bankeryd) minskade medelhalterna av koppar (figur 14) och bly från måttligt höga till låga. Orsaker till minskande metallhalter i Malmabäcken och Lillån kan till exempel vara minskad tillförsel från ytbehandlingsindustri och dagvatten.

I Kärrafjärdens utlopp var årsmedelhalterna av zink minskande, dock höga, under hela 2000-talet. Vid samma provplats var blyhalterna (figur 15) oftast höga och 2020 års var den allra högsta. Förhöjda halter av zink och bly i Kärrafjärdens utlopp beror på nuvarande och tidigare verksamhet vid Zinkgruvan Mining AB i Askersunds kommun. I Alsens utlopp var blyhalterna (figur 15) under hela 2000-talet på gränsen mellan låga och måttligt höga, medan zinkhalterna minskade från måttligt höga till på gränsen mellan måttligt höga och låga. I Alsens utlopp kan minskande metallhalter eventuellt bero på minskat tillskott från reningsverk och dagvatten.



Figur 14. Årsmedelhalter av koppar i Lillån vid Bankeryd (station 70) och Malmabäcken (station 90) under 2000-talet. Över blå linje är halterna mycket låga, över grön linje låga, över gul linje måttligt höga och över orange linje höga. Gränsen för mycket hög halt är 45 µg/l. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).



Figur 15. Årsmedelhalter av bly i utloppen ur Alsen (station 1349) och Kärrafjärdens (station 1271) under 2000-talet. Över blå linje är halterna mycket låga, över grön linje låga, över gul linje måttligt höga och över orange linje höga. Gränsen för mycket hög halt är 15 µg/l. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999).

Ämnestransporter och arealspecifika förluster

Ann-Charlotte Norborg Carlsson, SGS Analytics Sweden AB

Sammanfattning

År 2020 stod Huskvarnaån, Munksjöns utlopp, Mjölnaån, Forsviksån och Alsens utlopp för tillsammans 82% av den beräknade fosfortransporten. Även kvävetransporten dominerades av fyra av ovan nämnda tillflöden, Munksjöns utlopp, Huskvarnaån, Mjölnaån och Forsviksån, medan Alsens utlopp ersattes med Kärrafjärdens utlopp. Dessa fem tillflöden bidrog tillsammans med 80% av kvävet till Vättern. Delvis samma vattendrag, Huskvarnaån och Forsviksån samt utloppen ur Munksjön, Kärrafjärden och Alsen stod även för 75% av transporten av organiskt material (TOC). Gagnån, Svedån, Knipån och Orrnäsaån var de tillflöden som bidrog med de minsta näringsämnestransporterna (för fosfor även Lillån vid Bankeryd och Hjoån), medan Lillån, Röttleån, Hjoån, Svedån och Gagnån stod för de minsta transporterna av organiskt material (<2 % vardera). Transporterna följer ofta vattenföringen väl med större mängder under år med högt flöde. För flera tillflöden och utflödet noterades således de största transporterna höglödesåren 1995, 1998 och 2007.



Figur 1. Vattenprovtagning med teleskophämtare (foto: SGS, f.d. SYNLAB).

Jämfört med långtidsmedelvärden var 2020 års transporter, liksom åren 2016 till och med 2019, oftast avsevärt under de normala beroende på relativt låg vattenföring. Skillnaderna var störst för Lillån (Bankeryd), Svedån och Mjölnaån, där transporterna av både fosfor (ej Mjölnaån), kväve och TOC var 10-50% mindre än vanligt. Däremot var 2020 års fosfortransporter i särskilt Mjölnaån, Huskvarnaån och Hökesån samt 2020 års kvävetransporter i främst Knipån 20-40% större jämfört med långtidsmedelvärdet. I Huskvarnaån, Munksjöns utlopp och Knipån var 2020 års transport av TOC cirka 10% större än normalt. I Hökesån (fosfor) och Knipån (kväve) var 2020 års transport den näst största i tidsserien med startår 2003. I Lillån (Bankeryd) var 2020 års fosfortransport den allra minsta och kvävetransporten den näst minsta i tidsserien med startår 1992. I Vätterns utlopp (Motala ström) var 2020 års transporter av både fosfor, kväve och TOC 30-50% mindre än vanligt och en av de sex minsta sedan 1990. I främst Lillån, Svedån och Motala ström minskade fosfortransporterna under 1990- och 2000-talen, medan vattenföringen var oförändrad eller ökade svagt, vilket kan tolkas som minskad belastning från punktkällor. I Knipån ökade däremot kvävetransporterna, medan vattenföringen var relativt oförändrat under 2000-talet, vilket antyder ökad påverkan från punktkälla.

För Munksjöns utlopp bedömdes 2020 års arealspecifika förluster (ämnestransporter per avrinningsområdesyta) som höga för både fosfor och kväve. Även Lillån (Bankeryd) och Huskvarnaån hade höga kväveförluster. Både Munksjön och Lillån är kraftigt belastade av näringsämnen (främst kväve) från kommunala reningsverk. Lillåns avrinningsområde omfattar dessutom en stor andel jordbruksmark (37%) och saknar sjöar som kan fungera som ”klarningsbassänger”. Även Huskvarnaån tillförs en hel del näringsämnen från jordbruksmark och dagvatten samt eventuellt bräddat avloppsvatten. Mycket låga förluster av både fosfor och kväve förekom endast i Vätterns utlopp (Motala ström), vilket beror på stor andel vattenyta (35%) i avrinningsområdet samt lång uppehållstid i Vättern (60 år), vilket ger mycket goda förutsättningar för självrening genom utspädning, sedimentation och nedbrytning.

Inledning

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet utförde SGS (f.d. SYNLAB) 2020 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 Vattenwebb (<http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>, SVAR-version 2016_3) för de vattenförekomster som bäst motsvarar respektive station. Ålebäcken och Malmabäcken finns inte som egna områden, varför inga uppgifter erhöles.

För flertalet tillflöden till Vättern hämtades uppgifter om vattenföring för perioden 2004-2020 som modellberäknade data från SMHI:s Vattenwebb (<http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>, HYPE-version 5_14_0). I tidigare versioner fanns värden från och med år 1999 respektive 1990 och för åren 1990-2003 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 1960-2020. För denna station användes även månadsmedelvärden. Även i Svedån vid Sved finns en vattenföringsstation (nr 2359), varför dessa data användes. För vissa tillflöden 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 publicerade transportberäkningar i recipientkontrollen.

Utifrån dygnsmedelvattenföring för respektive tillflöde (oftast vid mynningen i Vättern) samt för utloppet, Motala ström, vilka hämtades från SMHI:s Vattenwebb (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 Alsens utlopp, Domneån, Forsviksån, Gagnån, Hjoån, Kärrafjärdens utlopp, Mjölneån, Motala ström, Orrnäsaån, Röttleån och Svedån. För Huskvarnaån, Hökesån, Knipån, Lillån (Bankeryd) och Munksjöns utlopp användes samma transportvärden som framkommit inom den samordnade recipientkontrollen för "Södra Vättern" (ALcontrol AB och Calluna AB). I Svedån och Forsviksån ligger provpunkterna ett stycke uppströms mynningen i Vättern. Transporterna vid dessa 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 2018-2020 och för varje enskilt år i tidsserierna. Areförlusterna bedömdes i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999). Tidsserierna utvärderades statistiskt med Mann-Kendall-test.

Resultat och diskussion

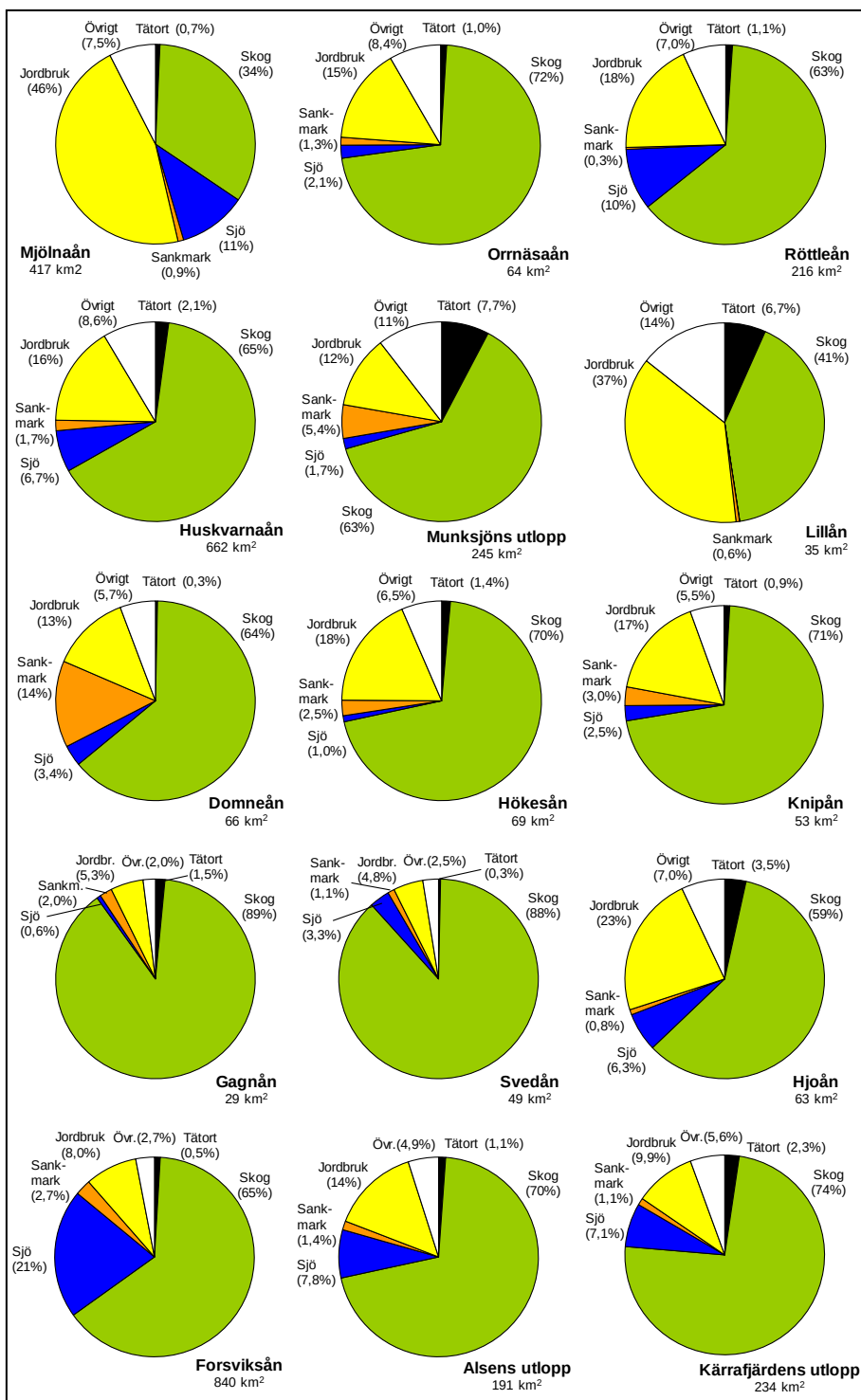
MARKANVÄNDNING

Markanvändningen i avrinningsområdena för 15 av de 17 undersökta tillflödena till Vättern framgår av figur 2. I 14 områden är dominerande markslag skog, som varierar mellan 41% i Lillån (Bankeryd) och knappt 90% i Gagnån och Svedån. I Mjölneån dominerar jordbruksmarken (46%). Jordbruksmark utgör en stor andel även i flertalet övriga avrinningsområden. Avrinningsområden med mindre än 10% jordbruksmark är Gagnån och Svedån (5%) samt Forsviksån (8%) och Kärrefjärdens utlopp (10%). Beroende på påverkan av erosion och gödsling är markläckaget av näringsämnen större från jordbruksmark än från skogsmark, varför halterna av fosfor och kväve i intilliggande vattendrag 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 ”klarningsbassänger” där partiklar av organiskt (humus, alger) eller oorganiskt (lera) material kan sedimentera och/eller nedbrytning ske. Sjöprocenten är klart störst i Forsviksåns avrinningsområde (21%, figur 2), där sjöarna Unden och Viken utgör en stor del av området. Därefter följer Mjölneån och Röttleån med 11 respektive 10% sjö. I Mjölneåns avrinningsområde ligger sjön Tåkern och i Röttleåns avrinningsområde finns sjöarna Ören och Bunn. Följande åtta avrinningsområden har en sjöprocent mindre än fyra procent: Ornäsaån, Munksjöns utlopp, Lillån, Domneån, Hökesån, Knipån, Gagnån och Svedån.

Sämst vattenkvalitet kan följaktligen förväntas i tillflöden med stor andel jordbruksmark och liten andel sjöar, vilket stämmer bäst in på Lillån. Tvärtom kan bäst vattenkvalitet förväntas i tillflöden med liten andel jordbruksmark och stor andel sjöar, vilket stämmer bäst 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 (14%, figur 2). Domneån hade också 2020 års högsta maximala värden för både färgtal (mätt som absorbans) och organiskt material (analyserat som TOC) och de näst högsta medelvärdena. (Se kapitlet ”Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp”).

Andelen tätort är störst i Munksjöns utlopp och Lillån (8 respektive 7%, figur 2). 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 främst Lillån syntes påverkan från det kommunala reningsverket i Bankeryd som mycket höga medelhalter av ammoniumkväve (se kapitlet ”Vattenkvalitet i Vätterns tillflöden och utlopp”).

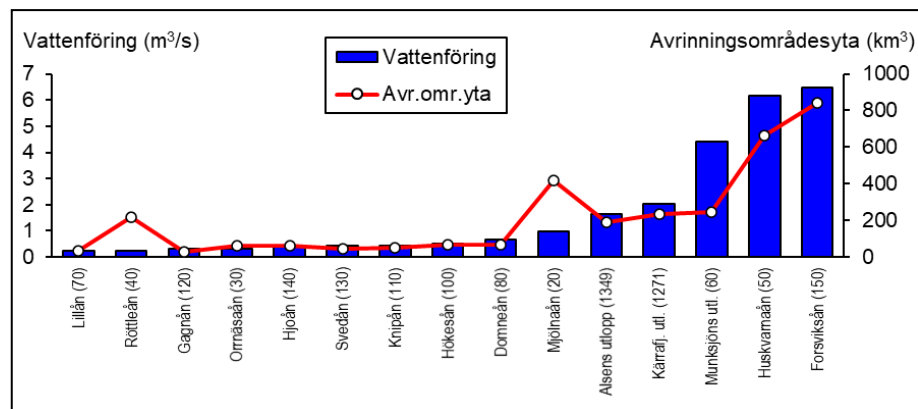


Figur 2. Procentuell fördelning av markslag för 15 av 17 undersökta tillflöden till Vättern. För Ålebacken och Malmabacken fanns inga uppgifter att tillgå på SMHI:s Vattenwebb (<http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>).

VATTENFÖRING

Vattenföringen har stor betydelse för vattenorganismernas livsmiljö. Vid litet vattenflöde ökar konkurrensen om utrymmet eftersom arealen vattenyta minskar. Vidare ökar risken för syrgasbrist. Litet vattenflöde ger dessutom ökad påverkan från eventuella punktkällor som en koncentrationseffekt. Vid större vattenflöden ökar risken för bortspolning av organismer, medan vattenkvaliteten kan vara bättre. Vattenföringen påverkar transporter av till exempel näringsämnena 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 0,24 m³/s (Lillån) och 6,5 m³/s (Forsviksån) som årsmedelvärde 2020 (figur 3). Medelavrinningen ut ur Vättern vid Motala ström var 31 m³/s. I flertalet vattendrag var vattenföringen allra högst i början (januari, februari och mars) och i viss mån i slutet (november och december) av året och lägst under senvår, sommar och tidig höst (maj till och med oktober). Inte så förvånande fanns ett tydligt samband mellan årsmedelvattenföring och respektive tillflödes avrinningsområdesyta (figur 3). I Röttleån och Mjölneån var flödet anmärkningsvärt litet i förhållande till respektive avrinningsområdes storlek, troligen beroende på reglering för produktion av elkraft (figur 3). I Munksjöns utlopp var flödet tvärtom större än förväntat relaterat till avrinningsområdets storlek beroende på pumpning av vatten till Munksjön från Vättern (figur 3).



Figur 3. Medelvattenföring år 2020 samt avrinningsområdets yta för 15 av 17 undersökta tillflöden till Vättern. För Ålebäcken och Malmabäcken fanns inga uppgifter att tillgå på SMHI:s VattenWeb.

År 2020 var medelvattenföringen i samtliga tillflöden lägre (1-41%) än medelvärden för perioden 1990-2019. Vattenföringen var särskilt mycket lägre i Mjölneån (41%), Röttleån (27%) och Orrnäsaån (25%), där den bara varit lägre fem år tidigare. Orsaken till de jämförelsevis låga flödena kan åtminstone delvis vara relativt lite nederbörd i främst april, september och november (se kapitlet "Klimat och vattenstånd"). I Mjölneån kan även regleringsförhållanden ha bidragit. I flertalet tillflöden förekom den högsta vattenföringen åren 1995, 1998, 2007 och 2012. I de nordligaste tillflödena, utloppen ur Alsen och Kärrafjärden, noterades dock den allra högsta

vattenföringen år 2000. År med särskilt låg medelvattenföring var 1996, 2003, 2005, 2009 och 2013 samt 2016-2019. I flera tillflöden (Mjölnaån, Orrnäsaån, Gagnån, Svedån, Hjoån och Forsviksån samt utloppen ur Alsen och Kärrafjärden) förekom ovanligt låg vattenföring även under perioden 1990-1993.

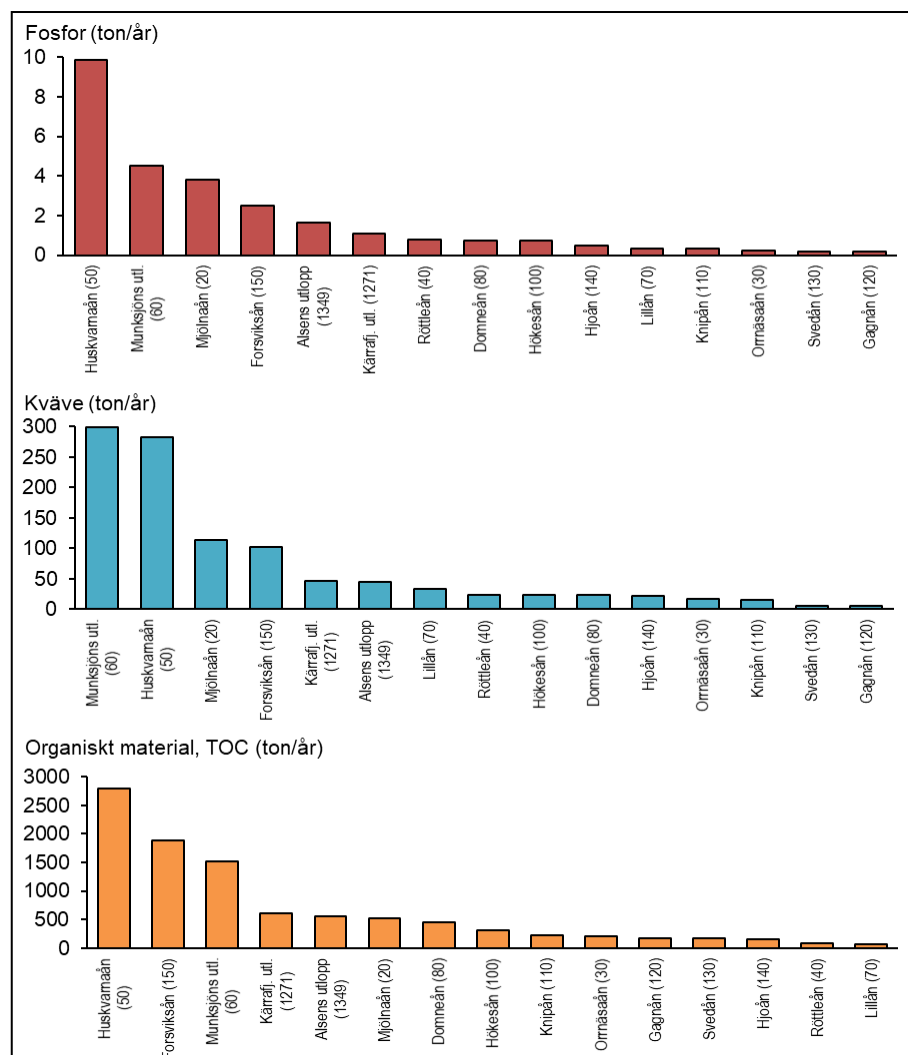
ÄMNESTRANSPORTER

Ämnestransporterna för år 2020 av näringsämnena fosfor och kväve samt syreförbrukande organiskt material (analyserat som TOC) redovisas i tabell 1 och figur 4. Fosfortransporten var klart störst i Huskvarnaån (36%), följd av Munksjöns utlopp (17%), Mjölnaån (14%), Forsviksån (9%) och

Tabell 1. Ämnestransporter av fosfor, kväve och organiskt material (analyserat som TOC) år 2020 för 15 av 17 undersökta tillflöden till Vättern samt utloppet Motala ström. Nederst anges transporter till de fyra vattenförekomsterna i Vättern. För Ålebäcken och Malmabäcken kunde inga beräkningar göras, eftersom inga uppgifter om vattenföring fanns att tillgå på SMHI:s Vattenwebb)

Provtagningsplats	Fosfor (ton/år)	Kväve (ton/år)	TOC (ton/år)
<u>Tillflöden</u>			
20. Mjölnaån	3,82	114	526
25. Ålebäcken	-	-	-
30. Orrnäsaån	0,211	16,7	209
40. Röttleån	0,784	24,2	90,8
50. Huskvarnaån	9,84	283	2791
60. Munksjöns utlopp	4,53	299	1526
70. Lillån	0,340	34,3	73,2
80. Domneån	0,730	23,5	455
90. Malmabäcken	-	-	-
100. Hökesån	0,720	23,6	319
110. Knipån	0,330	15,7	227
120. Gagnån	0,172	5,97	172
130. Svedån	0,160	6,15	167
140. Hjoån	0,501	21,5	152
150. Forsviksån	2,51	102	1880
1349. Alsens utlopp	1,64	44,7	563
1271. Kärrafjärdens utlopp	1,09	46,9	600
Summa	27,3	1061	9751
<u>Utlopp</u>			
10. Motala ström	3,77	629	2477
<u>Vattenförekomster</u>			
Alsen	1,64	44,7	563
Kärrafjärden	1,09	46,9	600
Duvfjärden (Alsen+Kärrafjärden)	2,73	91,6	1163
Storvättern	24,6	970	8588

Alsens utlopp (6%). Tillsammans stod dessa fem tillflöden för 82% av den beräknade fosfortransporten till Vättern. Även kvävetransporten dominerades av fyra av ovan nämnda tillflöden, Munksjöns utlopp (28%), Huskvarnaån (27%), Mjölnaån (11%) och Forsviksån (10%), medan Alsens utlopp ersattes med Kärrafjärdens utlopp (4%). Dessa fem tillflöden bidrog tillsammans med 80% av kvävet till Vättern. Delvis samma vatten drag, Huskvarnaån (29%) och Forsviksån (19%) samt utloppen ur Munksjön (16%), Kärrafjärden (6%) och Alsen (6%) stod även för 75% av transporten av organiskt material. Gagnån, Svedån, Knipån och Ornsåsaån var de tillflöden som bidrog med de minsta näringsämnestransporterna (för fosfor även Lillån och Hjoån), medan Lillån, Röttleån, Hjoån, Svedån och Gagnån stod för de minsta transporterna av organiskt material (<2 % vardera).

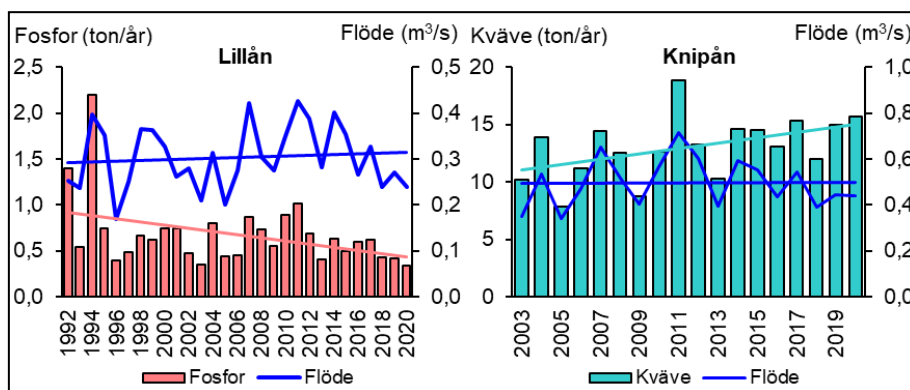


Figur 4. Ämnestransporter av fosfor, kväve och organiskt material (analyserat som TOC) år 2020 för 15 av 17 undersökta tillflöden till Vättern sorterade i storleksordning. För Ålebäcken och Malmbäcken kunde inga beräkningar göras, eftersom inga uppgifter om vattenföring fanns att tillgå på SMHI:s Vattenwebb.

I ett längre tidsperspektiv har transporterna 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 och utflödet (figur 5) noterades således de största transporterna åren 1995, 1998 och 2007. Vid utloppen ur Alsen och Kärrafjärden förekom emellertid de största transporterna år 2000 samt i Hökesån, Knipån (figur 5) och Lillån oftast år 2011.

Jämfört med långtidsmedelvärden (oftast från början eller mitten av 1990-talet till och med 2019) var 2020 års transporter, liksom åren 2016 till och med 2019, oftast avsevärt under de normala. För fosfor var skillnaderna störst i Lillån (-51%, figur 5) och Svedån (-30%). För kväve var skillnaderna störst i Mjölnaån (-28%), Lillån (-28%) och Svedån (-26%). Däremot var 2020 års fosfortransporter i särskilt Mjölnaån (+44%), Huskvarnaån (+34%) och Hökesån (+31%) samt 2020 års kvävetransporter i främst Knipån (+22%, figur 5) större jämfört med långtidsmedelvärdet. För organiskt material (analyserat som TOC) var transporterna med tre undantag mindre än vanligt med den största avvikelsen i Mjölnaån (-28%). I Huskvarnaån, Munksjöns utlopp och Knipån var 2020 års transport av TOC däremot något större än normalt. I Hökesån (fosfor) och Knipån (kväve, figur 5) var 2020 års transport den näst största i tidsserien med startår 2003. I Lillån var 2020 års fosfortransport den allra minsta (figur 5) och kvävetransporten den näst minsta i tidsserien med startår 1992. Även i Svedån var 2020 års fosfortransport den fjärde minsta sedan 1990. I Vätterns utlopp (Motala ström) var 2020 års transport av både fosfor, kväve och TOC 30-50% mindre än vanligt och en av de sex minsta sedan 1990.

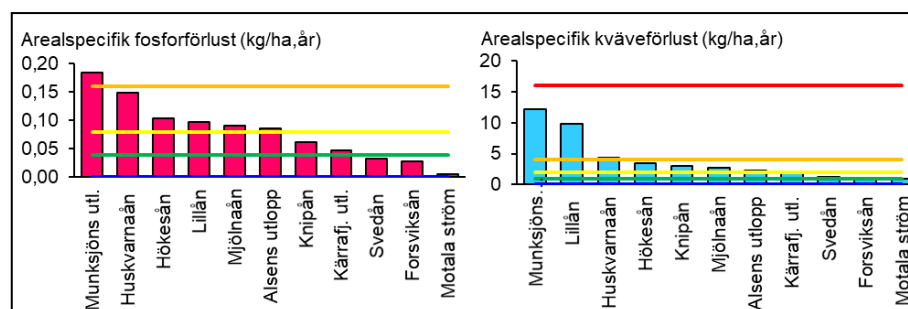
I främst Lillån (figur 5), Svedån och Motala ström minskade fosfortransporterna under den knappa 30-årsperioden, medan vattenföringen var oförändrad eller ökade svagt, vilket kan tolkas som minskad belastning från punktkällor. I Svedån minskade även kvävetransporten medan flödet ökade svagt. I Knipån ökade däremot kvävetransporterna, medan vattenföringen var relativt oförändrat under 2000-talet (figur 5), vilket kan tyda på ökad påverkan från punktkälla.



Figur 5. Årstransporter av näringsämnet fosfor i Lillån (station 70) och Knipån (station 110) samt årsmedelvattenföring åren 1926-2020 respektive 2003-2020. Linjer avser linjär regression.

AREALSPECIFIKA FÖRLUSTER

För Munksjöns utlopp bedömdes 2020 års arealförluster (ämnestransporter per avrinningsområdesyta) som höga för både fosfor och kväve (figur 6). Även Lillån och Huskvarnaån hade höga kväveförluster. Både Munksjön och Lillån är kraftigt näringsbelastade (främst kväve) från kommunala reningsverk i centrala Jönköping respektive Bankeryd. Lillåns avrinningsområde omfattar även en stor andel jordbruksmark (37%) och saknar sjöar (figur 2) som fungerar som ”klarningsbassänger”. Även Huskvarnaån tillförs en hel del näring från jordbruksmark och dagvatten samt eventuellt bräddat avloppsvatten. Huskvarnaån och Lillån hade måttligt höga fosforförluster, vilket även gällde Hökesån, Mjölnaån och Alsens utlopp. Måttligt höga kväveförluster noterades för Hökesån, Knipån och Mjölnaån samt utloppen ur Alsen och Kärrafjärden (figur 6). För Knipån och Kärrafjärdens utlopp klassades fosforförlusterna som låga. Svedån och Forsviksån med stor andel skogsmark respektive vattenyta hade låga kväveförluster och mycket låga fosforförluster (figur 6). Mycket låga förluster av både fosfor och kväve förekom endast i Vätterns utlopp (Motala ström), vilket beror på stor andel vattenyta (35%) i avrinningsområdet samt lång uppehållstid i Vättern (60 år), vilket ger mycket goda förutsättningar för självrening genom utspädning, sedimentation och nedbrytning.



Figur 6. Areal specifika förluster av fosfor respektive kväve år 2020 för 10 av 17 undersökta tillflöden till Vättern samt Vätterns utlopp vid Motala ström. Över blå linje är förlusterna mycket låga, över grön linje låga, över gul linje måttligt höga, över orange linje höga och över röd linje mycket höga. Bedömningar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913, 1999).

För arealspecifika förluster under 2000-talet finns bara en statistiskt säker trend på trestjärnig nivå ($p < 0,001$) gällande minskande fosforförluster i Vätterns utlopp vid Motala ström (2000-2020). Detta är även en av fem stationer med minskande förluster (fosfor 2001-2020, 2005-2020 och 2007-2020) med tvåstjärnig signifikans ($p < 0,01$). Övriga fyra är: Munksjöns utlopp (kväve, 2006-2020), Svedån (kväve, 2004-2020), Lillån (fosfor, 2007-2020 och 2010-2020) och Kärrafjärdens utlopp (kväve, 2000-2020). För dessa fem finns även enstjärnigt signifikanta trender ($p < 0,05$) mot minskande förluster av fosfor och/eller kväve för flera år. Andra platser med minskande förluster på enstjärnig nivå för enstaka år är: Huskvarnaån (kväve och fosfor), Knipån (fosfor), Forsviksån (kväve) och Alsens utlopp (kväve). I flera fall kan minskande förluster under 2000-talet kopplas till minskande flöde (minskat markläckage). Det finns bara ett fall med ökande förluster (kväve i Knipån, jämför figur 5) på enstjärnig nivå.

Växtplankton

Ingrid Hårding, Medins Havs och Vattenkonsulter AB

Sammanfattning

Resultaten från 2020 års undersökningar av växtplankton i Vättern visade på hög näringsstatus för både Edeskvärna och Jungfrun. Biomassan var mycket liten under hela säsongen. I juni var biomassan som högst då mängden kiselalger var som störst under säsongen.

Inledning

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

Provtagnings- och analysmetoder

Provtagning av växtplankton i Vättern utförs fyra gånger om året under perioden april till september. År 2020 utfördes provtagningarna 27 april, 1-2 juni, 20-21 juli och 1-3 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	Edeskvärna	6424370-1406420	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 håvning. 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), ”Handledningen för miljöövervakning” (Havs och vattenmyndigheten 2016) och standarden SS-EN 16695:2015. Sedimenterad volym för 2020 års prover var mellan

10 och 25 ml. Statusklassningen utfördes enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (Havs och vattenmyndigheten 2013 respektive 2019).

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/>).

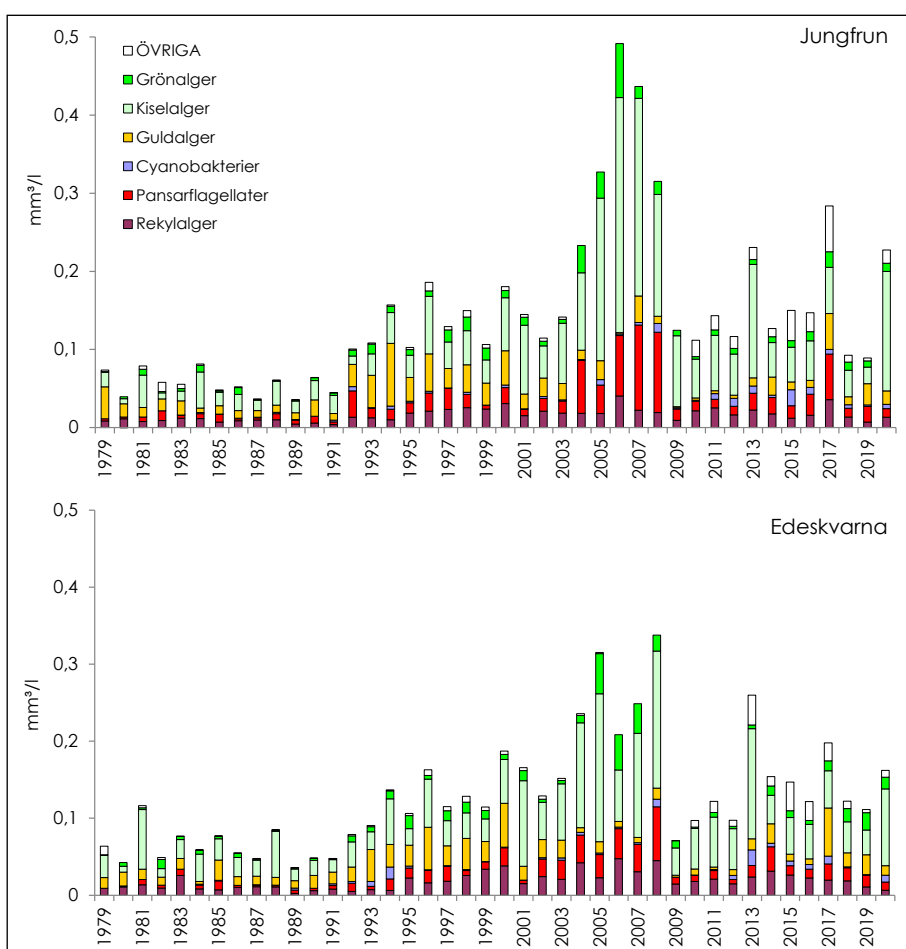
Resultat och diskussion

Nedan följer en sammanfattande redovisning av resultaten från 2020 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.

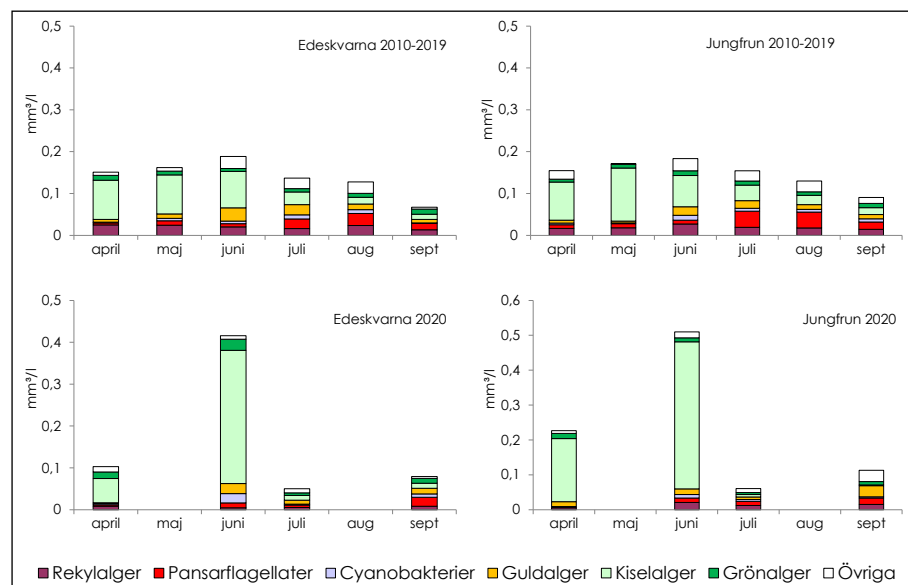
Vätterns växtplanktonsamhälle är typiskt för näringsfattiga sjöar. Det visar sig genom att biovolymerna är låga, att indikatorerna på oligotrofi (näringsfattigdom) är många och att cyanobakterier (blågrönalger) inte utgör någon större del av biomassan. Antalet arter är vanligtvis mellan 40 och 50 i juli-augusti och artsammansättningen domineras av kiselalger, guldalger, rekylalger och pansarflagellater (figur 1). Resultaten från år 2020 överensstämmer rätt väl med detta. Den totala biovolymen av växtplankton var mycket liten vid både Edesvarna och Jungfrun (figur 2). Den största biovolymen, dominerad av kiselalger, noterades i juni. Biomassan var då 0,41 mg/l vid Edesvarna och 0,51 mg/l vid Jungfrun, vilket alltjämt är en mycket liten biomassa. Mängden kiselalger i april var dock liten, vilket visar att Vättern är näringsfattig. Artantalet var högst i juliprovet från Jungfrun, då 50 taxa påträffades. Arter som indikerar oligotrofi (näringsfattigdom) var vanligt förekommande under året, främst olika guldalger. Det noterades mycket låga biomassor av potentiellt giftbildande cyanobakterier (blågrönalger) vid 2020 års provtagningar.

Enligt tidsserien (**Fel! Hittar inte referensskälla.**) kan det se ut som att växtplanktonbiomassan i Vättern har ökat sedan år 1979. Detta förklaras dock till stor del av förändrad analysmetodik år 1992. Innan dess beräknades biomassan bara på de dominerande arterna i provet. Totalbiomassan var således egentligen lite högre dessa år än vad figuren visar. Metoden under efterföljande år innebär att biomassan beräknas på alla funna arter i provet, och endast små förändringar i metodiken bör ha förekommit. Från och med 2019 års provtagning började till exempel mätstandarden SS-EN 16695:2015 användas, vilket innebär ändrad formel för volymsberäkningen för vissa arter, men detta ser inte ut att ha förändrat resultaten i någon högre grad. Biomassan av växtplankton i Vättern har dock, oavsett metod, varit mycket liten under hela undersökningsperioden. Växtplanktonbiomassan i en klar, djup sjö i södra Sverige räknas som mycket liten om den är under 0,5 mg/l, och som liten upp till 1 mg/l.

Klassificeringen av en sjös näringsstatus med avseende på växtplankton-samhället ska göras på ett juli- eller augustiprov. Enligt tidigare bedömningsgrunder (Havs- och vattenmyndigheten 2013) beräknas statusen genom en sammanvägning av följande parametrar: totalbiomassa av växtplankton, andel cyanobakterier (blågrönalger) och trofiskt planktonindex (TPI). Från och med år 2019 redovisas även näringsstatus enligt de nyare bedömningsgrunderna (Havs- och vattenmyndigheten 2019). Enligt dessa beräknas statusen genom en sammanvägning av: totalbiomassa av växtplankton och planktontrofiskt index (PTI). Enligt både de äldre och nyare bedömningsgrunderna sker klassningen av näringsstatus 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.



Figur 1. Säsongsmedelvärden för växtplanktonbiovolym uppdelade på viktiga grupper vid stationerna Edeskvärna och Jungfrun i Vättern åren 1979-2020. Analysmetodikerna åren 1979-1991 innebar att man bara analyserade dominerande arter, varför biomassan dessa år förmodligen var något högre än diagrammet visar. Åren 1979-2003 gjordes analyserna vid SLU, 2004-2009 vid Pelagia Miljökonsult AB och 2010-2020 vid Medins Havs och Vattenkonsulter AB.



Figur 2. Biovolym av växtplankton vid 2020 års provtagningar samt månadsmedelvärden för perioden 2010-2019 för stationerna Edeskvärna och Jungfrun i Vättern. Värdena avser provtagna på 0-24 meters djup.

Sammanvägd status enligt de äldre bedömningsgrunderna beräknades därför utifrån medelvärden för total biovolym, andel cyanobakterier (blågrönalger) och trofiskt planktonindex (TPI) för treårsperioden 2018-2020 och för de nyare användes ett tvåårsmedel för 2019-2020. I tabell 2 visas värden för nämnda parametrar och sammanvägd status för Edeskvärna respektive Jungfrun. Årets juliprov användes för klassificeringen. De olika delkriterierna gav ett samstämmigt resultat och båda stationerna fick hög sammanvägd status enligt både de äldre och nyare bedömningsgrunderna.

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 2018-2020.

Station	Totalbiomassa (mg/l) 3-års medelvärde	Klassning enligt HVMFS 2013:19 (3 årsvärden)			Klassning enl. HVMFS 2019:25 (2 årsvärden)	
		Andel cyanobakterier (%)	Trofiskt planktonindex (TPI)	Sammanvägd status	Plankton-trofiskt index (PTI)	Sammanvägd näringsstatus
Edeskvärna	0,097	3,04	-0,89	Hög	-0,084	Hög
Jungfrun	0,117	6,62	-1,17	Hög	-0,204	Hög

Djurplankton

Ingrid Hårding, Medins Havs och Vattenkonsulter AB

Sammanfattning

Under år 2020 var mängden djurplankton i Vättern fortsatt liten, vilket tyder på ett näringsfattigt tillstånd. Vanliga arter var till exempel hjuldjuren *Polyarthra vulgaris* och *Keratella cochlearis* samt hinnkräftan *Bosmina (Eubosmina) longispina* och hoppkräftan *Eudiaptomus gracilis* (figur 1). Även glacialrelikterna *Eurytemora lacustris*, *Heterocope appendiculata* och *Limnocalanus macrurus* var vanligt förekommande. Arter som indikerar näringsfattigdom dominerade artsammansättningen.



Figur 1. Djurplankton i Vättern år 2020. Överst till vänster: femte benparet från en hane av arten *Eudiaptomus gracilis*. Överst till höger: hane av arten *Thermocyclops oithonoides*. Nederst till vänster: hona av arten *Bosmina (Eubosmina) longispina*. Nederst till höger: hona av arten *Eudiaptomus gracilis*. Foto: Medins Havs och Vattenkonsulter AB ©.

Inledning

Övervakningen av djurplankton omfattar hoppkräftor, hinnkräftor och hjuldjur. Av dessa är framförallt 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 rolevande 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 glädje för friluftslivet och dricksvattenkonsumenter.

Djurplankton vandrar i djupled över dygnet och 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 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).

Provtagnings- och analysmetoder

Djurplanktonproven togs 20-21 juli samt 1 och 3 september 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 provtagningsskikt (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. Cirka 200 rotatorier (hulldjur) och 200 kräftdjur från varje prov räknades och artbestämdes. Större arter, som *Limnocalanus* och *Leptodora*, räknades i en större del av provet eller i hela provet om det var möjligt. Metoderna för provtagning och analys följde ”Handledning för miljöövervakning”, undersökningstyp: ”Djurplankton i sjöar” (Havs- och vattenmyndigheten 2016) och provtagningsprogrammet för Vättern.

Resultat och diskussion

ARTFÖREKOMST

Nedan följer en sammanfattande redovisning av resultaten från 2020 års provtagning. Fullständiga artlistor återfinns hos datavärden SLU, på hemsidan för Institutionen för vatten och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet (<http://www.slu.se/vatten-miljo>).

Djurplanktonsamhället i Vättern är artfattigt. Sammantaget i proven hittades totalt cirka 17 olika arter av kräftdjur och cirka 16 arter av hjuldjur. Vätterns djurplanktonsamhälle är stabilt vad gäller artförekomst och 2020 års artsammansättning liknar tidigare års. Bland indikatorerna överväger arter som föredrar näringsfattiga förhållanden. De dominerande arterna bland hinnkräftorna var *Daphnia galeata*, *Daphnia cristata* och *Bosmina longispina* (figur 1) samt bland hoppkräftorna *Thermocyclops oithonoides* (figur 1) och *Eudiaptomus gracilis* (figur 1). Bland hjuldjuren dominerade arterna *Polyarthra vulgaris* och *Keratella cochlearis*.

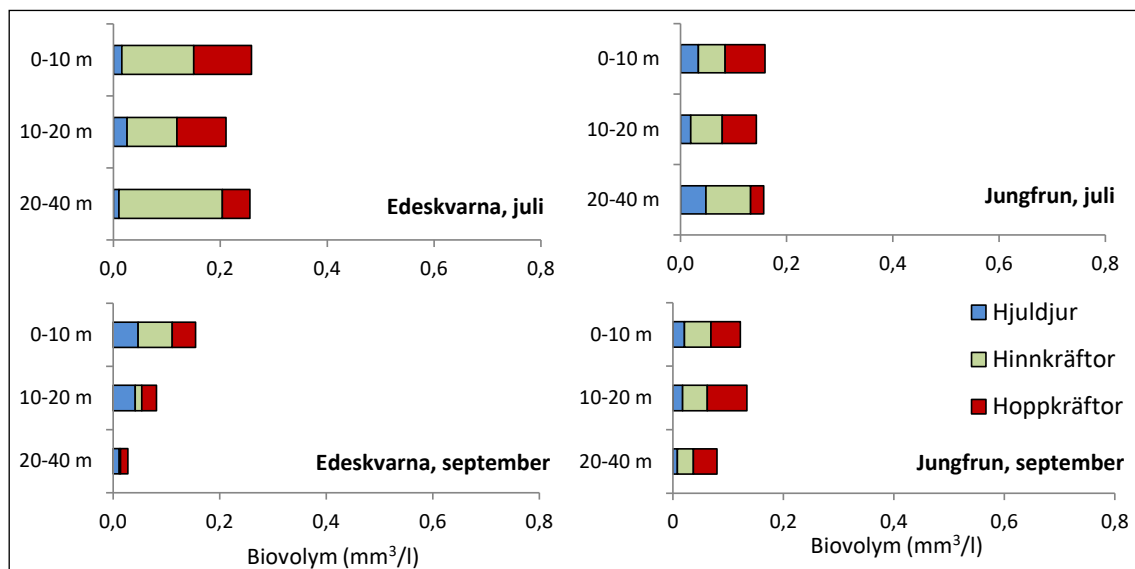
Tätheten av hjuldjur är mycket liten i Vättern. Det kan dels vara en effekt av den rikliga förekomsten av stora hinn- och hoppkräftor, dels en effekt av den låga biomassan av växtplankton. Både bland hinn- och hoppkräftorna förekommer arter som är känsliga för intensivt predationstryck från fisk. Det gäller till exempel *Daphnia galeata*, *Holopedium gibberum* och *Limnocalanus macrurus*. Den rolevande hinnkräftan, *Leptodora kindtii*, påträffades år 2020 vid tre av fyra provtagningar. 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 rolevande hinnkräfta, *Bythotrephes longimanus*, påträffades vid alla provtagningar år 2020.

UTBREDNINGSMÖNSTER

Figur 2 ger en sammanfattande bild av djurplanktonsamhället och dess djupfördelning vid 2020 års undersökning. Den största biovolymen påträffas ofta i de översta vattenskiikten, men det kan variera på grund av väderförhållanden eller vattnets skiktning, och skillnaderna i djupfördelningen var inte så stora vid 2020 års provtagningar. Individtätheten av hjuldjur var mycket liten vid alla provtagningar, som mest 124 individer per liter i ytvattnet vid Jungfrun i juli, vilket tyder på näringsfattiga förhållanden.

Enskilda arter har specifika utbredningsmönster. De större hoppkräftorna som glacialrelikterna *Heterocope* och *Limnocalanus* brukar oftast påträffas mer rikligt i djupare vatten, där de kan gömma sig från fiskpredation under dagtid och vattentemperaturen är svalare. I 2020 års prov var dock detta inte så tydligt. Den betydligt mindre arten, *Eudiaptomus gracilis*, har ofta en motsatt utbredning med lägst tätheter vid 20–40 meter, vilket var tydligt i 2020 års resultat. Den arten löper troligen mindre risk att bli upptäckt och uppäten av fisk, varför den kan uppehålla sig i ytligare vatten på dagen.

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.



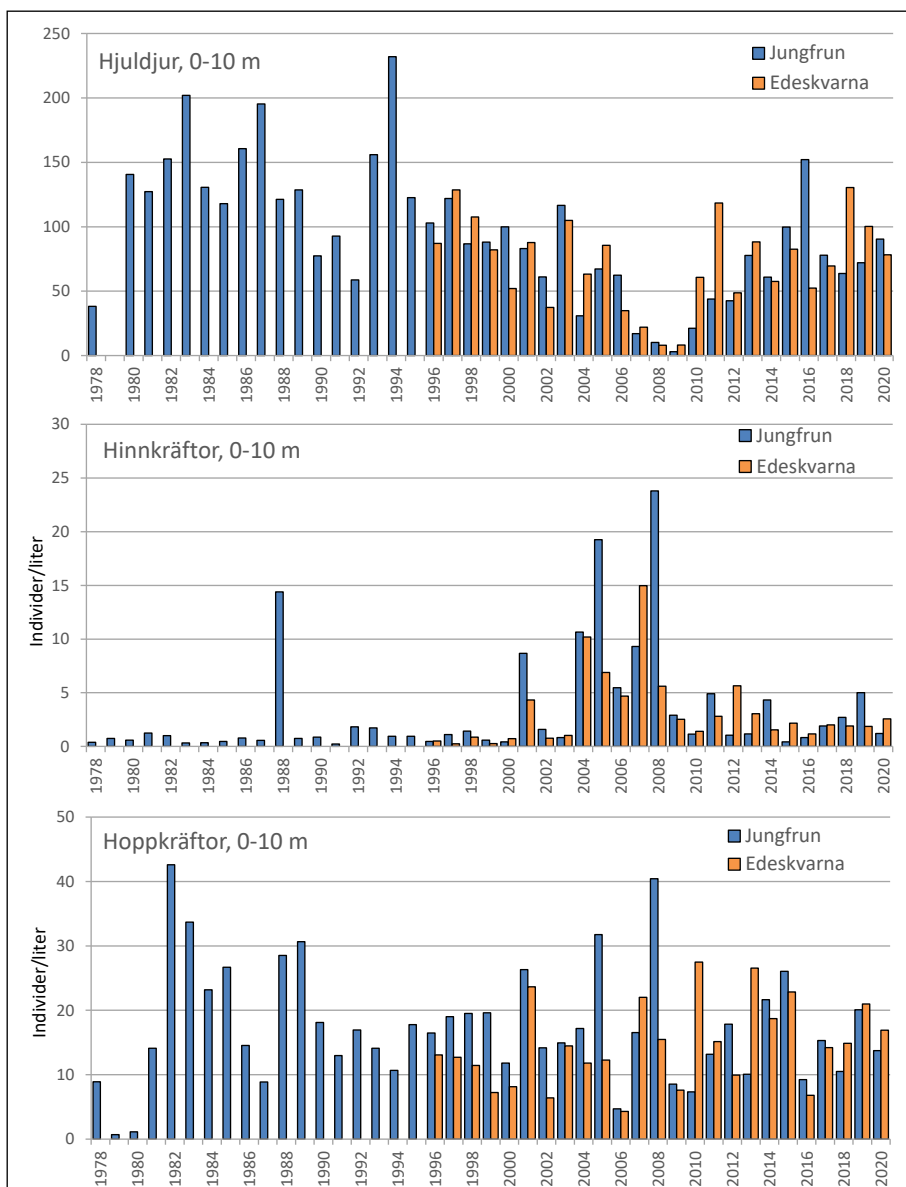
Figur 2. Biovolymen av djurplankton fördelad på hoppkräftor, hinnkräftor och hjulldjur från de tre provtagningsnivåerna vid stationerna Edeskvärna och Jungfrun i Vättern år 2020.

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 framförallt två förändringar som har inträffat (figur 3):

1. Mängden hjulldjur var mindre efter mitten av 1990-talet med den lägsta rapporterade tätheten år 2009. Under åren därefter har tätheten åter varit större.
2. Hinnkräftorna rapporterades vara mer vanligt förekommande under 2000-talets början och antalet var under en följd av år konsekvent större än genomsnittet för perioden. Åren 2009–2020 var tätheten återigen mindre.

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 ytligaste vattenskiktet (0-10 m) vid stationerna Jungfrun och Edeskvärna 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 2010-2020 vid Medins Havs och Vattenkonsulter AB.

De arter av hinnkräftor som förekommit rikligt det senaste decenniet är *Bosmina longispina*, *Daphnia cristata* och *Daphnia galeata*. Dessa arter är omtyckt föda för pelagisk fisk. En orsak till hinnkräftornas ökning under 2000-talets början skulle således kunna ha varit förändringar i täthet, åldersstruktur eller beteenden hos de fiskpopulationer som framförallt 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.

De eventuella förändringarna i djurplanktonsamhället under det senaste decenniet skulle således ha kunnat orsakats 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, rolevande djurplankton och tillgången på växtplankton.

Bottendjur

Mikaela Sandgathe, Medins Havs och Vattenkonsulter AB

Sammanfattning

Bottenfaunan dominerades liksom tidigare år av vitmärlor och glattmaskar. Vid samtliga stationer utom Stora Aspön tyder en trendanalys på att andelen fåborstmaskar har minskat medan andelen vitmärlor har ökat, vilket skulle kunna indikera en minskad eutrofiering (övergödning).

Provtagningen vid dessa djupa stationer är emellertid relativt komplicerad, och har utförts av olika konsulter genom åren. Trots förhållandevis stabila miljöförhållanden på djupbotten har variationen i individtäthet mellan åren varit stor. Detta gör trendanalysen osäker. Stora mängder vitmärlor kan med sin omfattande bioturbation (mekanisk störning av botten vid exempelvis födosök) ibland påverka övrig bottenfauna negativt. Det har emellertid inte gått att påvisa något sådant samband mellan djurgruppernas förändring.

Samtliga beräknade index visade på hög vattenkvalitet för alla tre provtagningsstationerna, och statusen bedömdes som hög med avseende på eutrofiering (övergödning).

Provtagnings- och analysmetoder

Provtagningen utfördes 2 september 2020. Sedan år 2004 tas fem prov 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-hämtare (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.



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

Resultat

Bottenfaunasamhällena på stationerna i Vättern är likartade över åren. Artantalen är normalt måttligt höga till höga (tabell 1) samtidigt som flera intressanta och för Vättern typiska arter förekommer. Dels förekommer oftast flera mycket näringsämneskänsliga fjädermygglarver, vilket medför mycket höga värden på BQI-index. Dessutom förekommer oftast flera syrekrävande och näringsämneskänsliga arter av fåborstmaskar, vilket medför mycket höga värden även på 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.

Tabell 1. Antal taxa/arter, individtäthet och statusklassning för stationerna i Vättern år 2020

Provyta	Provdjup (m)	Totalantal taxa	Medelantal taxa	Individtäthet (Individer/m ²)	Ekologisk status (HVM:s kriterier)
3. Vättern, Visingsö SV	110	12 (högt)	7,2	1 672 (måttligt högt)	Hög
4. Vättern, Omberg	99	11 (högt)	8,4	2 876 (högt)	Hög
5. Vättern, St Aspön SO	90	12 (högt)	7,8	996 (måttligt högt)	Hög

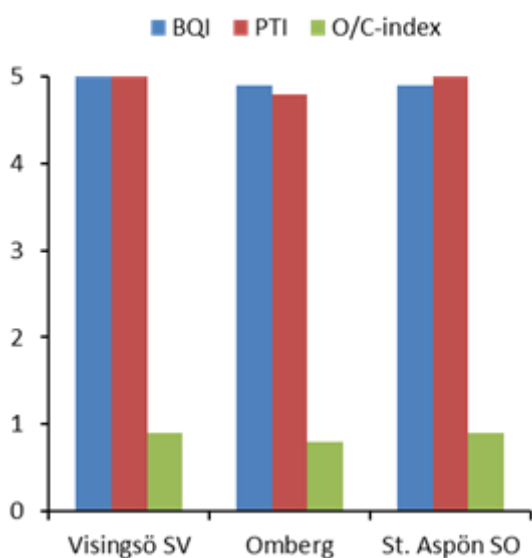
Vid årets undersökning påträffades flera olika arter av glacialrelikter på stationerna. Vitmärlan, *Monoporeia affinis*, förekom i höga tätheter vid samtliga stationer. Enstaka individer av taggmärlan, *Pallasea quadrispinosa*, påträffades på stationerna vid Omberg och Visingsö. Vid Stora Aspön var 2020 års täthet av vitmärlor lägre än på de båda andra stationerna, men vid Stora Aspön påträffades däremot både skorv, *Saduria entomon* (figur 2), och pungräka, *Mysis relicta*. Dessa båda arter, särskilt skorv, påträffas inte varje år. 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.



Figur 2. Skorv, *Saduria entomon*.

På två stationer 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, då den även blev en ny art för Sverige.

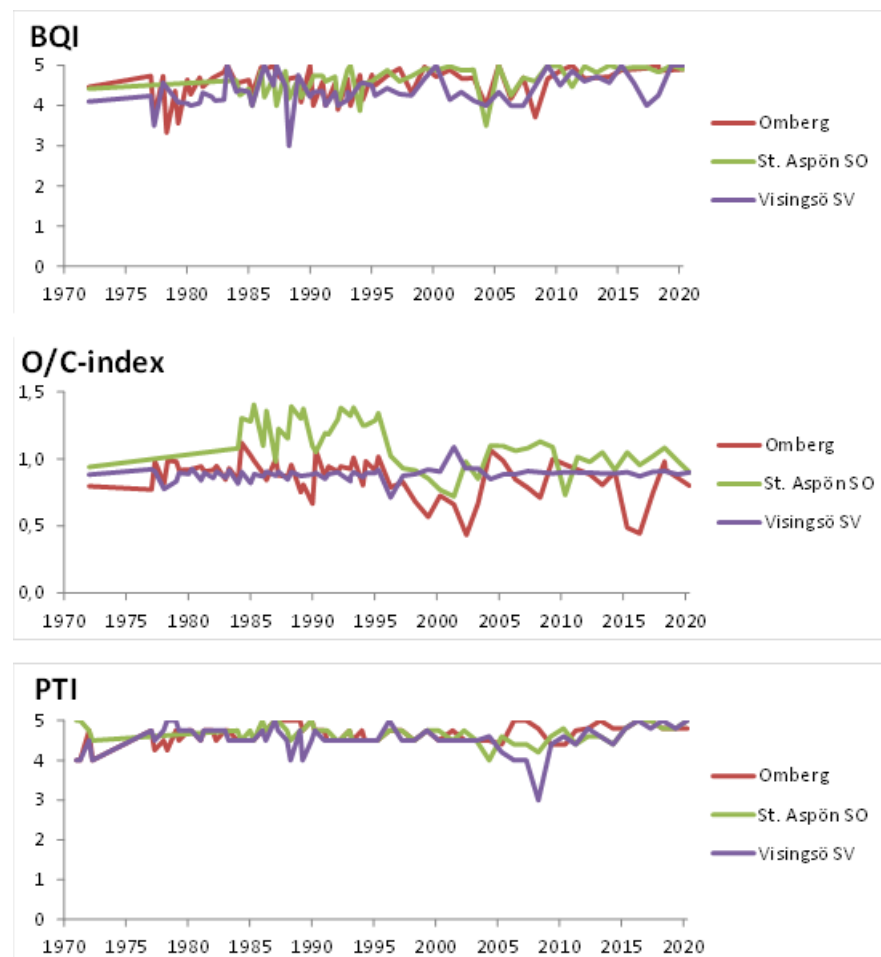
BQI (Benthic Quality Index), O/C-index och PTI (Profundalt Trofi-Index) beräknades för samtliga stationer. Indexen (beskrivna i Wiederholm 1999, HVMFS 2019:25 och Liungman & Ericsson 2006) används normalt för klassning av status och tillstånd med hjälp av profundalfauna (profundal betyder djupbotten). 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 mer näringsfattig miljö. O/C-index beräknas som ett djupkompenserat förhållande mellan maskar och sedimentlevande fjädermyggor och kan anta värden från 0 och uppåt. För O/C-index gäller att högre värden indikerar större belastning av näringsämnen. 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 övergödning.



Figur 3. Värden på föroreningsindex för bottenfaunastationerna i Vättern år 2020.



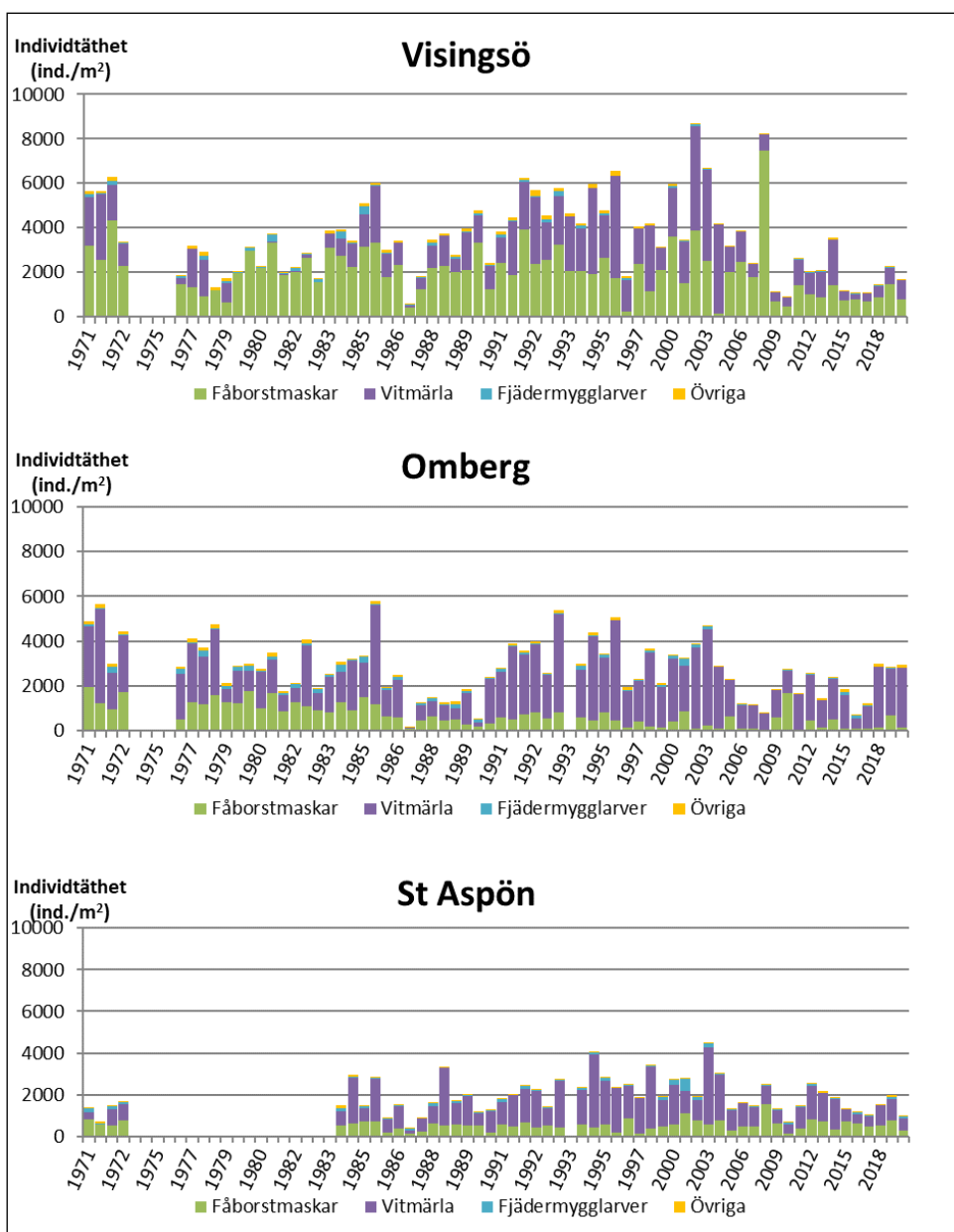
Figur 4. På väg ut till provpunkten vid Stora Aspön en vindstilla dag.



Figur 5. Värden för BQI, O/C-index och PTI vid provtagningar på stationerna i Vättern i augusti 1971–2020. 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 Havs och Vattenkon-
sult AB räknat fram historiska värden på BQI, O/C-index och PTI.
Resultaten visar att förhållandena varit stabila på stationerna samt att
BQI indikerat hög status ($BQI > 2,01$) under hela undersökningsperioden
(figur 5).

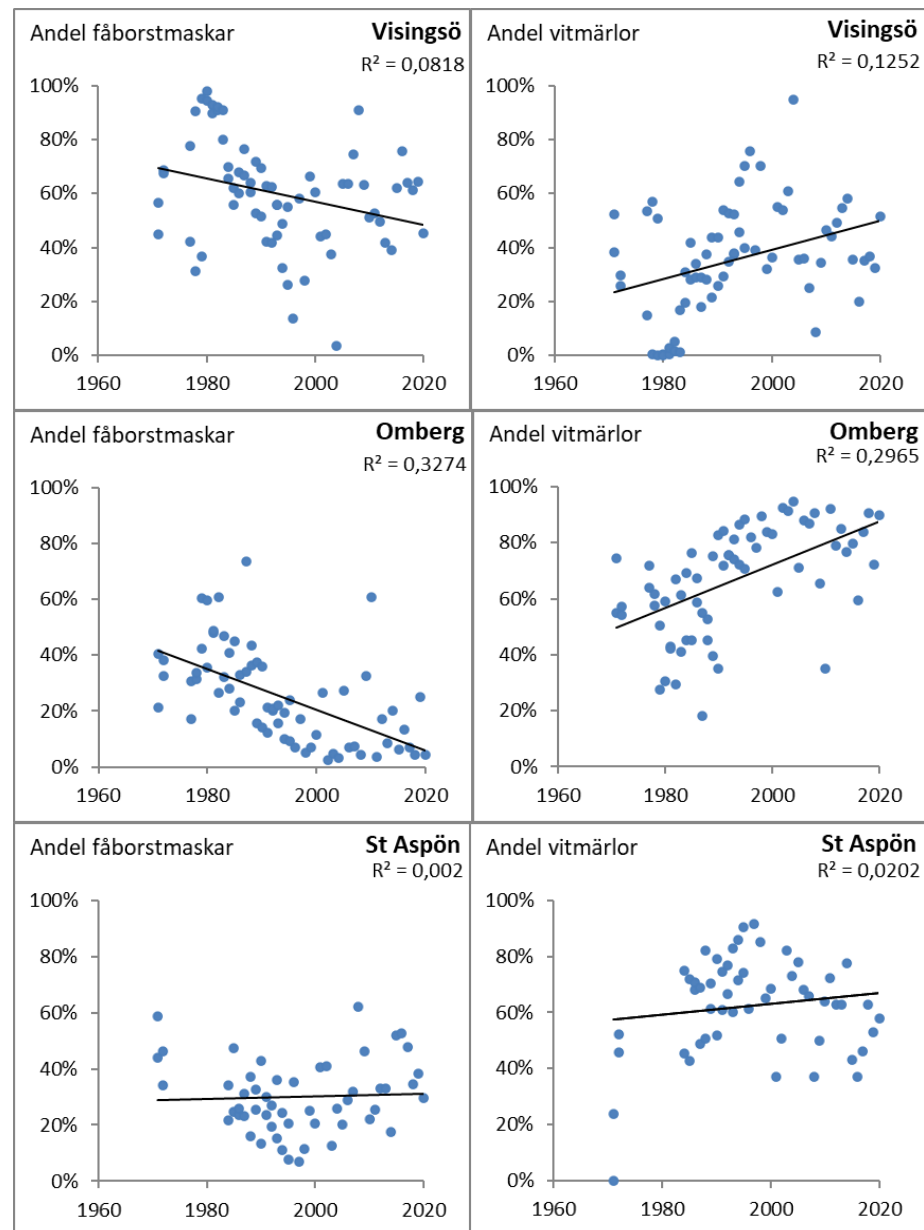
Individtätheterna har för samtliga djurgrupper varierat betydligt under
åren på alla stationer (figur 6). Några tydliga trender eller förändringar i
vattenkvalitet har inte gått att identifiera.



Figur 6. Individtäthet för de fyra vanligaste bottenfaunagrupperna vid provtagningar i augusti 1971- 2020 på stationerna i Vättern.

Vid en analys av andelen fåborstmaskar (*Oligochaeta*) och vitmärlor (*Monoporeia affinis*) kan en svag trend skönjas mot minskande andel

fåborstmaskar och ökande andel vitmärlor, framförallt vid Omberg (figur 7). Spridningen av data är dock stor och det har inte gått att visa att dessa grupperns förändringar är korrelerade till varandra.



Figur 7. Andel fåborstmaskar och vitmärlor i förhållande till totalantalet djur på stationerna i Vättern åren 1971-2020. Den svarta linjen är en linjär regressionslinje. R-kvadratvärdet finns uppe till höger i varje diagram.

Referenser

ArtDatabanken 2020. Rödlistade arter i Sverige 2020. ArtDatabanken SLU, Uppsala.

Havs- och vattenmyndigheten 2019a. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering avseende ytvatten, HVMFS 2013:19. Konsoliderad elektronisk utgåva 2019-01-01.

Havs- och vattenmyndigheten 2019b. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2019:25.

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 årskrifter.

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 och Björn Rogell, Sötvattenslaboratoriet, Institutionen för Akvatiska resurser, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Sammanfattning

Den totala fisktätheten i öppet vatten (pelagialen) var 2020 2 415 fiskar per hektar vilket var under medianvärdet för referensperioden (medel för de senaste 10 åren [2011-2020]: 3 955). Biomassan ökade kraftigt 2018 med ca 10 kg till 28 kg per hektar (medelvärde de senaste sex åren 17 kg per hektar). Huvuddelen av ökningen för 2018 bestod av siklöja och röding. För 2020 noterades 11 kg per hektar, dvs. minskning jämfört med medelvärdet för senare år. Minskningen i vikt berodde till största delen på en mindre mängd sik. Andelen småfisk (<80 mm) som hornsimpa, storspigg och årsyngel av nors var fortsatt hög (ca 75 %), 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, och beståndet av nors (ettåringar och äldre) har legat kring medianvärdet för referensperioden (2011-2020). Beståndet av siklöja (ett år eller äldre) återhämtade sig 2013 efter flera svaga år och fortsatte 2014-17 att ligga runt medelvärdet för referensperioden (2011-20). För 2018 noterades den största tätheten av siklöja sedan 2003-04. År 2019 minskade beståndet till medianvärde för referensperioden (2011-2020), och beståndet var relativt oförändrat mellan 2019 och 2020. En måttligt god rekrytering till siklöjebeståndet noterades 2016 över hela sjön utom den sydligaste delen (söder om Visingsö) och 2018 noterades den starkaste årsklassen sedan 2004. Åren 2017 och 2019 noterades däremot ingen rekrytering för siklöja. Rekryteringen år 2020 var svag. Sik har de senaste 10 åren ökat i pelagialen, men 2020 var andelen detekterad sik mycket låg i undersökningen med hydroakustik och trålning. Detta resultat stöds inte av resultaten från nätprovfisken under 2020, och resultatet bör därför tolkas försiktigt.

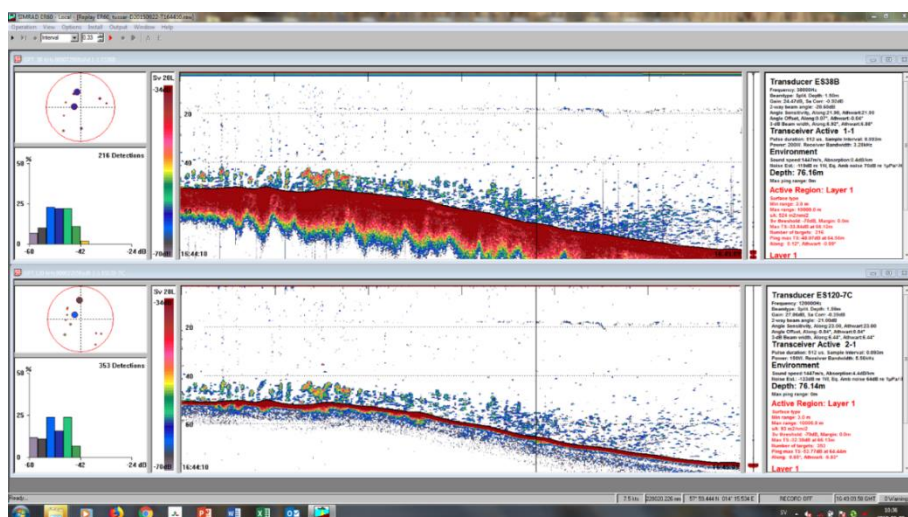
Det pelagiska fisksamhället – viktigast i sjön

Vättern är djup med mestadels branta stränder, små skärgårdsområden och bara mindre till- respektive avrinnande vatten. Vattnets uppehållstid är omkring 60 år. Detta medför att det öppna vattnet - pelagialen - dominerar sjöns biologiska produktion. Om man undantar det nu ekonomiskt dominerande fisket på signalkräfta har det pelagiska fisksamhället varit det mest betydelsefulla, med fisket på siklöja, sik, röding och lax (utsättning).

Med pelagiska fiskar avses de som huvudsakligen uppehåller sig och jagar föda i öppet vatten. Till dessa räknas även nors, storspigg och till viss del

även öring. Arter som gers, hornsimp, 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 säsons-vis, nattetid i skydd av mörkret, företar födovandringar från botten högt upp i vattenmassan för att konsumera växt- och djurplankton, samtidigt som de också är en födoresurs för fisk. 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 kan vara lika stor som mängden fisk.



Figur 1. Vättern i skymningen - under ytan. Stim börjar lösas upp och en del fiskar vågar lämna botten när mörkret faller. Hydroakustiska ekogram (38 och 120 kHz) från Vättern i september 2015.

Övervakningsmetod

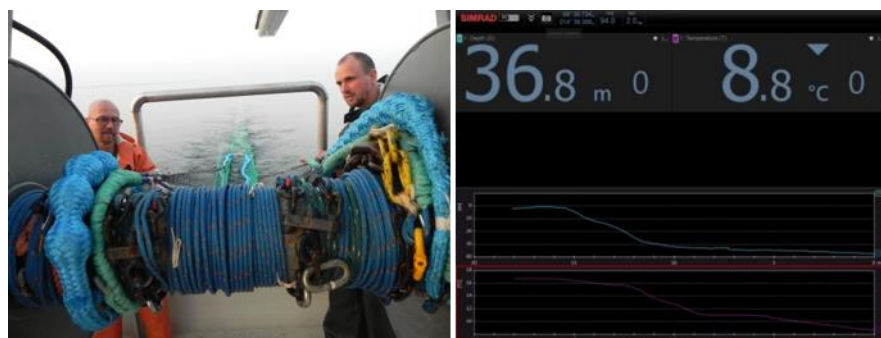
De pelagiska fiskbestånden i Vättern övervakas årligen, med stöd från Havs- och Vattenmyndigheten och Vätternvårdsförbundet, med hjälp av ekolodning. Övervakningen utgör även en del av det nationella miljöövervakningsprogrammet. Undersökningarna påbörjades 1988 och har genomförts årligen sedan 1992. Undersökningarna utförs med vetenskapliga ekolod som samlar in hydroakustiska data längs 14 transekter 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 (Axenrot m fl. 2009, Ragnarsson Stabo m fl. 2014).

Hydroakustiska data kompletteras med provtrålningar i alla delar av sjön på olika djup, dock inte botten-trålning. 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. Fiskar som t.ex. fångar byten med hjälp av synen blir därför underrepresenterade vilket ger sämre precision i beståndsskattningen. Årsyngel kan bli överrepresenterade vid denna tid på året, men används i huvudsak som ett relativt mått på rekryteringsframgång.

Från 2008 används forskningsfartyget 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).

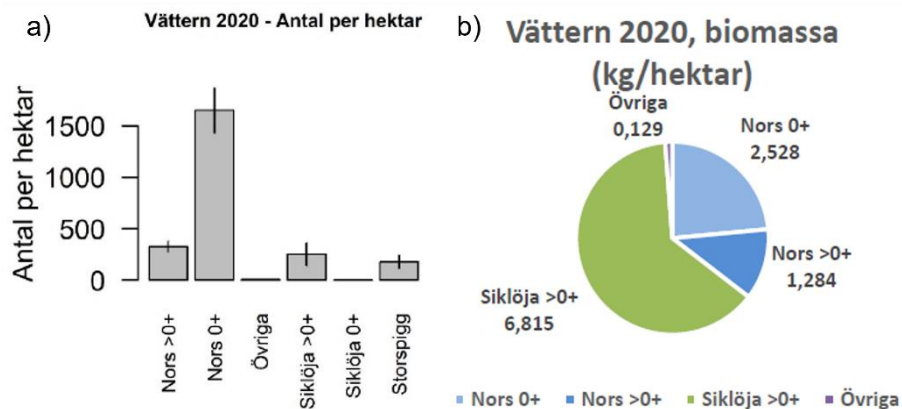
Det kommersiella fisket i havet förvaltas inom den gemensamma fiskeripolitiken, vilket bland annat innebär att det förvaltas med en målsättning om maximal hållbar avkastning (maximum sustainable yield, MSY) och regleras av fångstkvoter. Yrkesfisket i sötvatten förvaltas nationellt, vilket innebär att förvaltningsmål och uppföljning helt kan beslutas av nationella myndigheter. Det pågår projekt som syftar till att utveckla lämpliga indikatorer, modeller och förvaltningsmål för uppföljning av nationellt förvaltade bestånd (Östman m fl., 2016).



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

Nors fortsatt vanligaste fisken i Vättern

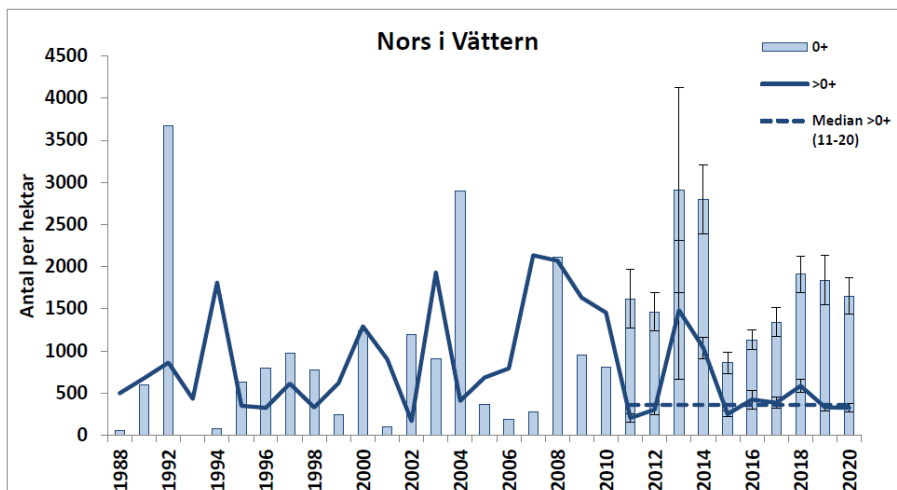
Nors fortsatte att vara den till antal vanligaste fisken i öppet vatten med 1 975 individer per hektar (ha) vilket motsvarade 71 % av det totala antalet fiskar, varav 84 % var årsungar (0+). Siklöja var näst vanligast med 255 individer per hektar (ha), vilket motsvarar 11 % av det totala antalet



Figur 3. a) Fisktäthet (antal per hektar) av respektive art i det pelagiska fiskesamhället i Vättern 2020. **b)** Motsvarande för biomassa (kg per hektar). Fångst av större fiskar som sik, röding och lax visar stor variation mellan åren och kan enskilda år få stor påverkan på andelen av biomassan (se Figur 9).

fiskar. Beståndet av siklöja bestod i stort sett uteslutande av äldre (>0+) individer. Andelen nors av den totala fisk-biomassan var 35 % (Figur 3).

Beståndet av 1-årig och äldre nors (>0+) har de senaste åren varierat svagt kring medianvärdet för hela referensperioden (2011-20) efter den kraftiga minskningen 2013-15. Rekryteringen av nors (0+) var fortsatt god 2020 (Figur 4). Sett till antal fiskar utgjordes det pelagiska fiskesamhället till 75 % av små bytesfiskar (<80 mm) som storspigg och årsyngel av nors, vilket motsvarade 24 % av den totala fiskbiomassan (Figur 3).



Figur 4. Utveckling av norsbeståndet (ettåriga och äldre, >0+) och den årliga rekryteringen (0+) 1988-2020. Åren 1989 och 1991 genomfördes inga undersökningar. Felstaplar representerar 95 % konfidensintervall.

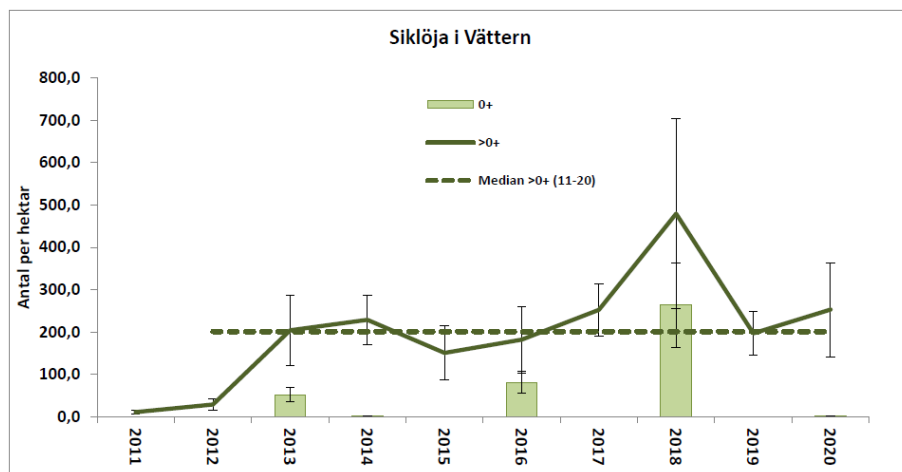
Mängden nors har varierat över åren från cirka 400 till 4 500 individer per hektar. Stora avvikelser från medelvärdet förekommer framför allt vid enstaka år med höga tätheter och kan då oftast förklaras med ovanligt god rekrytering, dvs. stora mängder årsyngel. Nors och storspigg är eftertraktade bytesfiskar 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.

Siklöjebeståndet fortsatt starkt

Efter flera svaga år ökade beståndet av siklöja (>0+) 2013 till runt medelvärdet för referensperioden (2011-2020). En ny kraftig ökning noterades för 2018 tillsammans med en stark rekrytering. Beståndet minskade 2019 till medianvärde för de senaste tio åren och ingen rekrytering noterades (Figur 5). År 2020 fann vi inga större förändringar av sikløjans bestånd, jämfört med 2019, med liknande antal av >0+ siklöja, men mycket låg rekrytering.

Siklöjan växer mycket snabbt som ung och enstaka individer kan vara 16 cm redan i september under sitt första levnadsår (medel 14 cm). Siklöja utgjorde 64 % av den totala biomassan, vilket var en ökning jämfört med 2019 (Figur 1). Beståndet av siklöja har uppvisat stor variation över åren (variationskoefficient ca 100 %) vilket berott på uppkomsten av starka års-klasser enstaka år. Dessa har oftast uppstått 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 års-klassen 2004 under några år och beståndet var slutligen mycket svagt 2008-2012 med bara enstaka siklöjor per hektar till dess en ny stark års-klass uppkom (Figur 5).



Figur 5. Utveckling av siklöjebeståndet (ettåriga och äldre, >0+) och den årliga rekryteringen (0+) 1988-2020. Åren 1989 och 1991 genomfördes inga undersökningar. Felstaplar representerar 95 % konfidensintervall.

År 2013, 2015 och 2016 noterades mer siklöja i den norra halvan av Vättern, och 2014 och 2017 huvudsakligen i den mellersta delen, från norr om Visingsö till söder om Rökne huvud. Söder om Visingsö noterades få siklöjor (>0+) 2013, 2015 och 2017 och inga alls 2014 och 2016. För

2018 noterades siklöja i relativt stor mängd från alla delar av Vättern vilket kanske kunde förklaras av att beståndet var större än på mycket länge och sikløjorna därför spreds över större områden. År 2019 noterades mest siklöja i höjd med Norrgrundet och i norra Vättern. År 2020 var siklöjan mest förekommande norr om Visingsö. Andelen unga sikløjor (0+) varierar också 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, 2015 och 2020 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. År 2017 och 2019 saknades årsyngel av siklöja, men för 2018 hade en stark årsklass noterats med årsyngel över hela sjön.

SIKLÖJA - REKRYTERINGSFRAMGÅNG, KONDITION, KONKURRENS OCH KLIMAT

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 väder- och klimatförhållandena.

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 sikløjor och en ny stark årsklass uppstod först år 2000 då den nya årsklassen utgjorde 87 % av alla sikløjor (Figur 3).

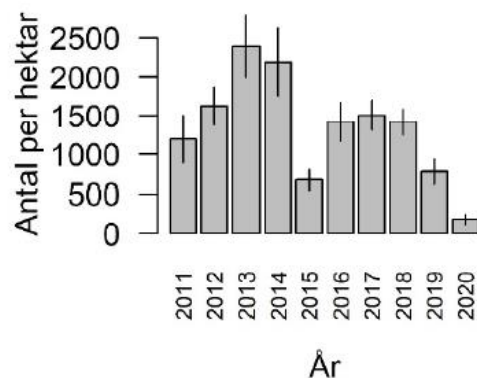
Riktigt starka årsklasser har bara uppstått 1992, 2000, 2004 samt 2018. Måttligt goda års-klasser noterades för 2013 och 2016. Klimatfaktorers inverkan på uppkomsten av starka årsklasser hos siklöja har studerats (Nyberg m fl., 2001; Sandström m fl., 2014), men för siklöjan i Vättern kunde inga samband fastställas. Axenrot och Degerman (2016) har visat på ett möjligt samband där enskilda sikløjors kondition påverkas av tidigare lekar och födokonkurrens. Under perioder då sikløjorna hade låg konditionsfaktor uppstod inga nya starka årsklasser i Vättern. Först när den individuella fiskens kondition byggts 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 2020 även storspigg, hornsimpa, lake, gers och röding vid provtrålningarna (Figur 3).

Storspigg var 2019 efter nors den till antal näst vanligaste fisken i öppet vatten, men har minskat något i våra undersökningar (Figur 3 och 6). Arten uppehåller sig 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 således inte anpassad för att få ett bra mått på mängden storspigg varför beräkningarna bör tolkas försiktigt. Det finns en önskan att i framtiden utveckla metodiken för bättre skattnings av storspiggsförekomster.

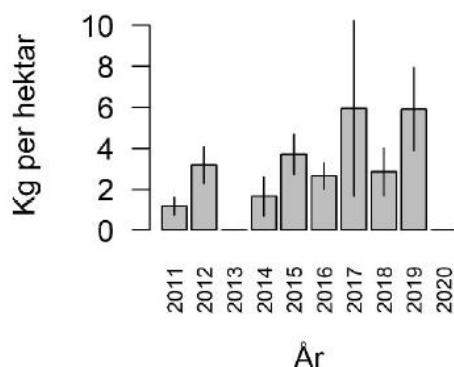
Storspigg i Vättern



Figur 6. Mängden storspigg i Vättern (antal per hektar) för 2011-2020. Resultat beräknade på hydroakustiska undersökningar med provtrålning i september. Felstaplar representerar 95 % konfidensintervall. Provtagningsmetodiken är inte avpassad för storspigg och resultaten bör tolkas försiktigt.

Sik har ökat i antal och biomassa vid de senaste provfiskerna med nät (se avsnitt om fisk och fångster). Resultaten från hydroakustik/trålning har visat stor variation mellan åren men mellan 2010-2019 visade sammantaget en ökande trend (Figur 7), som bröts 2020. Sannolikt rör det sig om variation mellan år snarare än en minskning av sikbeståndet.

Sik biomassa Vättern

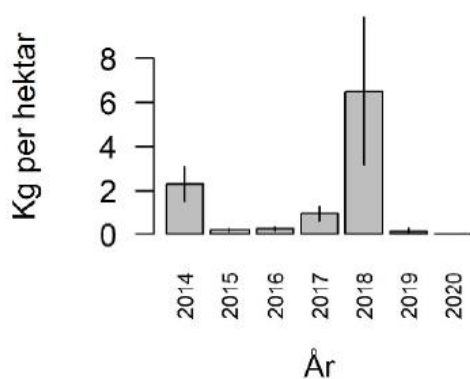


Figur 7. Skattad biomassa av sik 2011-2020 baserat på resultat från ekolodning och provtråldrag i öppet vatten. Data insamlade nattetid under september. Provtagningsmetodiken är inte anpassad för sik varför resultaten visar stor variation och bör tolkas försiktigt.

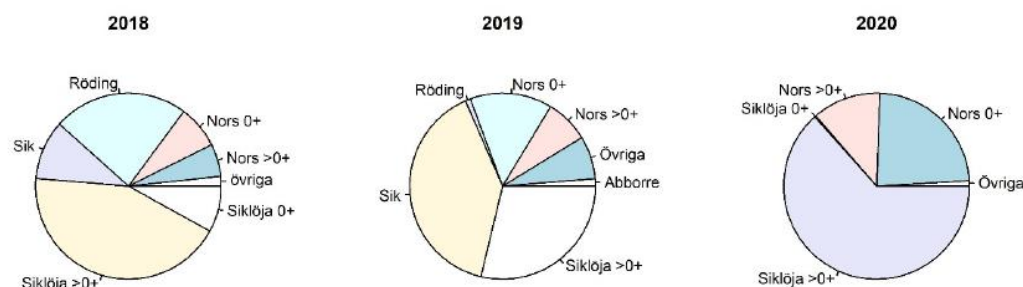
Större rovfiskar som jagar med hjälp av synen riskerar att bli underrepresenterade vid de nattliga undersökningarna. Dessa fiskar har även lätt att simma undan vid trålning. De förekommer i betydligt färre antal än t.ex. deras bytesfiskar vilket minskar sannolikheten att fångas vid de relativt korta provtråldragen. Beståndsskattningen av dessa fiskar blir därför mer osäker (exempel röding Figur 8). Enstaka arter fångas inte alls, som t.ex. gädda.

Andelen större fiskar (>200 mm) som beräknades per hektar för 2020 utgjorde 55 % av biomassan. Biomassan av medelstor fisk (80-190 mm) utgjorde 32 %, huvudsakligen siklöja ettårig och äldre (>0+; Figur 3 och 9).

Röding biomassa Vättern



Figur 8. Skattad biomassa av röding 2014-2020 baserat på resultat från ekolodning och provtråldrag i öppet vatten. Data insamlade nattetid under september. Provtagningsmetodiken är inte anpassad för större, rörliga och dagaktiva rovfiskar varför resultaten bör tolkas försiktigt.



Figur 9. Fördelning av biomassa (kg per hektar) av fisk i Vättern för 2018-20 baserat på ekolodning och trålning i september.

Fisktäthet och biomassa

Mängden fisk kan beräknas som antalet fiskar eller som biomassan av fisk. Båda måtten ger information som behövs för att bedöma beståndstatus 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 – med avseende på antal, storleksfördelning, vikt med mera. Större fiskar är betydligt mindre vanliga, ofta mer rörliga och fångas därför mer sällan. Därtill varierar artspecifik fångstbarhet vid trålningen 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 över åren. Figur 9 visar biomassan av olika fiskarter i Vättern de senaste tre åren (2018-20).

Diskussion

FÖDOTILLGÅNG

Djurplankton – basföda för siklöja och ung nors – har visat låga mängder under de senaste åren samt omfördelats 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 bl.a. lekframgången, t.ex. om ynglens kläckning och tillväxt inte matchar tillgången på lämpliga djurplankton, men även tillväxt. Det verkar inte föreligga något enkelt samband i Vättern mellan klimat och lek-framgång utan fler faktorer har betydelse och kan samverka (Sandström m.fl. 2014; Axenrot och Degerman, 2016).

BESTÅNDSUTVECKLING

Bestånden (>0+) av bytesfiskarna nors och siklöja minskade under flera år fram till 2013 (Figur 4 och 5). I siklöjas 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 köns mogna (2-3 års ålder; Axenrot och Degerman, 2016). En mindre stark årsklass noterades 2009, en något starkare 2013, en god årsklass 2016 samt en mycket stark årsklass 2018. År 2019 fångades inga årsyngel, och 2020 mycket få årsyngel, varför årsklasserna från dessa år bedöms varit mycket svaga (Figur 5). Nors hade normal till god rekrytering under 2008-12, men trots detta minskade beståndet av äldre fiskar (>0+) fram till 2013 (Figur 4) och på nytt 2015. Åren 2013-20 har rekryteringen varit god/mycket god och beståndsstorleken är kring medianvärdet för de senaste tio åren (Figur 5).

Under motsvarande tid har olika undersökningar i Vättern visat att de naturliga bestånden av rovfisk – röding, öring, storvuxen sik, lake – haft en gynnsam utveckling (se avsnitt om fisk och fångster). Därutöver finns tillstånd att sätta ut 20 000 laxsmolt årligen (<https://www.sportfiskarna.se/Om-oss/Aktuellt/ArticleID/7517>). Studier av fritidsfisket omfattning har visat att det nu fångas mer röding än lax i sportfisket och att röding var mer eftertraktad som målart (Sundblad m fl., 2019). En okänd faktor i sammanhanget är beståndet av bytesfisken storspigg som verkar vara relativt stabilt (Figur 6) men som samtidigt inte övervakas fullt tillfredsställande i dagsläget. 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 innefattar bestånden av bytesfisk som nors, siklöja och storspigg för balansen i

ekosystemet. Dessa är nyckelarter – en ”motor” - som driver fisksamhället och reglerar ekosystemet i Vättern. Beståndsutvecklingen för nors och siklöja följs årligen och resultaten används och kan användas för att bedöma ekosystemets status, effekterna av riktade insatser, lämplig storlek på laxutsättningar samt för förvaltningen av fiskbestånd genom fiske-regler mm. För bättre förståelse av dynamiken mellan bytes- och rovfiskar behöver övervakningsmetodiken förbättras med avseende på storspigg och analytiska metoder som kopplar ihop födovävarna behöver tas fram. Eftersom vår undersökning visar på ett eventuellt minskande antal av storspigg över flera år, vore det mycket värdefullt att snarast få en ökad förståelse av storspiggens beståndsutveckling i Vättern.

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. Vättern-vårdsförbundets 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.
- Sundblad, G., Larsson, S., Wennerström, L., Linderfalk, R. och Halldén, A. 2019. Fritidsfiskets omfattning i Vättern 2017. Fångster av röding, lax och öring. Aqua reports 2019:7. SLU, Department of Aquatic Resources. ISBN: 978-91-576-9652-6.
- Östman, Ö., Beier, U., Ragnarsson Stabo, H., Olsson, J., Svedäng, H., Sundelöf, A., Sandström, A. och Florin, A-B. 2016. Förvaltningsmål för nationellt förvaltade fiskbestånd. Aqua reports 2016:10. SLU, Department of Aquatic Resources. ISBN: 978-91-576-9410-2.

Lekfiskräkning i Vätterns tillflöden våren 2021

Niklas Nilsson, Jönköpings Fiskeribiologi AB

Inledning

Räkning av lekande harr i Vätterns tillflöden har pågått sedan 1997 som en del i den regionala miljöövervakningen av Vättern. Mellan åren 1997 och 2004 utfördes detta av Fiskeriverkets utredningskontor i Jönköping på uppdrag av Vätternvårdsförbundet och under dessa år följdes två vattendrag, Röttleån cirka 5 km söder om Gränna på Vätterns östra sida respektive Hornån cirka 10 km norr om Habo på den västra sidan. Sedan våren 2005 pågår ett extensivt kontrollprogram där ett större antal vattendrag besöks årligen. Inför lekfiskräkningen våren 2019 genomfördes vissa förändringar avseende metodiken i syfte att erhålla mer jämförbara resultat från år till år, bland annat delas vissa vattendrag upp i tydligt avgränsade delsträckor. För att underlätta arbetet möjliggjordes även rapportering via smartphone. Detta upplägg har tillämpats sedan dess (2019-2021). Övervakningen genomförs av frivilliga personer på ideell basis under ledning av Länsstyrelsen i Jönköpings län.

Metod

Föreliggande sammanställning är baserad på uppgifter rapporterade till Länsstyrelsen i Jönköpings län till och med 2021-06-22. Totalt besöktes 18 vattendrag samband med harrens lek våren 2021 (Tabell 1 och Figur 1) och sammanlagt genomfördes 249 besök. Vissa vattendrag besöktes emellertid mer frekvent till följd av uppdelningen i flera delsträckor (totalt upprättades 446 separata besöksprotokoll). Både antalet besökta vattendrag och genomförda besök/upprättade protokoll minskade något 2021 jämfört med 2020. Årets inventering genomfördes av 25 personer (33 personer deltog 2020) under perioden 28:e mars – 6:e juni.

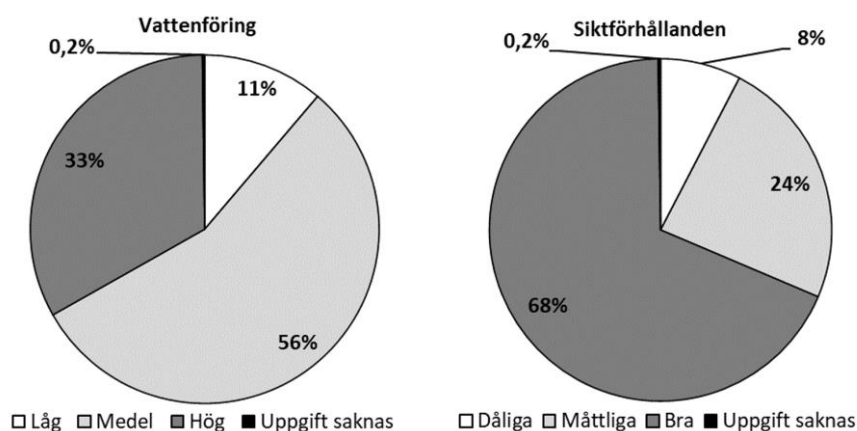


Figur 10. De Vätterbäckar och Visingsö hamn som besöktes i samband med harrens lek våren 2021.

I samband med lekfiskräkningen våren 2021 bedömdes vattenföringen i vattendragen mestadels vara normal till hög för årstiden, medan siktförhållandena mestadels bedömdes vara bra (Figur 2). Majoriteten av besöken (89 %) påbörjades efter klockan 12 på dagen, varav knappt hälften (43 %) påbörjades efter klockan 16 på eftermiddagen.

Tabell 1. Redovisning av de vattendrag som besöktes i samband med harrens lek våren 2021.

Vattendrag	Datum första besöket	Datum sista besöket	Antal besök	Antal protokoll
Almnäsbäcken	16-apr-21	08-maj-21	3	3
Dunkehallaån	08-apr-21	13-maj-21	39	79
Gagnån	27-apr-21	27-maj-21	7	7
Granviksån	06-apr-21	06-jun-21	11	11
Hjoån	29-mar-21	12-maj-21	25	86
Hjällöbäcken	08-apr-21	08-maj-21	2	3
Hornån	13-apr-21	17-maj-21	9	27
Hökesån	08-apr-21	27-maj-21	19	19
Knipån	20-apr-21	20-maj-21	6	6
Kärsbyån	28-mar-21	17-maj-21	31	61
Lillån-Huskvarna	13-apr-21	20-maj-21	26	26
Rödån	20-apr-21	11-maj-21	6	11
Röttleån	08-apr-21	19-maj-21	27	57
Sjöhamrabäcken	17-apr-21	01-jun-21	20	20
Skrämmabäcken	07-apr-21	26-apr-21	4	4
Skämningsforsån	09-maj-21	11-maj-21	3	3
Tabergsån	18-apr-21	09-maj-21	4	4
Ålebäcken	18-apr-21	13-maj-21	7	19



Figur 11. Redovisning av de subjektiva bedömningarna av vattenföringen (t.v.) respektive siktförhållandena (t.h.) i samband med lefiskräkningen våren 2021 (totalt antal protokoll = 446).

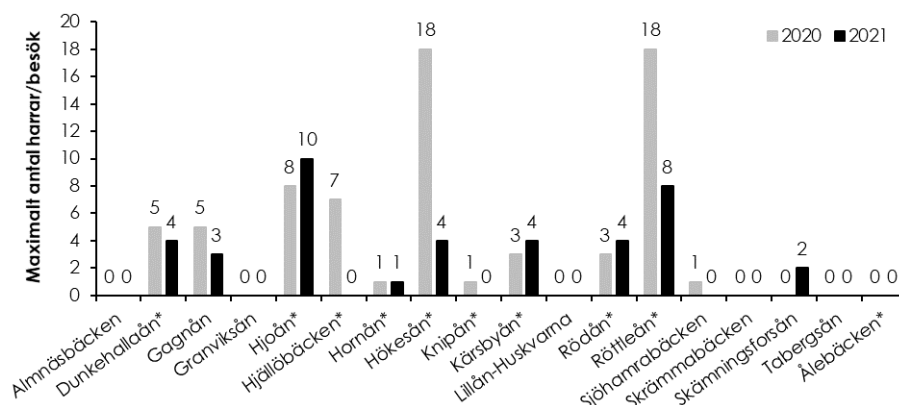
Resultat & kommentarer

Den första observationen av harr våren 2021 skedde precis som tidigare år i Hjoån och skedde den 10:e april, vilket var förhållandevis sent jämfört med de närmast föregående åren (Tabell 2). Den första harren som observerades i övriga vattendrag var i Dunkehallaån, vilket skedde den 19:e april. Den sista harrobservationen våren 2021 skedde den 19:e maj i Röttleån.

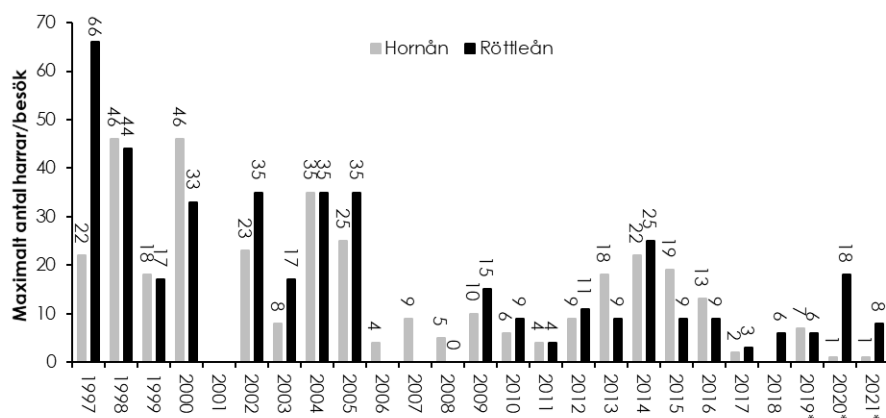
Tabell 2. Sammanställning av när den första respektive sista harrobservationen har skett i Vätterns tillflöden och Visingsö hamn under perioden 2005–2021.

	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Datum för första harr-observationen	10-apr	22-mar	24-mar	12-apr	28-mar	28-mar	12-mar	20-mar	10-apr	28-mar	13-apr	08-apr	11-apr	07-apr	12-apr	19-apr	24-apr
Vattentemperatur vid första harr-observationen	5,8	3,8	5,9	-	7,5-7,8	5,4-5,7	4,6	-	3,0-5,0	8,0	9,8	5,0	9,0	5,8-7,8	6,0	4,5	-
Datum för sista harr-observationen	19-maj	18-maj	21-maj	24-maj	29-maj	17-maj	17-maj	11-maj	20-maj	14-maj	10-maj	15-maj	18-maj	12-maj	30-maj	18-maj	13-maj
Vattentemperatur vid sista harr-observationen	-	10,4	-	8,0-16,9	16,0	9,9	8,4-8,9	9,2	8,2-16,8	7,5-8,7	11,6	9,5	11,6	10,4-14,4	10,6	8,0-9,0	9,2

Av de 18 vattendrag som besöktes våren 2021 observerades harr i hälften (Tabell 3). Någon tydlig trend var svår att utläsa då det noterades både positiva och negativa förändringar avseende det maximala antalet observerade harrar 2021 jämfört med 2020 (Figur 3). Värt att notera är emellertid de markanta minskningarna i Hökesån och Röttleån. Vidare befinner sig Hornån på fortsatt låga nivåer och den negativa trenden de senaste 5 åren håller i sig. Utvecklingen i Röttleån är däremot mer svårtolkad (Figur 4).



Figur 12. Maximalt antal observerade harrar vid ett och samma besökstillfälle i de av Vätterns tillflöden som besöktes i samband med harrens lek våren 2021 i förhållande till motsvarande värden våren 2020 (avsaknad av värde 2020 innebär att något besök inte skedde det året). * Vid lekfiskräkningen 2020 respektive 2021 delades vattendraget upp i flera delsträckor.



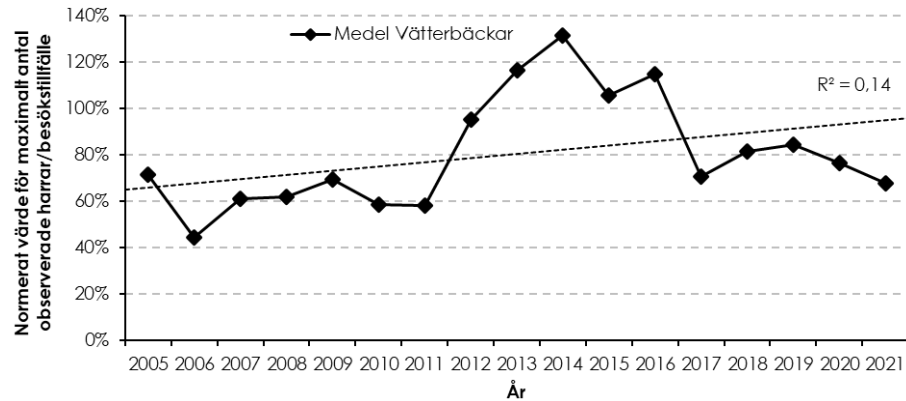
Figur 13. Maximalt antal observerade harrar vid ett och samma besökstillfälle i Hornån och Röttleån under perioden 1997-2021. Observera att lekfiskräkningen under perioden 1997-2004 genomfördes av personal från Fiskeriverkets utredningskontor i Jönköping, medan den under perioden 2005-2021 har genomförts av volontärer inom ramen för det extensiva kontrollprogrammet. * Vid lekfiskräkningen 2020 respektive 2021 delades Hornån och Röttleån upp i tre delsträckor vardera.

Tabell 3. Sammanställning av resultaten från de vattendrag som besöktes i samband med harrens lek våren 2021. Med max. antal harrar avses det maximala antalet harrar som har observerats vid ett och samma besökstillfälle.

* Vid lekfiskräkningen 2021 delades vattendraget upp i flera delsträckor.

Vattendrag	Antal protokoll	Max. antal harrar	Datum för första harrobservationen	Vattentemperatur första harrobservationen
Almnäsbäcken	3	0	-	-
Dunkehallaån*	79	4	19-apr	6,9
Gagnån	7	3	01-maj	5,6
Granviksån	11	0	-	-
Hjoån*	86	10	10-apr	5,8
Hjällöbäcken*	3	0	-	-
Hornån*	27	1	11-maj	12,4
Hökesån*	19	4	27-apr	-
Knipån*	6	0	-	-
Kärsbyån*	61	4	21-apr	10,5
Lillån-Huskvarna	26	0	-	-
Rödån*	11	4	09-maj	9,7
Röttleån*	57	5	01-maj	9,6
Sjöhamrabäcken	20	0	-	-
Skrämmabäcken	4	0	-	-
Skämningsforsån	3	2	11-maj	11,4
Tabergsån	4	0	-	-
Ålebäcken*	19	0	-	-

Avseende trenden över tid indikerar resultaten från de senaste årens lekfiskräkningar nu att det kan ha skett en minskning av antalet lekande individer (Figur 5). Förklaringsgraden (R^2 -värdet) är förvisso låg, men kurvan närmar sig de ”låga” nivåer som observerades för femton år sedan.



Figur 14. Normerade värden för det maximala antalet observerade harrar vid ett enskilt besöksfall respektive år i samband lekfiskräkningarna i Vätterns tillflöden under perioden 2005-2021. Det normerade värdena har beräknats enligt: $\text{LOG10}(\text{Max. antal observerade harrar år}x+1)/\text{LOG10}(\text{Medel Max. antal observerade harrar } 2005-2021+1)*100$. Medel Vätterbäckar är ett medelvärde baserat på de normerade värdena för de av Vätterns tillflöden där besök har genomförts vid minst femton (15) av våren under perioden 2005-2021 och där harr har observerats vid minst tretton (13) av våren i respektive vattendrag. Baserat på opublicerat arbetsmaterial Länsstyrelsen i Jönköpings län.

Sett till de standardiserade delsträckor som utarbetades inför lekfiskräkningen syns att det har skett såväl stora som små förändring (både positiva och negativa) inom vattendragen (Tabell 4). Till exempel har det observerats mer harr i de nedre delarna av Hjoån över tid. Eftersom tidsserien är kort (3 år) bör man vara försiktig med att dra några långtgående slutsatser.

Avslutningsvis vill vi rikta ett stort tack till alla de personer som på sin fritid har hjälpt oss att inventera harrens lekvattendrag under våren 2021. Era insatser och ert engagemang utgör en mycket viktig del i övervakningen av harrens lek i Vätterns tillflöden.

TACK OCH FÖRHOPPNINGSVIS PÅ ÅTERSEENDE VÅREN 2022!

Tabell 4. Maximalt antal observerade herrar vid ett och samma besökstillfälle inom respektive standardiserad delsträcka under perioden 2019-2021 inklusive relativa års-visa jämförelser med medelvärdet för perioden.

ID-delsträcka	Max. 2019	Max. 2020	Max. 2021	Medel 2019- 2021	Relativt medel 2019	Relativt medel 2020	Relativt medel 2021
Almnäs- bäcken_1	0	0	0		-	-	-
Dunke- hallaån_1	3	5	4	4	75%	125%	100%
Dunke- hallaån_2	0	0	0	0	-	-	-
Gagnån_1	4	5	3	4	100%	125%	75%
Granviksån_1	0	0	0	0	-	-	-
Hjoån_1	0	1	2	1	0%	100%	200%
Hjoån_2	0	1	1	1	0%	150%	150%
Hjoån_3	2	5	0	2	86%	214%	0%
Hjoån_4	12	3	10	8	144%	36%	120%
Hjällöbäcken_1	4	6	0	3	120%	180%	0%
Hjällöbäcken_2	2	1	0	1	200%	100%	0%
Hornån_1	4	0	0	1	300%	0%	0%
Hornån_2	4	0	1	2	240%	0%	60%
Hornån_3	2	1	0	1	200%	100%	0%
Hökesån_1	8	18	4	10	80%	180%	40%
Hökesån_2	0	13	0	4	0%	300%	0%
Knipån_1	1	1	0	1	150%	150%	0%
Knipån_2	0	0	0	0	-	-	-
Kärsbyån_1	1	1	1	1	100%	100%	100%
Kärsbyån_2	8	3	4	5	160%	60%	80%
Rödån_1	4	0	0	1	300%	0%	0%
Rödån_2	7	3	4	5	150%	64%	86%
Röttleån_1	6	8	5	6	95%	126%	79%
Röttleån_2	2	9	2	4	46%	208%	46%
Röttleån_3	0	6	0	2	0%	300%	0%
Skämningsfor- sån_1	0	0	2	1	0%	0%	300%
Ålebäcken_1	0	0	0	0	-	-	-
Ålebäcken_2	0	0	0	0	-	-	-
Ålebäcken_3	0	0	0	0	-	-	-

**BILAGA 1. REDOVISNING AV LEKFISKRÄKNINGEN I VÄTTERN
TILLFLÖDEN UNDER PERIODEN 2005 – 2021.**

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Almnäsbäcken		2013	3	55	24	2013-04-29
Almnäsbäcken		2014	3	26	10	2014-04-03
Almnäsbäcken		2015	1	7	7	2015-04-26
Almnäsbäcken		2016	3	14	7	2016-04-09
Almnäsbäcken		2017	1	0	0	2017-04-03
Almnäsbäcken	Almnäsbäcken_1	2019	1	0	0	2019-04-26
Almnäsbäcken	Almnäsbäcken_1	2020	1	0	0	2020-03-24
Almnäsbäcken	Almnäsbäcken_1	2021	3	0	0	2021-04-16
Baggabäcken		2013	1	0	0	2013-04-27
Bäckeboäcken		2009	1	0	0	2009-04-29
Bäckeboäcken		2015	1	0	0	2015-04-26
Bäckeboäcken		2016	1	0	0	2016-05-04
Djupadalsäcken		2013	6	0	0	2013-04-25
Djurkälleäcken		2013	1	0	0	1900-01-02
Djäknäcken		2017	1	0	0	2017-05-01
Domneån		2005	1	0	0	2005-05-02
Domneån		2007	1	0	0	2007-04-25
Domneån		2008	1	0	0	2008-05-06
Domneån		2009	2	0	0	2009-04-18
Domneån		2013	3	0	0	2013-04-25
Domneån		2015	2	0	0	2015-04-11
Domneån		2017	1	0	0	2017-04-05
Dunkehallaån		2006	1	5	5	2006-05-05
Dunkehallaån		2007	1	0	0	2007-04-25
Dunkehallaån		2008	4	10	8	2008-04-08
Dunkehallaån		2009	5	13	6	2009-04-24
Dunkehallaån		2010	16	6	3	2010-04-19
Dunkehallaån		2011	9	9	4	2011-04-25
Dunkehallaån		2012	22	8	3	2012-04-08
Dunkehallaån		2013	44	51	8	2013-04-18
Dunkehallaån		2014	35	34	8	2014-04-05
Dunkehallaån		2015	9	4	4	2015-03-28
Dunkehallaån		2016	11	12	5	2016-04-01
Dunkehallaån		2017	1	0	0	2017-04-03
Dunkehallaån		2018	6	3	2	2018-04-12
Dunkehallaån		2019	2	6	4	2019-04-27
Dunkehallaån	Dunkehallaån_1	2019	28	26	3	2019-03-27
Dunkehallaån	Dunkehallaån_2	2019	20	0	0	2019-04-02
Dunkehallaån	Dunkehallaån_1	2020	45	13	5	2020-03-23
Dunkehallaån	Dunkehallaån_2	2020	13	0	0	2020-03-21
Dunkehallaån	Dunkehallaån_1	2021	46	16	4	2021-04-08
Dunkehallaån	Dunkehallaån_2	2021	33	0	0	2021-04-08

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Edeskvarnaån		2008	1	0	0	2008-05-08
Edeskvarnaån		2013	4	0	0	2013-04-17
Edeskvarnaån		2014	1	0	0	2014-04-16
Gagnån		2005	1	5	5	2005-05-02
Gagnån		2006	5	20	10	2006-04-27
Gagnån		2007	14	19	5	2007-04-16
Gagnån		2008	1	3	3	2008-05-05
Gagnån		2009	2	1	1	2009-04-20
Gagnån		2010	13	12	5	2010-04-14
Gagnån		2011	8	9	5	2011-04-06
Gagnån		2012	15	15	8	2012-04-17
Gagnån		2013	24	64	8	2013-04-20
Gagnån		2014	10	82	21	2014-04-08
Gagnån		2015	11	38	10	2015-04-06
Gagnån		2016	5	38	17	2016-04-02
Gagnån		2018	1	8	8	2018-05-06
Gagnån	Gagnån_1	2019	7	5	4	2019-04-23
Gagnån	Gagnån_1	2020	15	20	5	2020-03-24
Gagnån	Gagnån_1	2021	7	7	3	2021-04-27
Girabäcken		2013	1	0	0	1900-01-02
Gisebobäcken		2011	1	0	0	2011-04-28
Gisebobäcken		2013	4	0	0	2013-04-17
Granviksån		2007	1	1	1	2007-05-08
Granviksån		2009	1	0	0	2009-05-13
Granviksån		2013	22	0	0	2013-04-14
Granviksån		2015	1	0	0	2015-04-11
Granviksån		2016	1	0	0	2016-05-06
Granviksån	Granviksån_1	2019	15	0	0	2019-04-08
Granviksån	Granviksån_1	2020	12	0	0	2020-03-24
Granviksån	Granviksån_1	2021	11	0	0	2021-04-06
Gränsbäcken		2013	3	0	0	2013-04-20
Gudmunderyds-bäcken		2013	3	0	0	2013-04-22
Gudmunderyds-bäcken		2014	1	0	0	2014-04-22
Gyllingebäcken		2013	3	0	0	2013-04-20
Hjoån		2005	1	15	15	2005-04-24
Hjoån		2006	6	10	3	2006-04-19
Hjoån		2007	7	33	6	2007-04-14
Hjoån		2008	4	25	11	2008-04-21
Hjoån		2009	27	141	18	2009-04-11
Hjoån		2010	5	18	7	2010-04-08
Hjoån		2011	7	45	11	2011-04-13
Hjoån		2012	62	697	48	2012-03-28
Hjoån		2013	67	820	54	2013-03-09

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Hjoån		2014	70	1182	79	2014-03-20
Hjoån		2015	43	865	47	2015-03-12
Hjoån		2016	21	308	36	2016-03-28
Hjoån		2017	37	701	56	2017-03-27
Hjoån		2018	8	180	34	2018-04-12
Hjoån	Hjoån_1	2019	18	0	0	2019-03-24
Hjoån	Hjoån_2	2019	15	0	0	2019-03-24
Hjoån	Hjoån_3	2019	18	9	2	2019-03-24
Hjoån	Hjoån_4	2019	20	87	12	2019-03-24
Hjoån	Hjoån_1	2020	8	1	1	2020-03-22
Hjoån	Hjoån_2	2020	7	1	1	2020-03-24
Hjoån	Hjoån_3	2020	8	15	5	2020-03-01
Hjoån	Hjoån_4	2020	9	11	3	2020-03-22
Hjoån	Hjoån_1	2021	21	2	2	2021-03-29
Hjoån	Hjoån_2	2021	21	1	1	2021-03-29
Hjoån	Hjoån_3	2021	22	0	0	2021-03-29
Hjoån	Hjoån_4	2021	22	42	10	2021-03-29
Hjällöbacken		2006	1	0	0	2006-04-14
Hjällöbacken		2007	4	22	12	2007-04-24
Hjällöbacken		2008	2	0	0	2008-05-05
Hjällöbacken		2009	1	1	1	2009-04-29
Hjällöbacken		2011	1	0	0	2011-04-28
Hjällöbacken		2012	12	4	2	2012-04-08
Hjällöbacken		2013	13	76	18	2013-04-20
Hjällöbacken		2014	14	86	24	2014-03-22
Hjällöbacken		2015	8	11	6	2015-04-09
Hjällöbacken		2016	12	92	24	2016-04-05
Hjällöbacken		2019	2	0	0	2019-04-16
Hjällöbacken	Hjällöbacken_1	2019	2	4	4	2019-04-08
Hjällöbacken	Hjällöbacken_2	2019	2	2	2	2019-04-08
Hjällöbacken	Hjällöbacken_1	2020	3	12	6	2020-03-24
Hjällöbacken	Hjällöbacken_2	2020	3	2	1	2020-03-24
Hjällöbacken	Hjällöbacken_1	2021	2	0	0	2021-04-08
Hjällöbacken	Hjällöbacken_2	2021	1	0	0	2021-05-08
Holmån		2007	1	10	10	2007-05-03
Holmån		2008	1	2	2	2008-05-06
Holmån		2009	4	12	5	2009-04-20
Holmån		2012	1	0	0	2012-04-28
Holmån		2013	6	25	8	2013-05-05
Holmån		2014	11	52	20	2014-04-05
Holmån		2015	2	0	0	2015-04-15
Holmån		2018	1	0	0	2018-05-06
Hornån		2005	3	47	25	2005-05-02
Hornån		2006	1	4	4	2006-04-27

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Hornån		2007	1	9	9	2007-04-25
Hornån		2008	1	5	5	2008-04-21
Hornån		2009	3	19	10	2009-04-29
Hornån		2010	9	16	6	2010-04-14
Hornån		2011	6	5	4	2011-04-06
Hornån		2012	7	14	9	2012-04-17
Hornån		2013	9	29	18	2013-04-25
Hornån		2014	10	126	22	2014-04-17
Hornån		2015	8	64	19	2015-04-06
Hornån		2016	4	34	13	2016-04-02
Hornån		2017	1	2	2	2017-04-04
Hornån	Hornån_1	2019	12	19	4	2019-04-04
Hornån	Hornån_2	2019	11	7	4	2019-04-04
Hornån	Hornån_3	2019	10	2	2	2019-04-04
Hornån	Hornån_1	2020	16	0	0	2020-03-24
Hornån	Hornån_2	2020	12	0	0	2020-03-24
Hornån	Hornån_3	2020	12	2	1	2020-03-24
Hornån	Hornån_1	2021	8	0	0	2021-04-13
Hornån	Hornån_2	2021	10	1	1	2021-04-13
Hornån	Hornån_3	2021	9	0	0	2021-04-13
Huskvarnaån		2013	1	0	0	2013-05-05
Huskvarnaån		2017	2	0	0	2017-04-24
Huskvarnaån		2020	1	0	0	2020-04-03
Hökesån		2005	2	4	4	2005-05-02
Hökesån		2006	2	2	1	2006-04-27
Hökesån		2007	5	9	5	2007-04-16
Hökesån		2009	2	0	0	2009-04-28
Hökesån		2010	1	0	0	2010-04-28
Hökesån		2011	2	0	0	2011-04-26
Hökesån		2012	1	3	3	2012-05-02
Hökesån		2013	13	82	19	2013-04-20
Hökesån		2014	10	73	30	2014-04-01
Hökesån		2015	11	16	6	2015-03-28
Hökesån		2016	10	29	20	2016-03-28
Hökesån		2017	10	89	27	2017-04-16
Hökesån		2018	7	16	7	2018-05-06
Hökesån	Hökesån_1	2019	12	23	8	2019-03-21
Hökesån	Hökesån_1-2	2019	8	24	9	2019-04-04
Hökesån	Hökesån_2	2019	8	0	0	2019-04-02
Hökesån	Hökesån_1	2020	15	54	18	2020-03-22
Hökesån	Hökesån_2	2020	16	52	13	2020-03-24
Hökesån	Hökesån_1	2021	15	9	4	2021-04-08
Hökesån	Hökesån_2	2021	4	0	0	2021-04-14
Knipån		2005	1	0	0	2005-05-02

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Knipån		2006	1	0	0	2006-04-27
Knipån		2007	6	2	2	2007-04-24
Knipån		2008	59	12	3	2008-04-02
Knipån		2009	3	0	0	2009-04-19
Knipån		2010	2	0	0	2010-05-07
Knipån		2011	3	0	0	2011-04-26
Knipån		2012	4	1	1	2012-04-17
Knipån		2013	8	37	15	2013-04-10
Knipån		2014	20	97	25	2014-04-06
Knipån		2015	14	49	16	2015-03-27
Knipån		2016	8	35	8	2016-03-28
Knipån		2017	1	4	4	2017-04-04
Knipån		2018	1	1	1	2018-05-06
Knipån	Knipån_1	2019	9	2	1	2019-03-31
Knipån	Knipån_2	2019	9	0	0	2019-03-31
Knipån	Knipån_1	2020	6	1	1	2020-03-24
Knipån	Knipån_2	2020	5	0	0	2020-03-24
Knipån	Knipån_1	2021	1	0	0	2021-05-03
Knipån	Knipån_2	2021	5	0	0	2021-04-20
Krikån		2008	2	0	0	2008-05-06
Kvarnbäcken		2013	1	0	0	2013-04-27
Kärsbyån		2007	17	20	5	2007-04-12
Kärsbyån		2008	12	83	18	2008-04-10
Kärsbyån		2009	16	83	12	2009-04-12
Kärsbyån		2010	5	10	4	2010-04-22
Kärsbyån		2011	1	6	6	2011-04-19
Kärsbyån		2012	24	238	39	2012-04-12
Kärsbyån		2013	30	112	14	2013-04-10
Kärsbyån		2014	16	57	10	2014-03-25
Kärsbyån		2015	15	59	8	2015-03-31
Kärsbyån		2016	21	66	9	2016-04-03
Kärsbyån		2017	18	23	8	2017-04-04
Kärsbyån		2018	20	55	8	2018-04-13
Kärsbyån		2019	1	0	0	2019-04-11
Kärsbyån	Kärsbyån_1	2019	18	1	1	2019-04-12
Kärsbyån	Kärsbyån_2	2019	19	24	8	2019-04-12
Kärsbyån	Kärsbyån_1	2020	48	2	1	2020-03-23
Kärsbyån	Kärsbyån_2	2020	48	26	3	2020-03-23
Kärsbyån	Kärsbyån_1	2021	31	1	1	2021-03-28
Kärsbyån	Kärsbyån_2	2021	30	16	4	2021-03-28
Lillån Bankeryd		2005	1	0	0	2005-05-02
Lillån Bankeryd		2006	1	0	0	2006-04-27
Lillån Bankeryd		2007	1	0	0	2007-04-25
Lillån Bankeryd		2008	22	0	0	2008-04-07

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Lillån Bankeryd		2009	2	0	0	2009-04-28
Lillån Bankeryd		2010	1	0	0	2010-04-28
Lillån Bankeryd		2012	1	0	0	2012-05-02
Lillån Bankeryd		2013	8	0	0	2013-04-17
Lillån Bankeryd		2014	6	0	0	2014-04-06
Lillån-Huskvarna		2008	1	0	0	2008-04-28
Lillån-Huskvarna		2009	2	0	0	2009-04-24
Lillån-Huskvarna		2010	1	0	0	2010-05-10
Lillån-Huskvarna		2013	14	0	0	2013-04-23
Lillån-Huskvarna		2014	3	0	0	2014-04-16
Lillån-Huskvarna		2015	21	0	0	2015-04-01
Lillån-Huskvarna		2016	20	0	0	2016-04-07
Lillån-Huskvarna		2017	21	0	0	2017-04-06
Lillån-Huskvarna		2018	14	0	0	2018-04-18
Lillån-Huskvarna		2019	27	0	0	2019-03-31
Lillån-Huskvarna		2020	27	0	0	2020-04-01
Lillån-Huskvarna		2021	26	0	0	2021-04-13
Nykyrkebäcken		2008	2	0	0	2008-05-05
Odensbergs-bäcken		2013	8	0	0	2013-04-09
Rödån		2005	3	3	2	2005-05-01
Rödån		2007	4	20	8	2007-05-08
Rödån		2008	5	2	1	2008-05-07
Rödån		2009	3	0	0	2009-04-20
Rödån		2011	2	0	0	2011-04-28
Rödån		2012	14	5	2	2012-04-08
Rödån		2013	18	64	14	2013-04-20
Rödån		2014	19	105	19	2014-03-29
Rödån		2015	22	71	16	2015-03-28
Rödån		2016	20	62	21	2016-04-04
Rödån		2017	2	10	10	2017-04-04
Rödån		2018	1	13	13	2018-05-06
Rödån	Rödån_1	2019	8	5	4	2019-04-04
Rödån	Rödån_2	2019	8	9	7	2019-04-04
Rödån	Rödån_1	2020	12	0	0	2020-03-24
Rödån	Rödån_2	2020	12	5	3	2020-03-24
Rödån	Rödån_1	2021	4	0	0	2021-04-20
Rödån	Rödån_2	2021	7	11	4	2021-04-20
Röttleån		2005	2	35	35	2005-05-10
Röttleån		2008	3	0	0	2008-04-25
Röttleån		2009	5	21	15	2009-04-25
Röttleån		2010	9	32	9	2010-04-26
Röttleån		2011	13	14	4	2011-04-15
Röttleån		2012	26	58	11	2012-04-02
Röttleån		2013	25	60	9	2013-04-25

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Röttleån		2014	5	52	25	2014-04-17
Röttleån		2015	12	42	9	2015-04-05
Röttleån		2016	7	25	9	2016-04-03
Röttleån		2017	8	11	3	2017-04-04
Röttleån		2018	6	6	6	2018-04-26
Röttleån	Röttleån_1	2019	34	23	6	2019-03-28
Röttleån	Röttleån_2	2019	13	4	2	2019-03-28
Röttleån	Röttleån_3	2019	3	0	0	2019-03-28
Röttleån	Röttleån_1	2020	29	23	8	2020-03-25
Röttleån	Röttleån_2	2020	14	34	9	2020-03-25
Röttleån	Röttleån_3	2020	15	13	6	2020-03-25
Röttleån	Röttleån_1	2021	25	21	5	2021-04-08
Röttleån	Röttleån_2	2021	22	4	2	2021-04-08
Röttleån	Röttleån_3	2021	10	0	0	2021-04-16
Sjöhamrabäcken		2013	5	0	0	2013-04-19
Sjöhamrabäcken		2014	1	0	0	2014-04-21
Sjöhamrabäcken		2015	4	0	0	2015-04-11
Sjöhamrabäcken		2016	5	0	0	2016-04-05
Sjöhamrabäcken		2017	7	0	0	2017-04-05
Sjöhamrabäcken		2018	18	9	4	2018-04-22
Sjöhamrabäcken		2019	13	2	2	2019-04-16
Sjöhamrabäcken		2020	24	4	1	2020-04-04
Sjöhamrabäcken		2021	20	0	0	2021-04-17
Sjörydsbäcken		2012	1	0	0	2012-04-12
Sjörydsbäcken		2013	4	0	0	2013-04-04
Sjörydsbäcken		2014	2	0	0	2014-03-28
Sjörydsbäcken		2015	2	0	0	2015-04-08
Skrämmabäcken		2007	1	2	2	2007-05-05
Skrämmabäcken		2008	1	1	1	2008-05-06
Skrämmabäcken		2009	1	0	0	2009-05-11
Skrämmabäcken		2010	1	0	0	2010-04-28
Skrämmabäcken		2011	1	0	0	2011-04-28
Skrämmabäcken		2013	10	0	0	2013-04-22
Skrämmabäcken		2014	1	0	0	2014-04-14
Skrämmabäcken		2017	1	0	0	2017-04-05
Skrämmabäcken		2018	1	0	0	2018-05-08
Skrämmabäcken		2019	2	0	0	2019-04-04
Skrämmabäcken		2020	4	0	0	2020-03-29
Skrämmabäcken		2021	4	0	0	2021-04-07
Skämningsforsån		2005	3	0	0	2005-05-04
Skämningsforsån		2006	8	6	4	2006-04-29
Skämningsforsån		2007	5	16	6	2007-04-20
Skämningsforsån		2008	2	0	0	2008-05-06
Skämningsforsån		2009	12	4	2	2009-04-20

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Skämningsforsån		2010	1	0	0	2010-05-09
Skämningsforsån		2011	2	0	0	2011-04-26
Skämningsforsån		2012	12	0	0	2012-04-08
Skämningsforsån		2013	15	71	21	2013-04-19
Skämningsforsån		2014	21	206	34	2014-03-29
Skämningsforsån		2015	27	53	13	2015-04-03
Skämningsforsån		2016	22	46	10	2016-03-28
Skämningsforsån		2017	1	0	0	2017-04-04
Skämningsforsån		2018	1	2	2	2018-05-06
Skämningsforsån	Skämningsforsån_1	2019	2	0	0	2019-04-08
Skämningsforsån	Skämningsforsån_1	2020	4	0	0	2020-03-24
Skämningsforsån	Skämningsforsån_1	2021	3	3	2	2021-05-09
Smeds-dammsbäcken/ Ulvhultsbäcken		2013	1	0	0	2013-04-27
Spakåsbäcken		2013	1	0	0	2013-04-27
Svedån		2005	1	1	1	2005-05-02
Svedån		2006	2	0	0	2006-04-06
Svedån		2007	1	0	0	2007-05-08
Svedån		2008	1	0	0	2008-05-16
Svedån		2009	2	0	0	2009-04-20
Svedån		2010	4	0	0	2010-04-26
Svedån		2011	1	0	0	2011-04-28
Svedån		2013	8	0	0	2013-04-20
Svedån		2014	1	0	0	2014-03-29
Svedån		2015	1	0	0	2015-04-23
Svedån		2016	2	0	0	2016-04-06
Tabergsån		2013	4	0	0	2013-04-21
Tabergsån		2014	1	0	0	2014-04-26
Tabergsån		2015	1	0	0	2015-05-01
Tabergsån		2020	2	0	0	2020-04-19
Tabergsån		2021	4	0	0	2021-04-18
Tingsjö-/Hytte-hamnsbäcken		2017	1	0	0	2017-05-01
Tumbäcken		2005	1	0	0	2005-05-02
Tumbäcken		2006	1	0	0	2006-04-27
Tumbäcken		2013	2	0	0	2013-05-01
Vättern/Rinken		2018	8	21	5	2018-05-05
Vättern/Visingsö hamn		2010	1	3	3	2010-04-30
Vättern/Visingsö hamn		2016	1	20	20	2016-05-06

Vattendrag	ID-delsträcka	År	Antal besök	Totalt antal harrar	Max antal harrar/ besök	Datum för första harr-observation
Vättern/Visingsö hamn		2017	3	38	25	2017-05-06
Vättern/Visingsö hamn		2019	13	64	11	2019-04-23
Vättern/Visingsö hamn		2020	19	154	22	2020-04-10
Ålebäcken		2007	2	6	4	2007-05-11
Ålebäcken		2012	11	63	16	2012-04-15
Ålebäcken		2013	17	26	8	2013-04-25
Ålebäcken		2014	7	12	10	2014-04-21
Ålebäcken		2015	10	3	3	2015-04-11
Ålebäcken		2016	7	30	13	2016-04-08
Ålebäcken	Ålebäcken_1	2019	10	0	0	2019-04-01
Ålebäcken	Ålebäcken_2	2019	7	0	0	2019-04-03
Ålebäcken	Ålebäcken_3	2019	1	0	0	2019-04-03
Ålebäcken	Ålebäcken_1	2020	10	0	0	2020-03-25
Ålebäcken	Ålebäcken_2	2020	9	0	0	2020-04-04
Ålebäcken	Ålebäcken_3	2020	6	0	0	2020-03-25
Ålebäcken	Ålebäcken_1	2021	7	0	0	2021-04-18
Ålebäcken	Ålebäcken_2	2021	7	0	0	2021-04-18
Ålebäcken	Ålebäcken_3	2021	5	0	0	2021-04-23

Sjöfåglar på fågelskär 2021

Lars Gezelius

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 uppdaterad och reviderad bevarandeplan för Natura 2000 området fastställdes 2018 av de Länsstyrelser som har del i sjön (Lindell 2018). Inventeringen av fåglar 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, i Vår fågelvärld samt i Östergötlands läns Ornitologiska förenings tidskrift Vingspegeln (Gezelius 2005 och 2010). Efter 18 års inventeringar är nu tidsserien så lång att vi kan se trender i materialet. Bland äldre inventeringar av fåglar kan nämnas inventering av Motalabuktens öar 1990 (Elf 1990).

Inventeringen bygger på en i Väneren väl beprövad metodik som omfattar öar, i första hand av typen fågelskär, och ett utarbetat datahanteringssystem/rapportering (Landgren 2004). Numera är projektet en del i programmet ”Insjöfåglar”, som är ett gemensamt delprogram (GDP) mellan övervakningsprogrammen i Väneren, Vättern, Mälaren och Hjälmaren. 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). Det gemensamma delprogrammet har utvärderats av Lunds Universitet (Green m.fl. 2019). Utvärderingen konstaterar bl.a. att det mesta när det gäller själva upplägget och fältarbetet inom GDP Insjöfåglar fungerar alldeles utmärkt och bör fortsätta på i stort samma sätt framöver. Det finns däremot en del brister när det gäller den datahantering som skett hittills och rekommenderar därför en översyn och samordning mellan ingående sjöar på det området. En sådan samordning bör ske inom ramarna för och i samarbete med den datavärd som programmet väljer att ansluta sig till.

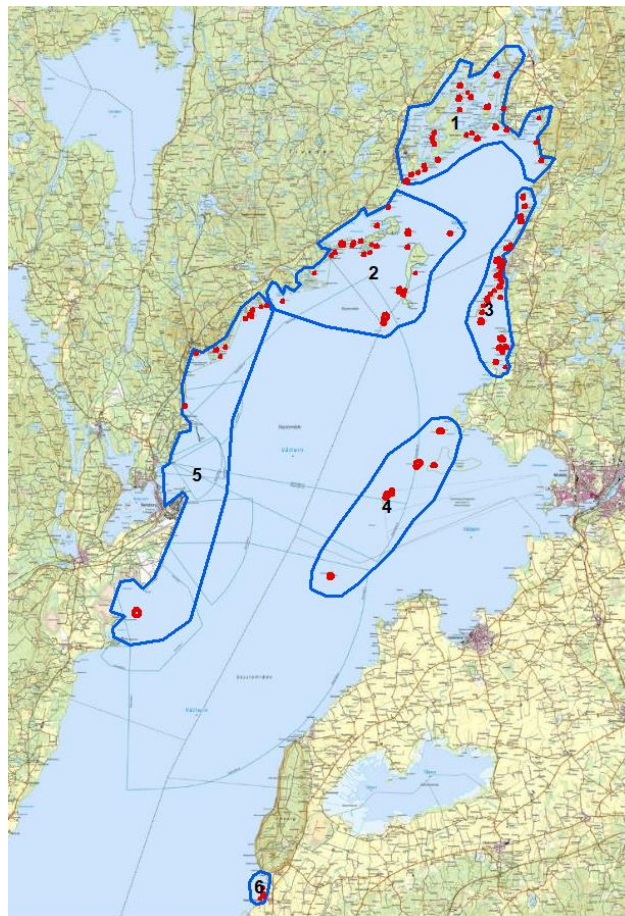
Syfte

Syftet med inventeringen är dels att följa status och populationsförändringar hos Vätterns sjöfåglar som en del i det gemensamma

delprogrammet "Insjöfåglar" 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. Inventeringsgruppen träffas med ojämna mellanrum för att diskutera metodik och utbyta erfarenheter. Delområdenas geografi framgår av figur 1 och antal lokaler, inventerare och tidpunkt framgår av tabell 1. De flesta lokalerna som inventeras är öar av fågelskärstyp. Länsstyrelsen Östergötland är datavärd för insamlade uppgifter. Resultat, summeringar, trender m.m. kan tas fram för olika delområden, kommuner eller län.



Figur 1. De inventerade delområdenas avgränsning och nummer.

Tabell 1. Antal inventerade lokaler, inventerare och tidpunkt för inventeringen i de olika delområdena 2021.

Områdesnr	Delområde	Antal inventerade lokaler	Inventerare	Datum
1	Aspaskärgård	22	Ulf Allvin, Stefan Allvin	16 -17 juni
2	Röknen	18	Ulf Allvin, Stefan Allvin	16 -17 juni
3	Medevi	28	Gunnar Myrhede & Jan Eklund	10 juni
4	Motalaviken	6	Gunnar Myrhede & Jan Eklund	10 -13 juni
5	Karlsborg	7	Sten Persson	19 -22 juni
6	Hästholmen	5	Lars Gezelius	9 juni

Totalt inventerades 86 lokaler (öar/ögrupper) under perioden 9-22 juni 2021 (se tabell 1). Vid Erkerna, Kalv och Ottraholmen gjordes även ett besök i augusti/september 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 fågelskär 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.

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.



Laxhalla. Foto: Ulf Allvin.

Resultat

Antal revirhävande individer och bedömt antal par på de totalt 86 lokaler som besöktes anges i tabell 2. Totalt inräknades 2287 individer exklusive skarvarna (boräkning). För jämförelse anges även medelantalen vid inventeringarna 2002 - 2020. Totalantalet individer är högre än i fjol och över medelantalet för hela perioden. För de kolonihäckande arterna redovisas antalet revirhävande fåglar och ingen omräkning till antalet par har gjorts.

Tabell 2. Totalt antal registrerade individer samt bedömt antal par vid inventeringen 2021, samt medeltalen 2002-2020. För storskarv avser siffrorna antalet aktiva bon.

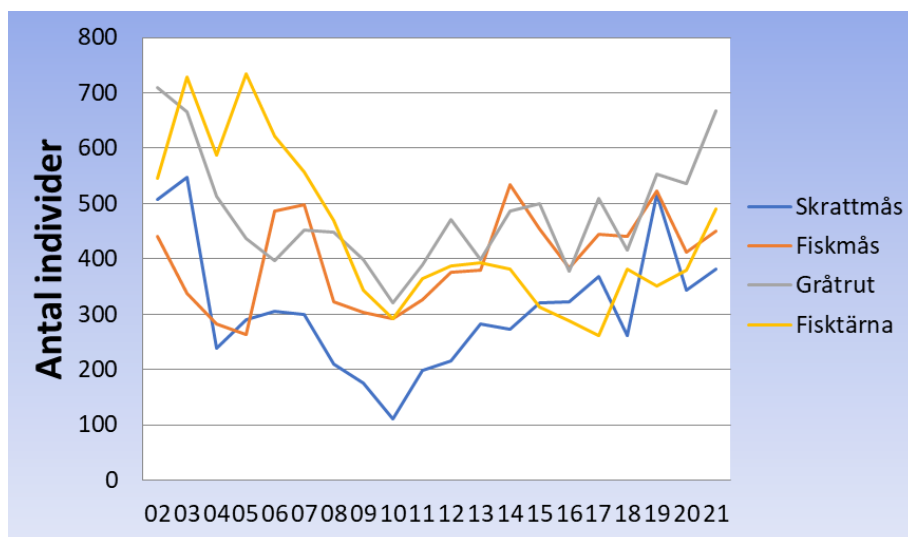
Art	2021 Antal individer	2021 Bedömt antal par	Medel 2002-20 Antal individer	Medel 2002-20 Antal par
Storlom	11	6	16,5	9,7
Skäggdopping	2	1	1,1	0,7
Storskarv		831		892
Häger	0			4,4
Knölsvan	5	3	5,1	2,8
Grågås	0	0	1,8	1,1
Kanadagås	2	1	15,4	8,6
Vitk gås	35	20	28,1	15,9
Gräsand	8	6	13,8	9,6
Snatterand	7	4	4,0	2,4
Vigg	5	3	8,9	6,1
Knipa	1	1	5,0	3,5
Ejder	30	10	9,7	4,7
Småskrake	98	58	90,3	59,8
Storskrake	25	21	16,8	12,6
Strandskata	12	8	17,9	10,9
Drillsnäppa	17	9	12,1	9,0
Roskarl	0		0,2	0,1
Skrattmås	382		304	
Fiskmås	451		395	
Dvärgmås	1		0,2	
Silltrut	0		0,5	
Gråtrut	667		472	
Havstrut	27		14,2	
Fisktärna	490		441	
Silvertärna	1		4,2	
Fiskgjuse	2	2	8,5	5,3
Lärkfalk	8	5	2,2	1,9
Summa	2287		1879	

Totalt inräknades 2018 revirhävande måsfåglar på Vätterns fågelskä, vilket också är klart över medeltalet för perioden. I figur 2 visas de fyra vanligaste måsarternas populationstrender.

GENERELLA TRENDER

Samtliga måsfåglar hade generellt en minskande trend mellan 2002 och 2010, därefter är den generella trenden glädjande nog ökande. Fiskmåsen har legat mest stabil och gråtruten som minskade kraftigt är snart tillbaka på samma nivå som vid inventeringens början. Även havstruten har en stabilt ökande trend.

Bland övriga arter har småskrake och strandskata minskande trender. Storskarven minskade rejält efter 2008 och har legat på nivåer en bit under toppen sedan dess men trenden är svagt ökande även om 2021 innebar en liten nedgång. Arter med stabila antal (med viss variation under åren) är storlom, storskrake, vitkindad gås, vigg, knölsvan, drillsnäppa och fiskgjuse.



Figur 2. Antalet revirhävande måsar och tärnor på Vätterns fågelskä 2002-21.

STORSKARV

Totalt konstaterades 831 bon, vilket är en minskning med ca 170 från fjolåret. Trenden nu är dock svagt ökande efter en bottennotering 2012. Toppnoteringen är från 2007 med 1279 par. Årets kolonier fanns på fem öar eller ögrupper; Jungfrun 17 bon, Erkerna 355 bon, Kalv 49 bon, Ottraholmen 10 och Sidön ca 400 bon. Minskningarna har framförallt skett på Sidön och Kalv. 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 30 % av bona i stående träd och 70% på marken eller på lågor. På Sidön, strax söder om Karlsborg, ökade kolonin till

som mest 450 bon 2020. På Kalv, söder om St. Röknen, har kolonin legat relativt stabilt på 100-125 par åren 2010-2015 och därefter 66-89 bon. 2008 noterades drygt 300 par här. På Jungfrun, i Motalabukens öars naturreservat, häckade 25 till 80 par 2015-18 och 2002 noterades tio par.

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 kraftig minskning 2009, men på senare år åter en liten ökning. På Erkerna kan kraftiga stormar 2007 och 2008 ha bidragit till minskningen där, då många bon och träd blåste ner.



Figur 3. Antal funna bon av storskarv i Vättern 1994-2021. Kolonierna finns på öarna Jungfrun och Erkerna i Motalabukten, på ön Kalv söder om St. Röknen, på Ottraholmen samt på Sidön vid Karlsborg. Data före 2002 från Länsstyrelsen Östergötland, opubl.

I Vänern noterades 1854 bon på 16 skär (varav två stora kolonier), vilket innebär en ökning från föregående åren med antal kring 1500 bon. Högsta nivå var 2006 då 3 139 par noterades (Rees 2021). I Mälaren har skarven inventerats sedan 2004 (från 2011 vart tredje år) i ett separat program. 2019 räknades totalt 2984 bon i 14 kolonier, vilket är ca 800 färre än rekordåret 2017 (Thuresson & Hedenbo 2021).



Skarvbon på Kalv i augusti 2021. Foto: Ulf Allvin.

GRÅTRUT (VU)

Detta år registrerades 667 revirhävande gråtrutar på 18 lokaler, vilket är en ökning med 130 ex. från i fjol och en bra bit över medeltalet för inventeringsperioden. Toppåren tidigare var 2002-2003 med 710 resp. 666 individer. Bottennoteringen är 320 ex. 2010. Arten noterades på 19 lokaler. Under 2012-2020 fanns arten på 16-23 lokaler. Och under 2002-2004 fanns den på 22-23 lokaler. Det är ju stabila siffror och gråtruten är normalt sett trogen sina häckningslokaler. Enstaka par eller smärre grupper kan dock byta lokal mellan olika år. Den i särklass största kolonin är Jungfrun i område 4 med 350 ex. (ökning med 100 från i fjol). På Sidön, i område 5, är den tidigare stora kolonin med 85 fåglar 2007 och 175 fåglar 2002 numera blott på 10 ex. Andra större lokaler var Kalv (45) och Skärv (30) i delområde 2 och Stångskäret (50) i delområde 1, Sjöholmen (50), i delområde 3 och Erkerna (52) i delområde 4 och Hästholmen norra (30) i delområde 6. Inga döda eller sjuka trutar noterades under inventeringen.

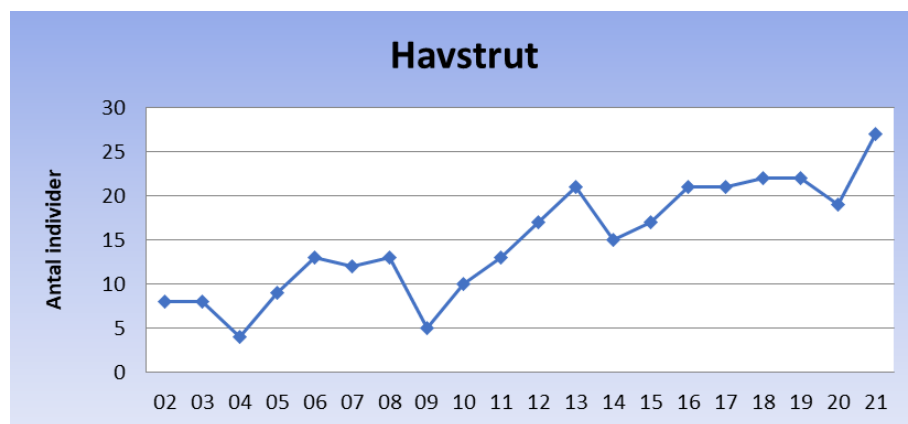
I både Vänern och Mälaren har arten mycket större antal gråtrutar, men även i dessa sjöar minskar bestånden. Gråtruten i Vänern haft en minskande trend under hela inventeringsperioden men de senaste åren har karakteriserats av större variation och omväxlande högre och lägre siffror. Resultatet för 2021 var 4515 individer, vilket dock är mer än 3 500 fåglar färre än när gråtruten omkring millennieskiftet var som mest talrik (Rees 2020). I Mälaren noterades 1505 revirhävande fåglar 2020 (Thuresson & Hedenbo 2021) och trenden är svagt minskande. Totalt i Sverige har arten efter en kraftig ökning under 1990-talet minskat markant under 2000-talet (Ottosson m.fl. 2012).



Ottraholmen. Foto: Ulf Allvin.

HAVSTRUT (VU)

Havstruten är inte särskilt vanlig i Vättern. Under året noterades 27 revirhävande fåglar på 13 platser. Medeltalet för åren 2002-20 är 14 ex. Beståndet är litet, men arten har en klart uppåtgående trend. Här råder stora skillnader i antal mellan Vänern och Vättern. I Vänern fanns 461 ex. 2021 (Rees 2021) och beståndet har de senaste åren varit stabilt men har en långsiktigt minskande trend. I Mälaren fanns 19 individer 2020, vilket är en av de lägsta summorna sedan starten 2005 (Thuresson & Hedenbo 2021).



Figur 4. Antal revirhävande havstrutar i Vättern 2002-21.



Stångskäret. Foto: Ulf Allvin.

SKRATTMÅS (NT)

I år konstaterades 382 revirhävande skrattmåsar på 14 lokaler. Det innebär en liten ökning från fjolåret men en minskning från 2019 då 516 ex noterades. Nästan alla par fanns i tre större kolonier, Stångsholmen, Sidön och Forsholmen. Arten har en uppåtgående trend sedan bottenåret 2010. 2002-03 fanns drygt 500 ex. Kolonierna flyttar om en hel del mellan åren.

Årets största koloni blev den relativt nyetablerade kolonin på Stångsholmen (delområde 3) med 130 ex. Här häckade med 90 ex i fjol och 110 ex. 2019. Tidigare fanns endast enstaka ex. här 2004-05. Näst största kolonin fanns på Sidön med 100 ex., vilket är ett tapp från fjolårets 170 ex och 2019 års 250 ex. Här började de första skrattmåsarerna häcka 2012, men var aldrig högre än 65 ex 2012-2016. På den i särklass största kolonin 2013 och 2014 (ca 100 ex.) Forsholmen (i delområde 3) var det 2015 bara fem ex. och har 2016-19 saknades arten helt på detta fågelskär, men i fjol år var de tillbaka med 35 ex. och i år hela 82 ex. Den största kolonin 2004 och 2005 fanns på Hönsholmen (delområde 3), men efter dessa år har endast enstaka par häckat där fram till 2017-19 då 60, 30, 60 resp. 6 ex. noterades här, och i år endast sju ex. 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 i stort sett saknats helt sedan 2016. I år fanns tio ex. på Erkerna. Här har en mindre koloni funnits sedan 2004. Största koloni 2016 fanns på Sjöholmen i delområde 3, med 80 fåglar men där saknades arten helt 2017-21. På Kalv (delområde 2) fanns 15 ex. Där har tidigare endast enstaka par häckat 2017 samt 2006-07. Jämfört med gråtruten är skrattmåsen mycket mer variabel mellan år och mellan olika lokaler.

I Vänern noterades 4566 ex. 2021 (Rees 2021), vilket är en av de lägsta noteringarna under hela inventeringsperioden. Beståndet har en minskande trend på senare tid. Som mest var det 8624 fåglar 2010. I Mälaren räknades 1143 fåglar 2020 (Thuresson & Hedenbo 2021), vilket innebär en klar minskning från rekordåret 2018 på 1861 fåglar.

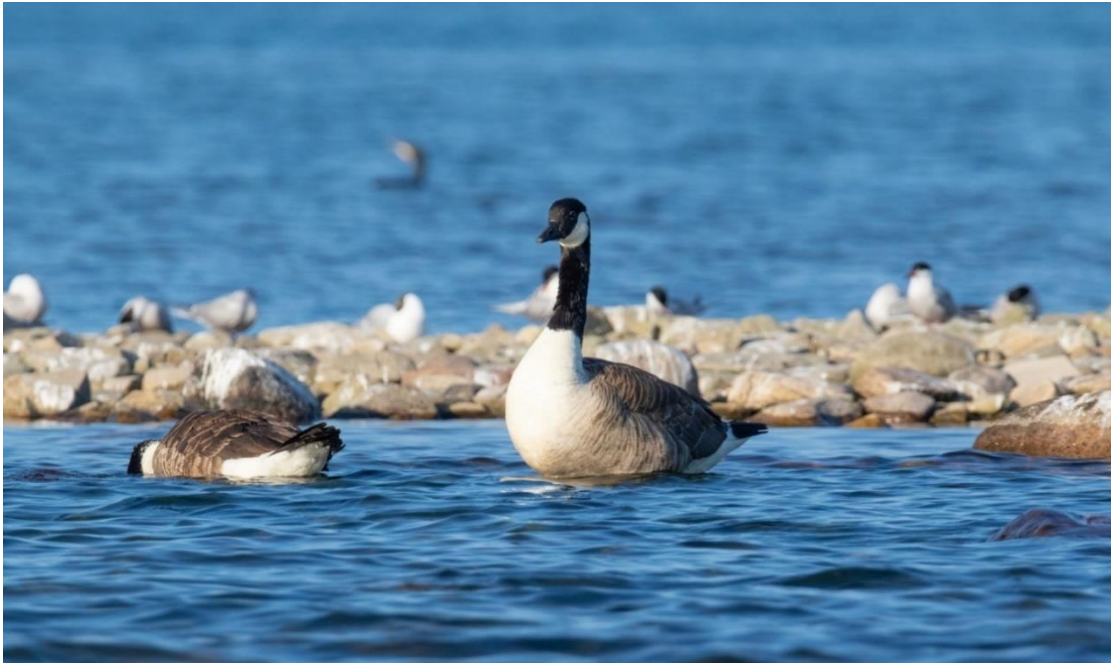
FISKMÅS (NT)

451 revirhävande fiskmåsar registrerades, vilket är något fler än under fjolåret. Det är något över medelantalet för 2002-2020 som är 395. Arten fanns på 53 lokaler, vilket är i närheten av antalen under föregående säsonger och det är därmed den mest spridda vitfågeln i sjön. Fiskmåsen har fluktuerat en del genom åren, men trenden över tid är stabil. De största kolonierna fanns vid Hästholmen (totalt 82 ex.), Skär V Verkanäset (20 ex.), Fjuk (40 ex.), Sidön (30 ex.), och Hönsholmen (17 ex.).

I Vänern noterades återigen fiskmåsen i låga antal och det är bara tre gånger som siffran varit lägre än årets 9 135 revirhävande individer. Trots detta har arten en stabil långtidstrend (Rees 2021). Totalt räknades 662 individer på 109 lokaler i Mälaren. Antalet är det lägsta sedan inventeringen startade (Thuresson & Hedenbo 2021). Arten minskar även nationellt och rödlistades 2020.

FISKTÄRNA

Fisktärnan var den klart vanligaste ”vitfågeln” i Vättern under 00-talet, men arten hade en kraftigt nedåtgående trend i slutet av 00-talet, men som nu förbytts till en klar uppgång de senaste fem åren. Årets antal slutade på 490 ex. fördelade på 25 lokaler, vilket är klart fler än fjolårets 380 ex.. Medelantalet för alla år är 441 ex.. Under toppåren 2003-2005 häckade arten på 30-talet lokaler. En hel del omflyttningar bland lokalerna sker mellan åren. Största koloni var i år Erkerna med 100 ex. Övriga större kolonier fanns på S Mossholmen (65), Kalv (50 ex.), Skär V Röd-vik (36), Skärv (30), Sidön (30 ex.). På Ottraholmen i delområde 2 fanns tidigare en stor koloni med som mest 75 ex., men där var kolonin borta 2015 - 2020. Där fanns glädjande nog 32 ex. i år. Även på Tärnskäret (delområde 2) var de åter med 40 ex. efter några år (2009-2020) med bara enstaka fåglar. Jungfrun i delområde 4 har hyst 75 ex., men under åren 2014-21 fanns bara tärnor här under 2015 (40 ex.). St. Laxhalla i delområde 2 har hyst 80 ex., men här har bara funnits 0-7 ex. 2015-21.



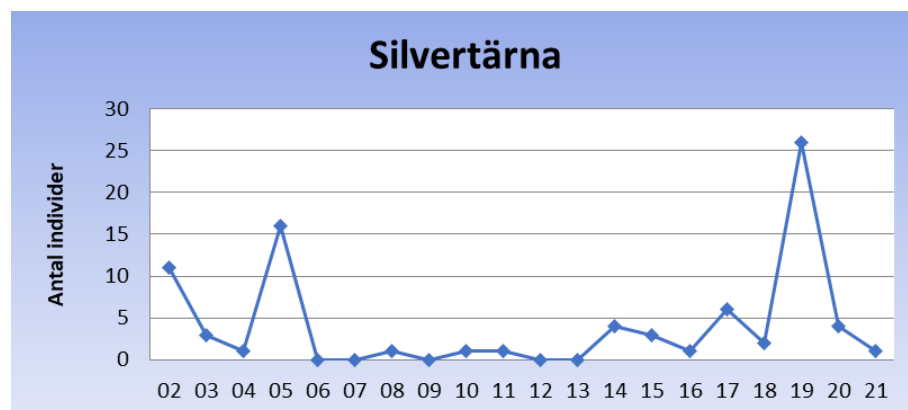
Kanadagås och ruvande fisktärnor på Kalv. Foto: Ulf Allvin.

Årets summa i Vänern på 6 705 revirhävdande fåglar förstärker sjöns betydelse för arten i ett större perspektiv. Resultatet är drygt 500 fåglar fler än den tidigare högsta noteringen under inventeringsperioden (Rees 2021). 2 322 fåglar registrerades i Mälaren 2020, vilket är nästan samma rekordsiffra som noterades 2018 (Thuresson & Hedenbo 2021). Enligt punktrutternas i Svensk häckfågeltaxering har fisktärnan långsiktigt haft ett stabilt bestånd om än med relativt stora hopp ett par år. Standardrutternas 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).

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 bedömas som ”gynnsam” för hela Vättern. För SPA-området (Östergötlands län) noterades 123 ex., d.v.s. även målet för SPA-området nås i det närmaste. Sannolikt finns ytterligare några solitära par i området som inte kommer med i denna inventering.

SILVERTÄRNA

Endast fyra ex. noterades vid Fiskartorpet (delområde 3). 2019 var ett toppår med hela 26 ex. som fanns på Stångsholmen (20) i delområde 3 och Skärv (6) i delområde 2, vilket var ett rekord för arten i Vättern. 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 Tärnskäret (6 ex).



Figur 5. Antal revirhävdande silvertärnor i Vättern 2002-21.

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 med årets notering ”måttlig”, men trenden är möjligtvis ”stabil”.

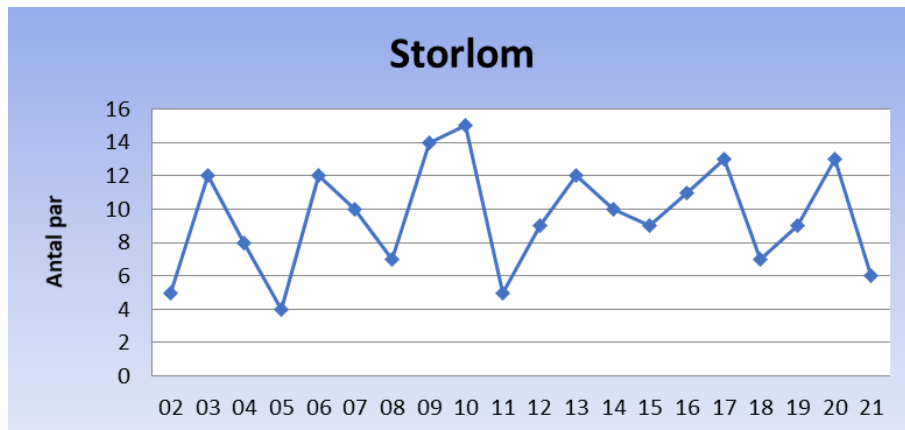
I Väneren noterades 773 individer (Rees 2021). Det senaste årtiondet har resultatet legat mellan 900 och som mest nästan 1 300 fåglar. Arten är inte noterad i Mälaren (Thuresson & Hedenbo 2021).



Tärnskäret. Foto: Ulf Allvin.

STORLOM

Totalt noterades 11 storlommar på fem lokaler och de bedöms som sex par. Populationsnivån i inventeringsmaterialet är stabil. Eftersom denna inventering i första hand är inriktad på fågelskär och storlommen är relativt skygg, finns det fler par som inte kommer med vid denna inventering. Medelantalet par under 2002-2020 ligger på knappt tio par.



Figur 6. Bedömt antal par av storlom inom de inventerade lokalerna i Vättern 2002-21.

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 anknytning 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”. Populationsstorleken i denna inventering får betecknas som stabil, även om antalet par har fluktuerat.

Under 2021 summerades till 46 revir av storlom på Vänerns fågelskär, vilket är under medeltalet på 55 par (Rees 2021). I Mälaren ses arten inte årligen, men 2020 noterades 2 ex. (Thuresson & Hedenbo 2021).

EJDER (EN)

Inlandshäckningar är generellt mycket ovanliga. Under 2021 noterades tre kullar och 20 vuxna vid Mellön och fem ådor vid Åholmen i Motalabuktens naturreservat i delområde 4. Vi beömer antalet par till tio. Under 2020 noterades sju och 2019 fem unkullar på dessa lokaler. 2014 konstaterades den första häckningen då ett bofynd (4 ägg) gjordes på Åholmen, och sedan dess har arten häckat årligen i området med ett till tio par. I Vänern har något ex. noterats vissa år (Rees 2021) och i Mälaren är den noterad ett år (2013) (Thuresson & Hedenbo 2021).

SMÅSKRAKE

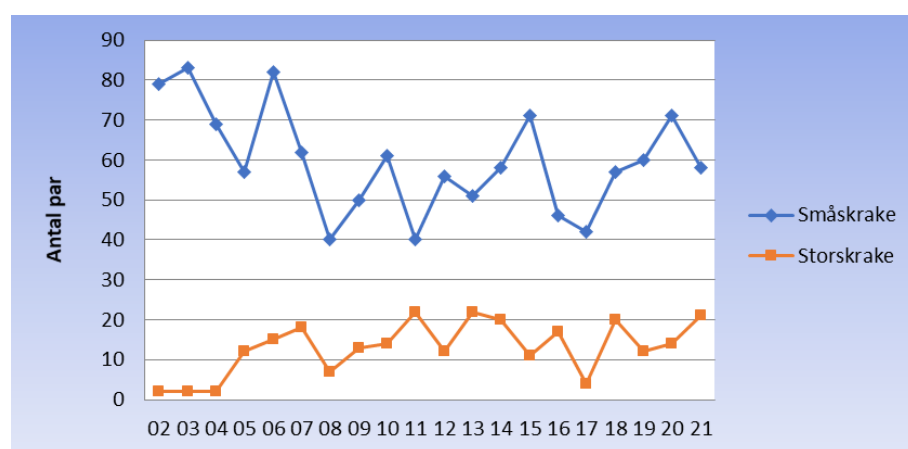
Arten har möjligen en svagt minskande trend sett över hela perioden. I år konstaterades 58 par mot fjolårets 70. Arten ligger nu nära medeltalet

för hela perioden som är 60 par. Denna art finns också relativt spridd på andra håll i Vättern.

I Vänern konstaterades 412 fåglar 2020, vilket är nära medeltalet (Rees 2021). I Mälaren räknades 67 individer på 20 lokaler 2020, vilket är det högsta sedan inventeringen startade (Thuresson & Hedenbo 2021).

STORSKRAKE

Populationen ligger relativt stabilt på en tämligen låg nivå. Årets inventering slutade på 21 par på tolv lokaler. I Vänern räknades 27 ex. 2021, vilket är en relativt låg siffra (Rees 2021). I Mälaren räknades 40 ex. 2020, vilket däremot är relativt högt (Thuresson & Hedenbo 2021).



Figur 7. Bedömt antal par av små- resp. storskrake inom de inventerade lokalerna i Vättern 2002-21.

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 år noterades arten liksom i fjol bara på Erkerna. I år dock endast tre par. I Vänern noterades 31 ex. (Rees 2021). I Mälaren noterades 273 individer på 61 lokaler 2020, vilket är låga siffror för inventeringsperioden. (Thuresson & Hedenbo 2021) och trenden är svagt vikande.

VITKINDAD GÅS

Den vitkindade gåsen har haft en ökande trend i Vättern, men på senare år har antalet par fluktuerat kraftigt. 20 par noterades i år varav nio i Östergötlands län. Totalantalet är över medelantalet för perioden 2002-2020 som är 16 par.

I Vänern minskade antalet vitkindade gäss under 2021 igen efter 2019 års höga notering och stannade på 85 vuxna fåglar, vilket dock ändå är tredje

högsta noteringen hittills (Rees 2021). I Mälaren räknades endast 28 ex. 2020 mot 58 ex. 2018. Högsta notering där är 109 ex. Havörnspredation anges som en möjlig förklaring (Thuresson & Hedenbo 2021).

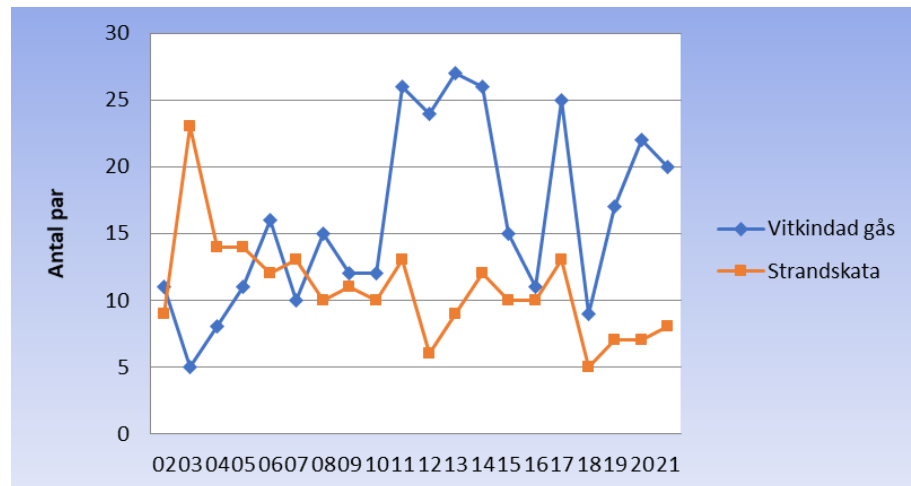
Målsättningen enligt förslag till bevarandeplan för Vättern (se förklaring ovan under fisktärna) är att 25-50 par bör häcka årligen i eller i nära anknytning till sjön. Målsättningen för SPA-området (Östergötland) är att antalet bör överstiga tio par. Bevarandestatusen får nu bedömas som ”gynnsam” både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



Skäret Skjortpilten som är fågelskyddsområde. Foto: Ulf Allvin.

STRANDSKATA (NT)

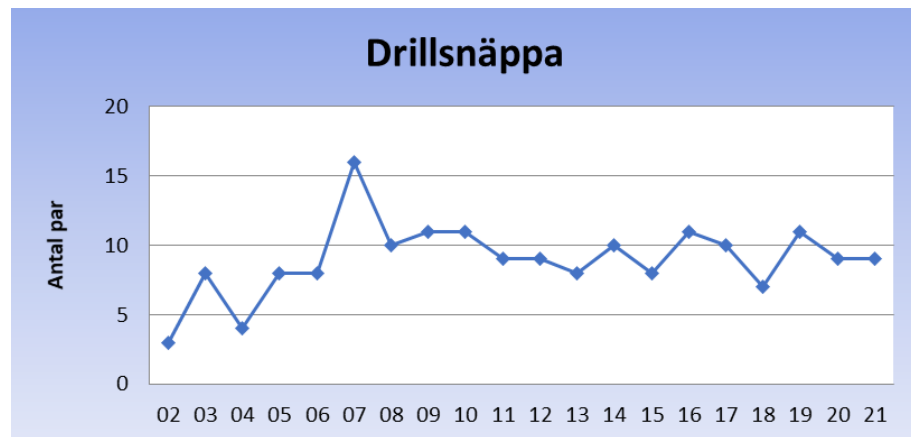
Strandskatan har en minskande trend sett över hela perioden och årets notering på åtta par på åtta lokaler är strax under medeltalet på 11 par. Som mest har den noterats på 15 lokaler 2003. I Vänern har arten haft en ökande trend och 2021 noterades 72 revir (Rees 2021). I Mälaren noterades 55 individer, vilket är lika med medianvärdet för inventeringen. (Thuresson & Hedenbo 2019). Enligt bedömningen i rödlistan så har det svenska beståndet minskat med mellan 30–50 procent de senaste 30 åren.



Figur 8. Bedömt antal par av vitkindad gås resp. strandskata inom de inventerade lokalerna i Vättern 2002-21.

DRILLSNÄPPA (NT)

Drillsnäppan förekom med nio par på åtta lokaler. 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.



Figur 9. Bedömt antal par av drillsnäppa inom de inventerade lokalerna i Vättern 2002-21.

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 Vänern konstaterades 87 revir 2021 (Rees 2021) och långtidstrenden är positiv. I Mälaren summerades 64 individer 2020 (Thuresson & Hedenbo 2021).

FISKGJUSE

Inventeringsmetoden är inte anpassad för inventering av fiskgjuse, men antalet aktiva bon/par registreras inom de områden som besöks. Under 2021 konstaterades bara två par. Fall av störningar har noterats samt några nedrasade/nybyggda bon.

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 förbises i denna inventering. Längs Ombergs vätternstrand häckar t.ex. omkring tio par. (egna obs.)

FÅTALIGA/ÖVRIGA ARTER

27 rastande svärter kan dock nämnas vid Lakaskär 17 juni. I norra delen har häckande havsörn noterats. Även pilgrimsfalk har häckat invid sjön med minst fem, kanske sex par.

SJUKDOMAR, PREDATION OCH STÖRNING

I inventeringen ingår att notera onormal så kallad ”sjöfågeldöd” med särskild uppmärksamhet på gråtrut. Inga iakttagelser gjorts som tyder på någon onormal sjöfågeldöd har gjorts. Störningar av solbadande båtfolk har åter observerats på lokal Orrskäret där fiskgjuse, fisktärnor o storlom häckar. En av två fiskgjuseungar överlevde dock. Orrskäret bör vara fågelskyddsområde. Ulf Allvin har varit i kontakt med Länsstyrelsen i Örebro län i frågan.

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 reviderad bevarandeplan för Vättern har i år fastställts av de fyra länsstyrelser som har del i sjön (Vätternvårdsförbundet 2018).

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 följas upp fågeldirektivet. I tabell 3 anges bedömd status och trend för de inventerade Natura 2000-arterna.

Tabell 3. Natura 2000 arternas antal status och trender.

	Antal par 2021	Medel 2002-20	Mål (antal par)	Status	Trend
Vitkindad gås	20*	16	25-50	Gynnsam	Under förbättring
Storlom	6*	9,7	20	Gynnsam	Stabil
Fiskgjuse	2*	5,3	5-10	Gynnsam	Stabil
Fisktärna	240#	221#	100-200	Gynnsam	Under förbättring
Silvertärna	2#	2#	5-10	Ej gynnsam	Stabil
Drillsnäppa	9*	9	>20	Gynnsam*	Stabil

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

När det gäller bevarandeåtgärder kan det vara värt att göra en översyn av behovet av skydd och skötsel av fågelskären. Bland annat har framförts att öarna Kalv, Skärv och Orrskäret m.fl. bör ha någon form av formellt skydd som fågelskyddsområden. På flera skär finns behov av skötselåtgärder som vegetationsröjning för tärnor o måsar.

Tack!

Ett stort tack till de inventerare som genomfört inventeringen; Ulf Allvin, Stefan Allvin, Jan Eklund, Gunnar Myrhede och Sten Persson. Tack även till Friederike Ermold (Vätternvårdsförbundet) som hanterat det ekonomiska.

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., Haas, F., Bakx, T. och Jönsson, A. 2019.** Fåglar på fågelskär i de stora sjöarna – utvärdering av det gemensamma delprogrammet insjöfåglar. Rapport Lunds Universitet.
- Holmqvist N., Lindström, Å., Nilsson, L., Svensson, M., Svensson, S. & Tjernberg, M. 2012.** Fåglarna i Sverige - antal och förekomst. SOF, Halmstad.
- Landgren, T. 2004.** Metodbeskrivning för inventering av kolonihäckande sjöfåglar i Vänern. Vänerns 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. 2018.** Bevarandeplan för Vättern. Rapport nr 129 från Vätternvårdsförbundet. Jönköping.
- 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. 2021.** Övervakning av fåglar på Vänerns fågelskär. Sammanfattning av inventeringsresultatet 2021. Stencil, (pdf) Vänerns vattenvårdsförbund.
- Svenska Häckfågeltaxeringen 2016.** Resultat på hemsidan.
<http://www.zoo.ekol.lu.se/birdmonitoring>
- Thuresson & Hedenbo. 2021.** Fågelskär i Mälaren 2020. Länsstyrelsen Stockholm. Fakta 2021:8.

Nederbördskemiska undersökningar av försurande och övergödande ämnen på Visingsö 2020

Gunilla Pihl Karlsson & 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 metaller över öppet fält på Visingsö på månadsbasis. Resultaten vad gäller våtdepositionen av metaller presenteras i en separat rapport. I denna rapport jämförs mätresultaten avseende försurande och övergödande ämnen på Visingsö även med motsvarande mätningar av nedfall över öppet fält vid åtta andra platser i södra och mellersta Sverige inom Krondroppsnätet.

Vid Visingsö var nederbördsmängden under 2020 något lägre än genomsnittet för de senaste fem åren. Under 2020 regnade det strax över 300 mm på Visingsö. Nederbördsmängderna har under 20-årsperioden (2001–2020) minskat statistiskt säkerställt vid två av de sju mätplatserna i södra och mellersta Sverige, Fagerhult (Jönköpings län) och Kvisterhult (Västmanlands län). Nederbördsmängderna vid Visingsö har dock inte förändrats statistiskt säkerställt under de senaste 20 åren.

Vid samtliga undersökta mätplatser i södra och mellersta Sverige har svavelnedfallet med nederbörden, exklusive havssalt, minskat signifikant med cirka 60–80 procent under de senaste 20 åren. Störst var minskningen vid Kvisterhult och lägst vid Visingsö och Edeby (Södermanland). Generellt brukar svavelnedfallet vid Visingsö vara lågt. På Visingsö var svavelnedfallet under 2020 strax under 1 kg per hektar. Torrdepositionen av svavel är dock inte inkluderat i dessa mätningar.

Nedfallet av oorganiskt kväve (summan av nitrat- och ammoniumkväve) med nederbörden var under 2020 lägre jämfört med de närmast föregående åren. Vid flertalet mätplatser i södra och mellersta Sverige var nedfallet under den kritiska belastningsgränsen för barrskog på 5 kg/ha och år. Vid Visingsö var det oorganiska kvävenedfallet med nederbörden 2,8 kg/ha under 2020. Dock är inte torrdepositionen av kväve inkluderat i dessa mätningar. Det oorganiska kvävenedfallet i nederbörden har inte minskat statistiskt säkerställt på Visingsö under de senaste 20 åren. Däremot har det minskat statistiskt säkerställt vid fem av de övriga mätplatserna i södra och mellersta Sverige; Blåbärskullen (Värmland), Edeby, Fagerhult, Hensbacka (Västra Götaland) och Kvisterhult.

Svavel- och kvävenedfallet var lägre 2020 jämfört med tidigare år, vilket troligtvis till viss del kan förklaras av minskade utsläpp i samband med samhällets nedstängningar till följd av Covid-19-pandemin.

Inom Krondroppsnätet har det totala nedfallet (summan av våt- och torrdeposition) av oorganiskt kväve till barrskog beräknats för det hydrologiska året 2019/20 (okt 2019 - sept 2020). För barrskog på Visingsö beräknades kvävenedfallet under 2019/20 till mellan 6 och 8 kg per hektar, vilket är högre än den kritiska belastningsgränsen på 5 kg N per hektar. Den kritiska belastningsgränsen har även överskridits på Visingsö under många tidigare år. Detta innebär att vegetationen, både på Visingsö och i resten av Jönköpings län, sedan länge är påverkad av ett förhöjt kvävenedfall.

Inledning

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet mäter IVL Svenska Miljöinstitutet, sedan februari 1993, våtdepositionen av bland annat försurande och övergödande ämnen i nederbörden på öppet fält på Visingsö. I denna rapport redovisas och analyseras resultaten av mätningarna av försurande ämnen sedan 1994, det första hela kalenderåret som det finns mätningar för, till och med kalenderåret 2020.

I rapporten visas både årsvisa och månadsvisa mätresultat från Visingsö. De årsvisa resultaten jämförs även med motsvarande mätningar av nedfall med nederbörden 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 Krondroppsnätet (www.krondroppsnatet.ivl.se) och mätplatsernas geografiska positioner visas i Figur 1 nedan.



Figur 1. En karta över mätplatserna som jämförs i denna rapport: Visingsö, Blåbärskullen, Södra Averstad, Höka, Edeby, Fagerhult, Hensbacka, Kvisterhult samt Tagel.

Månadsvisa mätresultat vid Visingsö 2020

Nedfallet av försurande ämnen med nederbörden på månadsbasis under 2020 på Visingsö visas i Figurerna 2 och 3, tillsammans med månadsmedelvärden av nederbörden. Depositionen beräknas från den nederbörds-mängd som uppmätts tillsammans med koncentrationer av olika ämnen i det insamlade provet. Storleken på den s.k. våtdepositionen beror på en kombination av nederbördsmängd och föroreningsgrad hos luftmassan som passerar över området. Oftast beror ett tillfälligt högt nedfall på en hög nederbördsmängd men det är inte alltid så. 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.

Klart mest nederbörd under 2019 kom i juni och oktober medan minst nederbörd kom i december, följt av november, Figur 2. Den höga nederbördsmängden i oktober ledde till ett högt nedfall denna månad av flera olika ämnen. Dock inte alla. Däremot ledde inte den höga nederbörds-mängden i juni till ett högre nedfall.

Under 2020 var pH i nederbörden på Visingsö lägst i januari (4,9) följt av juni (5,3) och högst i december (7,2) följt av oktober (6,7).

Svavelnedfallet var lågt under 2020 med 0,95 kg/ha. Klart högst svavelnedfall kom under oktober med 0,4 kg/ha och lägst under november då svavelnedfallet endast var 0,01 kg/ha, Figur 2.

Kloridnedfallet på Visingsö var under 2020 högre jämfört med närmast föregående år. Klart högst kloridnedfall uppmättes på Visingsö under maj 2020 (1,5 kg/ha) tätt följt av februari (1,4 kg/ha). Generellt var det högst kloridnedfall under den första halvan av året.

Även nedfallet av kationerna kalcium och magnesium visas i Figur 2. Nedfallet av kalcium visade samma mönster som svavel med ett mycket högt nedfall under oktober och betydligt lägre nedfall övriga månader. Även magnesiumnedfallet var högst under oktober, men inte lika högt som för kalcium.

Fosfornedfallet var lågt under 2020. Högst fosfornedfall inträffade under augusti följt av juli, Figur 2.



Figur 2. Månadsvisa pH-värden samt nedfall av svavel (exklusive havssaltsbidrag), klorid, kalcium, magnesium och fosfor från mätningarna över öppet fält på Visingsö under perioden januari till december 2020 (staplar). I varje figur visas även månadsvisa uppmätta värden för nederbörd (punkter).

Figur 3 visar det månadsvisa kvävenedfallet med nederbörden på Visingsö under 2020. Det oorganiska kvävenedfallet var högst under augusti (0,5 kg/ha) följt av april (0,4 kg/ha). Det var främst nedfallet av ammonium som bidrar till högt kvävenedfall under augusti och april, medan nedfallet av nitrat var lite mer jämnt fördelat under året. Lägst oorganiskt kvävenedfall skedde under juni, november och december 2020 med vardera 0,1 kg/ha, Figur 3. När det gäller det organiska kvävenedfallet var det lågt under 2020 med högst nedfall under augusti (0,2 kg/ha) följt av oktober (0,1 kg/ha), Figur 3.

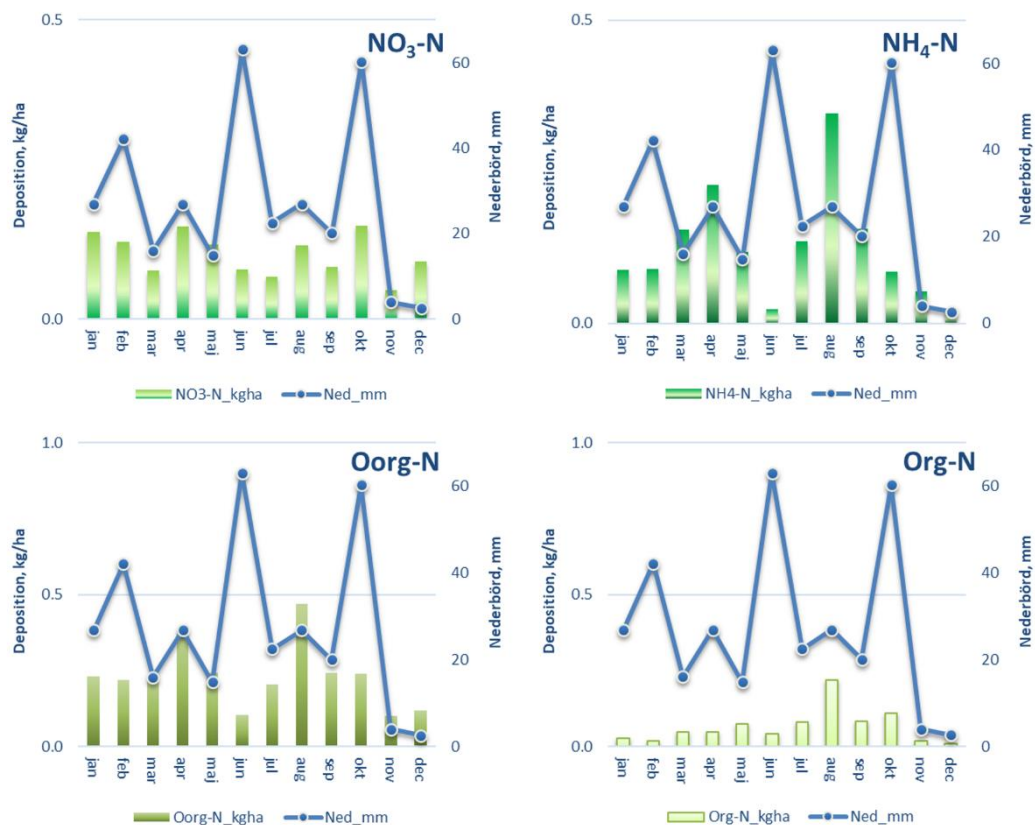


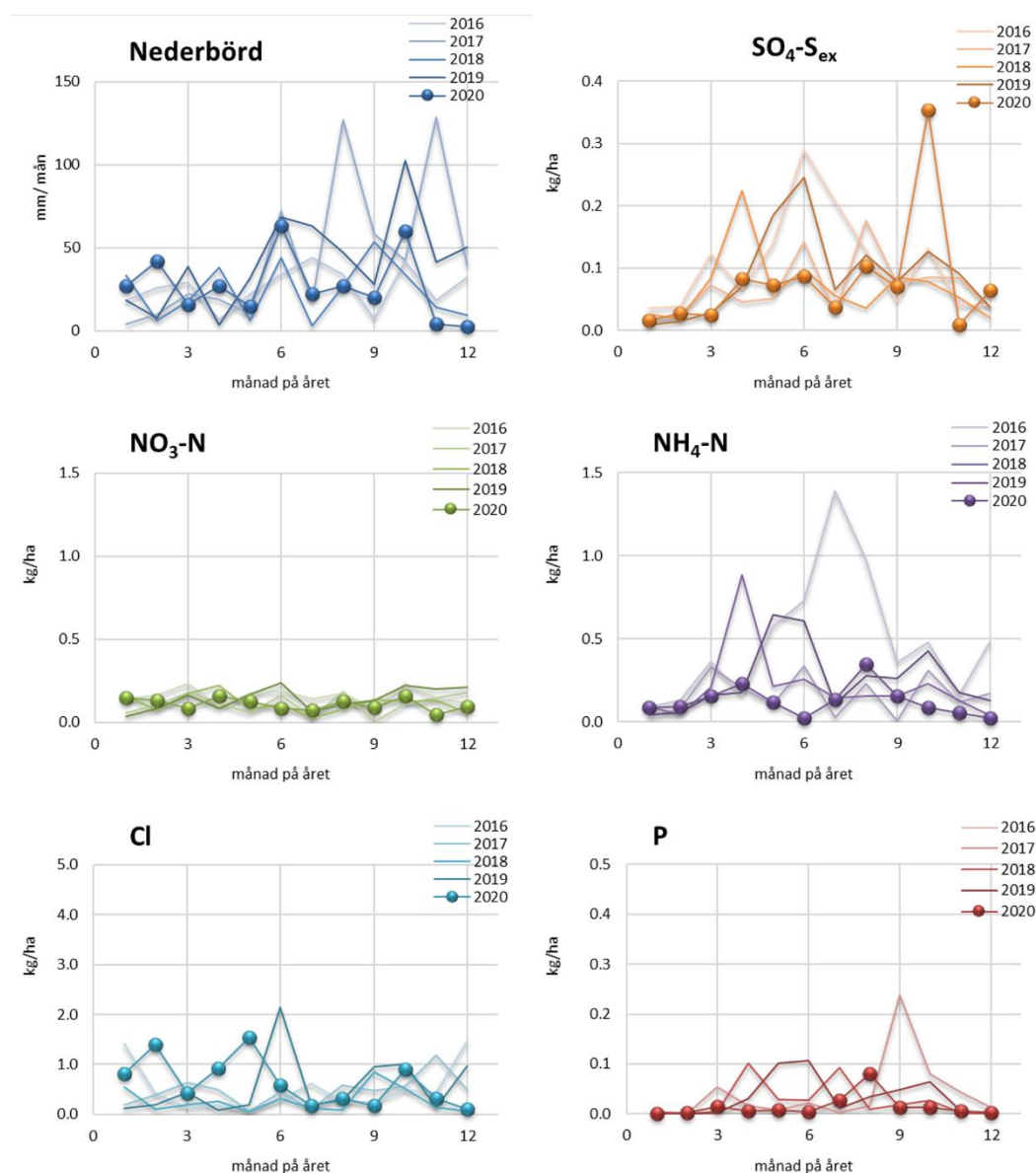
Figure 3. Månadsvist nedfall av nitrat-, ammonium-, oorganiskt och organiskt kväve från mätningarna över öppet fält på Visingsö under perioden januari till december 2020 (staplar). I varje figur visas även månadsvisa uppmätta värden för nederbörd (punkter).

Månadsvis jämförelse av mätresultat vid Visingsö med tidigare års mätningar

De fem senaste årens mätresultat på Visingsö visas i Figur 4. I figuren framgår att nederbörds mängden under flertalet månader under 2020 var på en relativt normal nivå jämfört med de senaste åren, speciellt för den första halvan av året medan andra halvan var något torrare än de senaste fyra åren. Högst nederbörd föll under oktober och juni medan lägst nederbörd föll under december månad följt av november. När det gäller flertalet övriga parametrar var nedfallet under 2020 något lägre under flertalet månader för samtliga parametrar utom klorid, som var något högre, jämfört med de föregående fyra årens mätningar.

Sulfatdepositionen var lägre jämfört med tidigare år undantaget under oktober då nedfallet var högt, Figur 4. Nitrat- och ammoniumnedfallet var generellt något lägre jämfört med de fyra föregående åren. Att nedfallet av svavel och kväve var lägre 2020 jämfört med tidigare år samtidigt som kloridnedfallet var högre kan till del troligen förklaras av samhällets nedstängningar till följd av Covid-19-pandemin.

I figuren framgår även att kloridnedfallet 2020 var högre jämfört med tidigare år speciellt under det första halvåret, Figur 4. De högsta kloridnedfallen brukar inträffa under vintermånaderna och de lägsta under sommarmånaderna, men under 2020 uppmättes alltså högst kloridnedfall under maj, Figur 4. 2020 var fjärde året som mätningar av fosfornedfall med nederbörden genomfördes varför det endast går att jämföra med 2017–2019 års mätningar. Dock syns i Figur 4 att fosfornedfallet generellt var lågt under 2020 och att högst nedfall uppmättes under augusti.



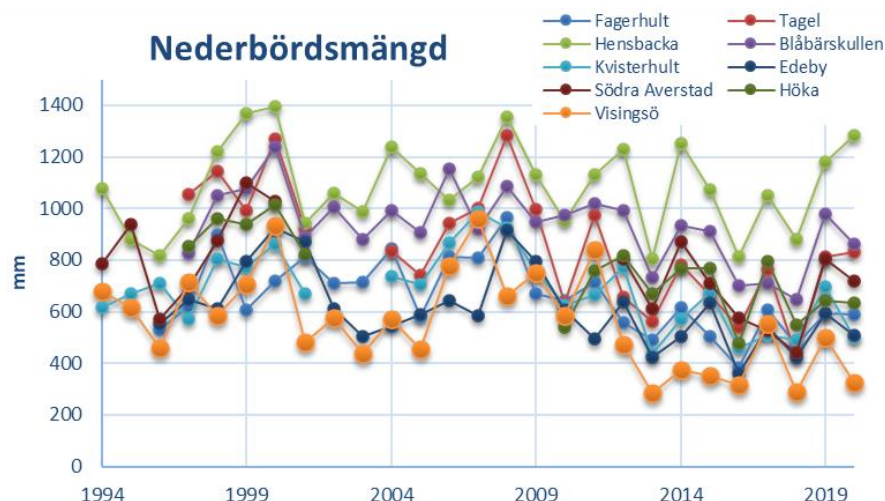
Figur 4. Månadsvisa nederbörds mängder (mm) samt nedfall (kg/ha/månad) av sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S_{ex}), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridjoner (Cl-) samt fosfor (P) från mätningarna i nederbörden över öppet fält på Visingsö under perioden januari 2016 till december 2020.

Jämförelse med omkringliggande platser för 2020 och tidigare års mätningar

Årsvisa nederbördsmängder och nedfall av försurande ämnen på Visingsö visas i figurerna 5 – 9 tillsammans med motsvarande värden för åtta andra platser där nedfallsmätningar bedrivits över öppet fält inom Krondroppsnetet för perioden 1994–2020. I Figur 1 ovan visas var dessa mätplatser är belägna.

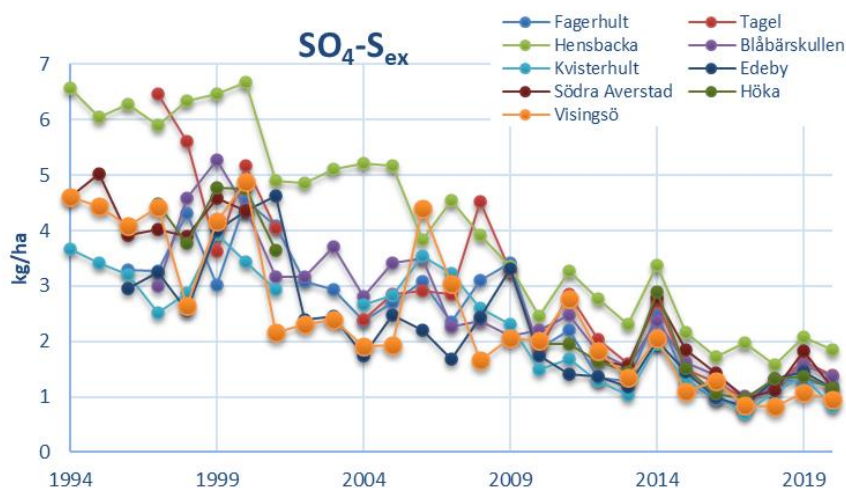
En statistisk trendanalys har genomförts med Mann-Kendall - metodik för de senaste 20 åren, från 2001 för sju av de nio mätplatserna. Vid Höka och Södra Averstad hade mätningarna ett uppehåll under åren runt 2001 och mätningarna där återupptogs 2010 och 2012, varför de ej är med i den statistiska analysen. Även vid Tagel och Kvisterhult har ett mätuppehåll skett, under 2002–2003. Mann-Kendall-analysen går dock att använda även om mätuppehåll finns. Vid alla övriga mätplatser finns 20 års kompletta mätserier.

Under 2020 var nederbördsmängderna i södra Sverige något lägre än genomsnittet för den totala mätperioden vid samtliga platser, Figur 5. Vid många mätplatser uppmättes höga nederbördsmängder fram till 2008 för att efter det uppvisa lägre nederbördsmängder. Dock var medelnederbördsmängderna vid de olika mätplatserna under 2020 på en relativt genomsnittlig nivå för de senaste fem åren. Vid Visingsö var nederbördsmängden under 2020 något lägre än genomsnittet för de senaste fem åren. Under 2020 regnade det strax över 300 mm på Visingsö. Figur 5 visar att nederbördsmängderna ofta är låga på Visingsö i förhållande till andra platser i södra Sverige. Nederbördsmängderna har under 20-årsperioden (2001–2020) minskat statistiskt säkerställt vid två av de sju mätplatserna, Fagerhult och Kvisterhult med strax under 40 procent.



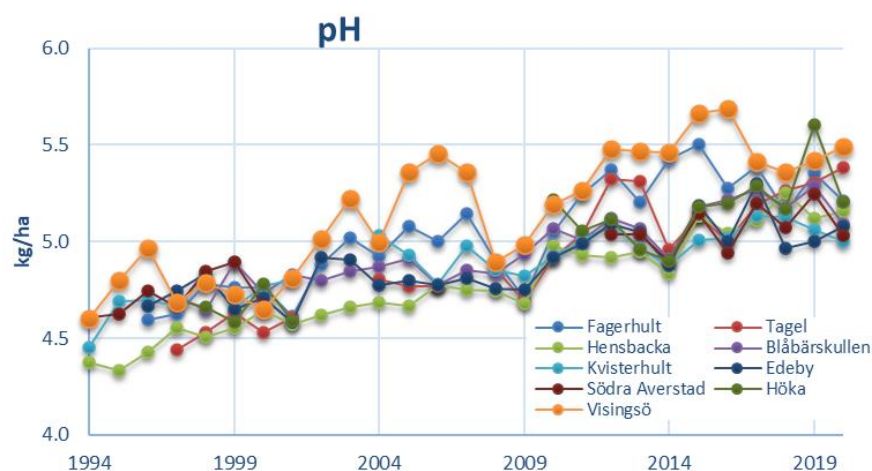
Figur 5. Årvis (kalenderår) nederbördsmängd (mm) 1994–2020 över öppet fält på Visingsö, vid Fagerhult, Tagel, Hensbacka, Blåbärskullen, Kvisterhult, Edeby, Södra Averstad och Höka. Lokalernas positioner visas i Figur 4.

Vid samtliga sju mätplatser som ingår i analysen har svavelnedfallet med nederbörden, exklusive havssalt, minskat signifikant med 59 till 81 procent under de senaste 20 åren. Störst var minskningen vid Kvisterhult och lägst vid Visingsö och Edeby. Efter 2014 års förhöjning av svavelnedfallet, som främst orsakades av vulkanutbrottet vid Holuhraun på Island under hösten 2014 (Hellsten m.fl., 2017), har svavelnedfallet påföljande år varit låga, Figur 6. Generellt avtar svavelnedfallet i en gradient från sydvästra Sverige mot nordost, något som även syns i Figur 6, genom att högst svavelnedfall oftast uppmätts vid Hensbacka, vid den svenska västkusten, och lägst nedfall vid Kvisterhult, som ligger mer åt nordost. Generellt brukar svavelnedfallet vid Visingsö vara lågt, något som kan bero på dess läge mitt i Vättern. Värt att notera är att svavelnedfallet 2006 var högst på Visingsö, vilket möjligen kan förklaras med långväga transport av luftföroreningar från ryska skogsbränder (Karlsson m.fl., 2013). Svavelnedfallet vid Visingsö var i förhållande till övriga mätplatser även högt under 2011.



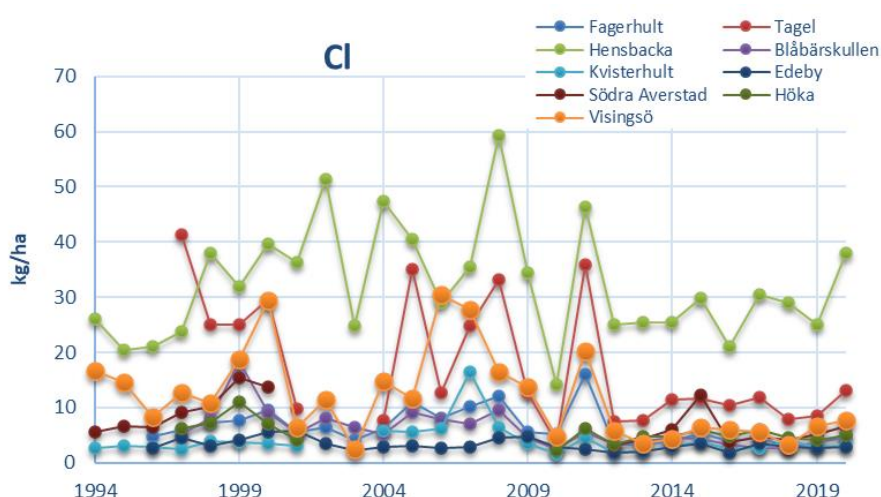
Figur 6. Årsvis (kalenderår) nedfall (kg/ha) av sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S}_{\text{ex}}$) 1994–2020 med nederbörden över öppet fält på Visingsö, samt vid Fagerhult, Tagel, Hensbacka, Blåbärskullen, Kvisterhult, Edeby, Södra Averstad och Höka. Lokalernas positioner visas i Figur 4.

pH i nederbörden var under 2020 relativt högt vid mätstationerna, Figur 7. Högst pH uppmättes i nederbörden vid Visingsö och lägst vid Kvisterhult. pH i nederbörden på Visingsö har ofta varit högst jämfört med övriga här jämförda platser. pH i nederbörden har ökat statistiskt säkerställt vid samtliga mätplatser i jämförelsen under den senaste 20-årsperioden.



Figur 7. Årvis (kalenderår) pH i nederbörden 1994–2020 över öppet fält på Visingsö, samt vid Fagerhult, Tagel, Hensbacka, Blåbärskullen, Kvisterhult, Edeby, Södra Averstad och Höka. Lokalernas positioner visas i Figur 4.

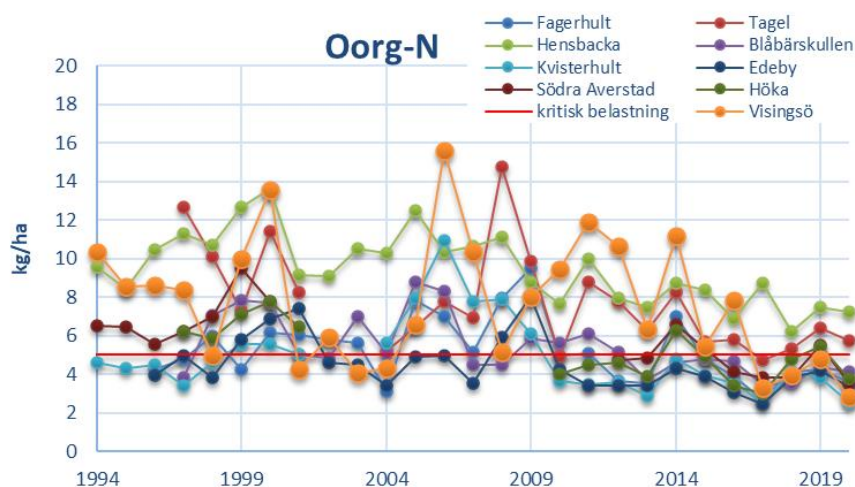
Visingsö har vissa år haft ett relativt högt påslag av havssalt, vilket indikeras via kloridnedfallet. Kloridnedfallet under 2020 var för samtliga mätplatser på en lägre nivå jämfört med ett medelvärde för hela mätperioden men samtidigt högre jämfört med de senaste åtta föregående åren. Vanligtvis har kloridnedfallet varit högst vid Hensbacka vilket beror på dess kustnära läge. I Figur 8 syns att kloriddepositionen även under 2020 var klart högst vid Hensbacka följt av Tagel och Visingsö. Kloriddepositionen vid övriga mätplatser var relativt lika under 2020. 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 den senaste 20-årsperioden har kloridnedfallet minskat statistiskt säkerställt vid Blåbärskullen och Fagerhult, med 58 respektive 38 procent.



Figur 8. Årvis (kalenderår) nedfall (kg/ha) av kloridjoner (Cl^-) 1994–2020 med nederbörden över öppet fält på Visingsö, vid Fagerhult, Tagel, Hensbacka, Blåbärskullen, Kvisterhult, Edeby, Södra Averstad och Höka. Lokalernas positioner visas i Figur 4.

Nedfallet av oorganiskt kväve (summan av nitrat- och ammoniumkväve) med nederbörden var under 2020 lägre jämfört med de närmast föregående åren. Vid flertalet mätplatser var nedfallet under den kritiska belastningsgränsen för barrskog på 5 kg/ha och år, Figur 9. Endast vid Hensbacka och Tagel var nedfallet av oorganiskt kväve med nederbörden högre än den kritiska belastningsgränsen. Högst oorganiskt kvävenedfall med nederbörden uppmättes vid Hensbacka med cirka 7,2 kg per hektar. Vid Tagel var det 5,7 kg per hektar och vid Visingsö var det oorganiska kvävenedfallet med nederbörden 2,8 kg/ha under 2020. Dock är inte torrdepositionen av kväve inkluderad i dessa mätningar, något som adderar en relativt stor mängd kväve vid beräkningen av det totala kvävenedfallet till barrskog, Figur 10B.

Sedan 2001 har det oorganiska kvävenedfallet i nederbörden minskat statistiskt säkerställt vid fem av de sju mätplatserna (Blåbärskullen, Edeby, Fagerhult, Hensbacka och Kvisterhult) med mellan 34 och 66 procent. Uppdelat på nitrat och ammonium har nitratnedfallet under de senaste 20 åren minskat statistiskt säkerställt vid samtliga mätplatser, med mellan 39 och 60 procent, medan ammoniumnedfallet endast minskat statistiskt säkerställt vid Kvisterhult och Hensbacka med 66 respektive 27 procent (data visas ej).

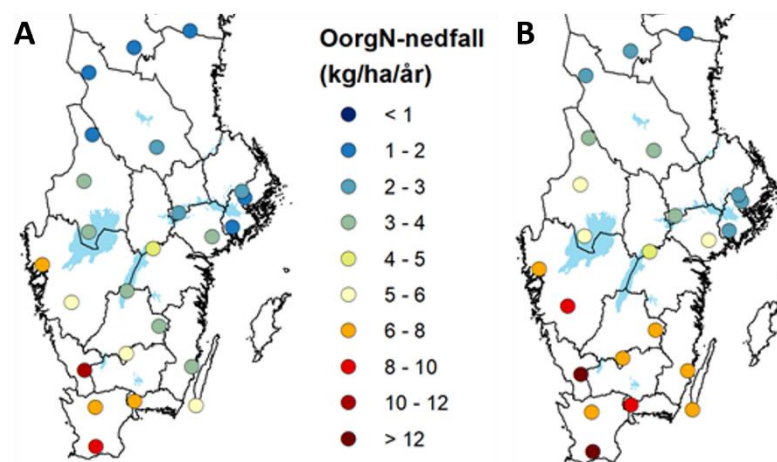


Figur 9. Årvis (kalenderår) nedfall (kg/ha) av oorganiskt kväve ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) 1994–2020 med nederbörden över öppet fält på Visingsö, vid Fagerhult, Tagel, Hensbacka, Blåbärskullen, Kvisterhult, Edeby, Södra Averstad och Höka. Lokalernas positioner visas i Figur 4. En röd horisontell linje indikerar den kritiska belastningen för nedfall av oorganiskt kväve till barrskog.

Nedfallet av oorganiskt kväve med nederbörden på öppet fält för det hydrologiska året 2019/20 visas för de södra delarna av landet i Figur 10A med karta från Krondroppsnetet (Pihl Karlsson m.fl., 2021). Gradienten från sydväst mot nordöst framträder tydligt. Som högst i landet uppmättes ett oorganiskt kvävenedfall med nederbörden på öppet fält under 2019/20 på strax under 12 kg per hektar och år i Hallands län.

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. till trädens blad och barr. Torrdeposition mäts i dagsläget inte på Visingsö, däremot mäts den vid Fagerhult, Hensbacka, Blåbärskullen och Edeby. I mätningarna av oorganiskt kvävenedfall, Figur 9 samt i kartan 10A, är därför inte torrdepositionen medräknad. Torrdeposition kan dock beräknas med hjälp av en kombination av mätningar med strängprovtagare, öppet fält- och krondroppsmätningar vid andra stationer inom Krondroppsnätet. Resultaten från dessa mätningar, som gäller barrskog, har sedan interpolerats geografiskt (Karlsson m.fl., 2018). Figur 10B visar totala oorganiska kvävenedfallet för de olika mätplatserna inom Krondroppsnätet under det hydrologiska året 2019/20. Om man inkluderar torrdepositionen, beräknades det totala oorganiska kvävenedfallet på Visingsö till barrskog under det hydrologiska året 2019/20 till mellan 6 och 8 kg/ha, Pihl Karlsson m.fl. 2021. Detta är betydligt högre än de 3,7 kg/ha som uppmättes i nederbörden för samma period (under kalenderåret 2020 var nedfallet 2,8 kg/ha i nederbörden). Torrdepositionen till lövskog är inte lika hög som för barrskog. Det uppmätta kvävenedfallet med nederbörden utgör dock en underskattning av det totala kvävenedfallet även för lövskogen på Visingsö. Det totala nedfallet av oorganiskt kväve (torr- samt våtdeposition) visas för hela landet i kartan från Krondroppsnätet, Figur 10B. Som högst i landet beräknades det totala oorganiska kvävenedfallet under 2019/20 på cirka 15 kg per hektar och år i Skåne län.



Figur 10. Nedfall av oorganiskt kväve ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) under det hydrologiska året 2019/20. **A.** Uppmätt nedfall med nederbörden till öppet fält. **B.** Beräknat totalt nedfall (torr- och våtdeposition) (Pihl Karlsson m.fl. 2021). Metoden baserar sig på resultat från kombinerade mätningar av nedfall till öppet fält, nedfall som krondropp och mätningar av torrdeposition med strängprovtagare enligt metodik som beskrivs i Karlsson m.fl. (2018).

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 på Visingsö 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 var 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., 2021). Sedan oktober 2011 används en ny utrustning (WoF-provtagaren) 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 en plastsäck inuti röret, som sätts fast med hjälp av ett spännband samt en ”krona” som placeras överst. Mellan röret och kronan sitter ett nät som skall skydda provtagen nederbörd mot skräp under sommarhalvåret. 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 nederbördskemiska 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.



Figur 11. 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.

Dygnsvisa mätningar avseende nederbörds mängd, administrerade av SMHI, bedrivs vid en plats cirka 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.

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., 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.

Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Akselsson, C. 2018. Utveckling av en indikator för totalt nedfall av kväve till barrskog inom miljö kvalitetsmålet *Ingen övergödning*. IVL Rapport C 286.

Pihl Karlsson, G., Akselsson, C., Hellsten, S. & Karlsson, P.E., (2021), Förurning och övergödning i det svenska skogslandskapet. Nationell rapport från Krondropps nätet, resultat till och med 2019/20. IVL Rapport C 607.

Nederbördskemisk undersökning av metaller på Visingsö 2020

Michelle Nerentorp & Gunilla Pihl Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet AB har på uppdrag av Vätternvårdsförbundet mätt metaller i nederbörd månadsvis på Visingsö sedan mars 1993. Mätningarna under 2020 visade på hög deposition av samtliga mätta metaller under april till juni, med högst uppmätta depositioner under april månad (zink och kadmium uppmätte dock högst depositioner under juni). Depositionen av samtliga metaller var relativt låg under perioden januari till mars jämfört med resterande året samt jämfört med samma period under 2019. De höga metalldepositionerna under april till juni medförde att årsmedeldepositionen för majoriteten av metallerna var högre 2020 jämfört med 2019.

Trendanalyser med Mann-Kendall-metodik visade att zink- och koppardepositionen på Visingsö statistiskt signifikant ökat med 6,9 %, respektive 4,0 % per år under en 27-årsperiod (1994–2020), med brantare ökning under de senaste 20 åren (2001–2020): 10,5 %, respektive 10,7 % årligen. Mellan 1994 och 2020 visade bly en signifikant minskning i deposition med -2,2 % per år. Inga andra metaller påvisade några signifikanta ökringar eller minskningar under de studerade perioderna.

Variationer i månadsdepositioner visade klara samband mellan nickel, koppar, bly, arsenik, aluminium, järn och mangan samt mellan zink och kadmium. Beräknade EF-faktorer (Enrichment Factors, ”anrikningsfaktorer”) indikerade att kadmium och zink troligtvis härrör från antropogena källor, medan resterande metaller kan ha naturliga källor.

En jämförelse gjordes mellan metalldepositioner mätta på Visingsö och metaller mätta i nederbörd på svenska bakgrundstationer inom den nationella miljöövervakningen. De metaller som skilde sig märkbart från bakgrundsmätningarna var nickel, krom och zink, som uppmätte högre depositioner på Visingsö (från 1994, 2012 och 2005, respektive). Bortsett från 2020 års mätning har även koppardepositionen varit högre på Visingsö sedan 2011.

Generellt är depositionen av metaller relativt låg i Sverige jämfört med andra länder i Europa. En del av metallerna uppmätta i nederbörd på Visingsö kan därför ha transporterats via långväga lufttransport. Visingsö har förekomst av metaller i berggrunden, vilket kan vara en bidragande faktor. Detta indikeras även av de beräknade EF-värdena som visar på naturliga källor. Förekomsten av aluminium och järn i luft och nederbörd sägs vara förknippad med lokal erosion och suspension av partiklar (Alastuey m.fl., 2016). De snarlika månadsvariationerna i

metalldeposition mellan aluminium och järn och majoriteten av mätta metaller indikerar att även övriga metaller kan ha liknande naturliga lokala källor. Orsaken behöver dock utredas vidare.

Inledning

IVL Svenska Miljöinstitutet AB har sedan mars 1993 mätt metaller i nederbörd på Visingsö på uppdrag av Vätternvårdsförbundet. Mätningarna utförs med metallprovtagare och mätplatsen var först placerad i Säby men flyttades i januari 2002 till Kumlaby, ca 3 km söder om Säby. Under mars/april 2005 flyttades mätplatsen tillbaka till sin nuvarande plats i Säby, ca 100 meter från den ursprungliga platsen (koordinater: x, 6439800; y, 1414660). Mätplatsen i Kumlaby var mindre exponerad mot vind vilket var gynnsamt ur provtagningssynpunkt eftersom nederbörds-mängden kan underskattas vid stark vind.

Resultat 2020 och jämförelser med tidigare mätningar

I Figur 1 visas månadsvis deposition av metaller och nederbördsmängd vid Visingsö för mätningarna år 2020. Ofta varierar metalldepositionen med nederbördsmängd men under 2020 observerades flera avvikelser, speciellt under april och maj som uppvisade stor deposition av samtliga metaller (förutom för zink) trots liten nederbördsmängd (se Figur 1). Det är dock inte enbart nederbördsmängd som styr metalldeposition utan det beror även på metallhalten i luften och varifrån luftmassorna härstammar.

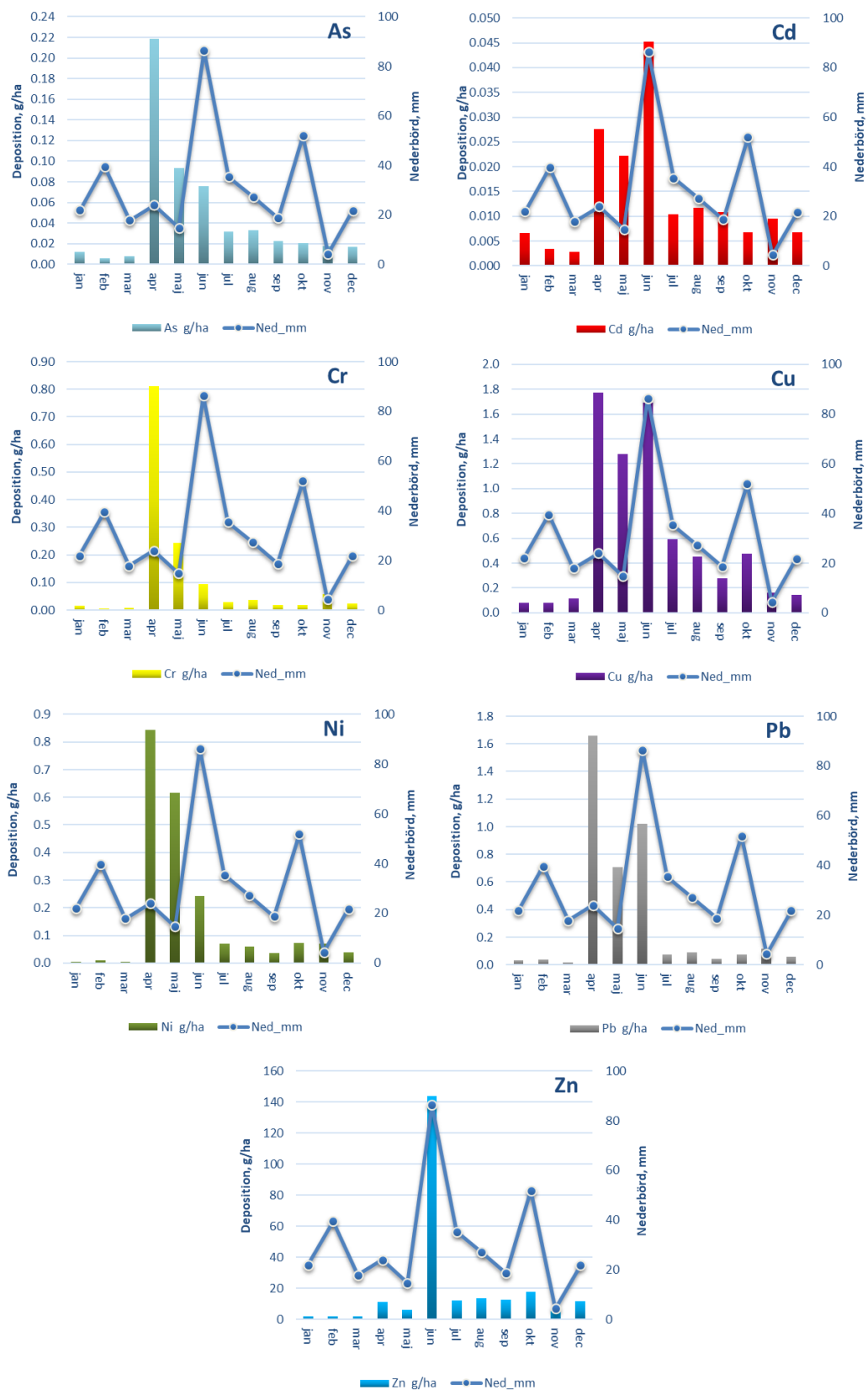
Under januari till mars uppmättes betydligt lägre metalldepositioner än under resterande året för samtliga metaller, vilka också var lägre än under samma månader året innan (se Visingsörapporten från 2019, Nerentorp m.fl 2020). I april ökade metalldepositionen kraftigt och uppmätte de högsta värdena för 2020 för alla metaller förutom för zink (Zn) och kadmium (Cd). Depositionen i april var mer än dubbelt så hög år 2020 jämfört med de högst uppmätta depositionerna år 2019 för arsenik (As), krom (Cr) och bly (Pb). För zink och kadmium uppmättes den högsta depositionen år 2020 istället i juni månad då även nederbördsmängden var som störst under året. Zinkdepositionen i juni var fem gånger högre än den högst uppmätta zinkdepositionen året innan. Från juli till december var samtliga metalldepositioner jämförbara med under samma period 2019. Depositionen av kadmium och koppar (Cu) var generellt lägre år 2020 än 2019.

Årsdepositionen av samtliga metaller mätta på Visingsö presenteras i Figur 2 för perioden 1993 – 2020. Här visas även 4-års glidande medelvärden som beräknats för att kunna urskönja eventuella trender eftersom deposition från år till år kan skilja mycket (blå prickade linjer, Figur 2).

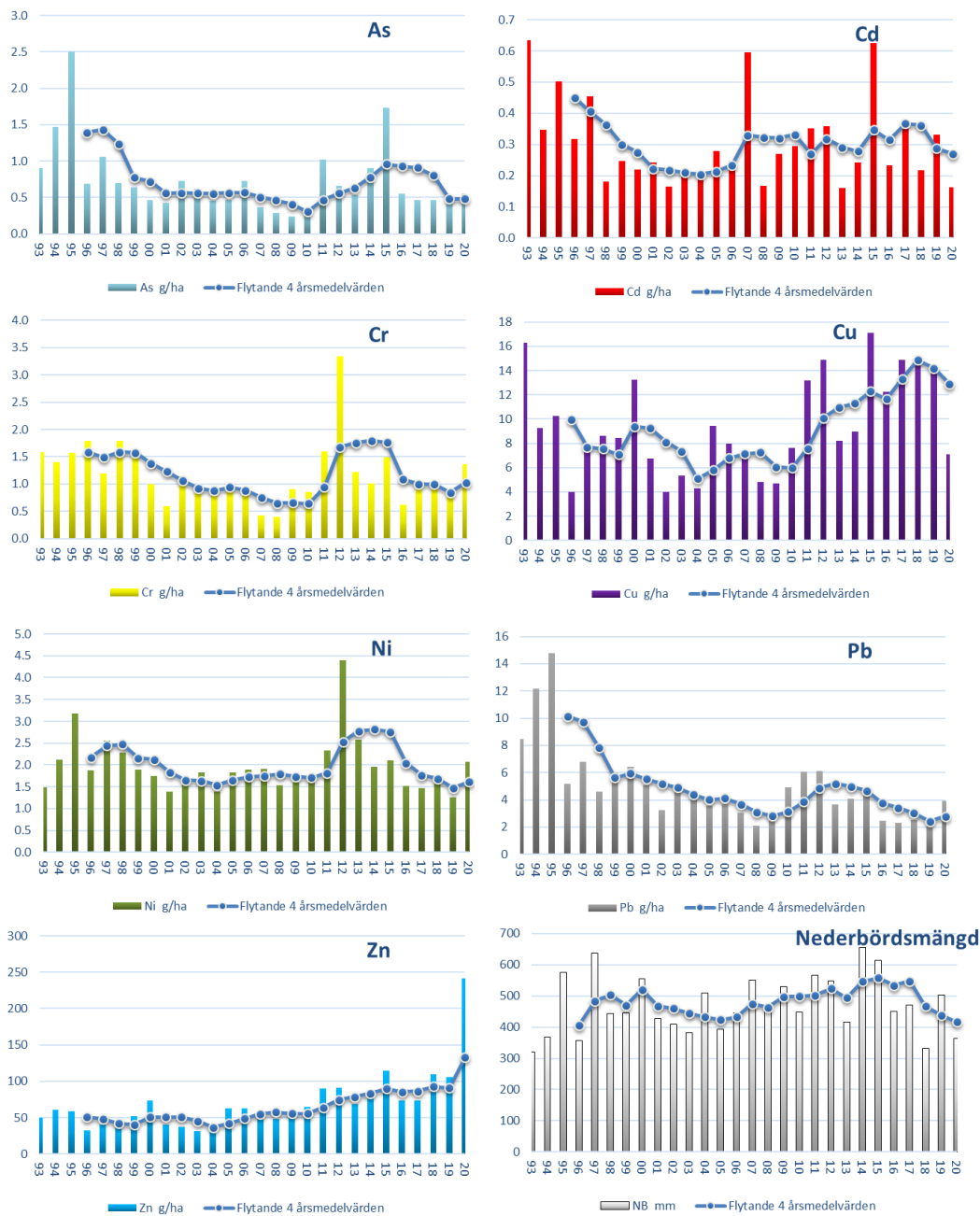
Ur de 4-års glidande medelvärdena kan man utläsa en stadigt nedåtgående trend för depositionen av bly. På grund av den höga depositionen av arsenik, krom, nickel och bly under april till juni så visar de tidigare nedåtgående trenderna en liten uppåtgång för 2020. Zinkdepositionen som stadigt har ökat sedan 2004 ökade under 2020 kraftigt på grund av den höga depositionen under juni månad.

Vad ökningen i metalldeposition för de flesta metaller under 2020 beror på är inte utrett men kan bero på långväga lufttransport eller lokala antropogena eller naturliga källor.

Trendanalyser utfördes för perioden 1994 till 2020 (27 år) och för perioden 2001 till 2020 (20 år) med Mann-Kendall-metodik. Under 27-årsperioden visade analysen statistiska signifikanta öknings- och minskningar för nedfallet av koppar (+4,0 % per år) och zink (+6,9 % per år) och en signifikant minskning av bly (-2,2 % per år). Sett på de senaste 20 åren så har koppar och zink signifikant ökat med 10,7 % per år, respektive 10,5 % per år. Detta tyder på att nedfallet av dessa metaller ökat mer på senare år, kanske beroende på relativt nyetablerade mänskliga källor eller aktiviteter.



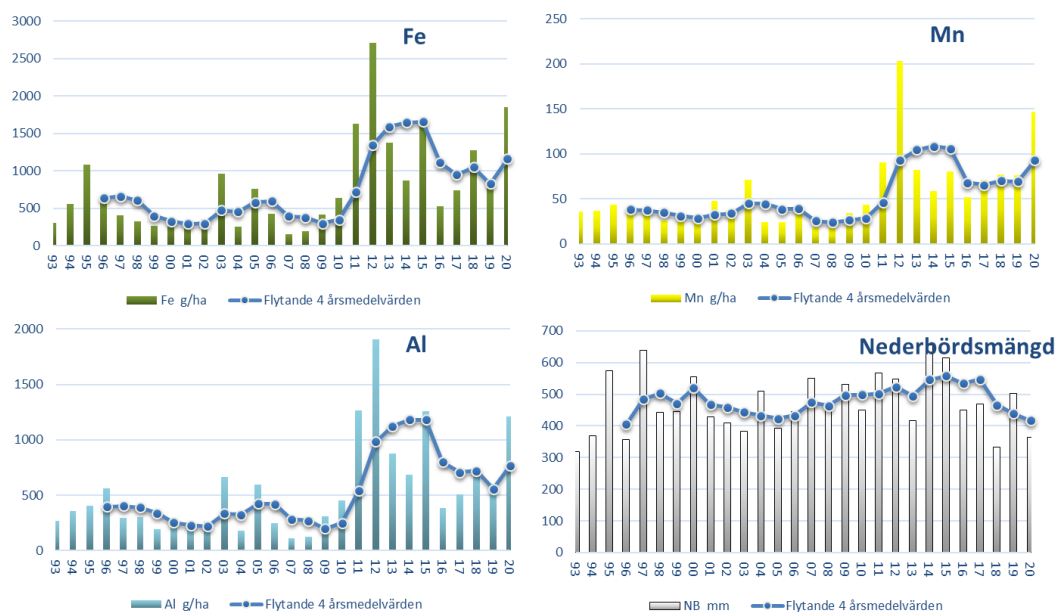
Figur 1. Månadsvisa metalldepositioner (staplar) och nederbördsmängder (blå prickade linjer) på Visingsö under 2020.



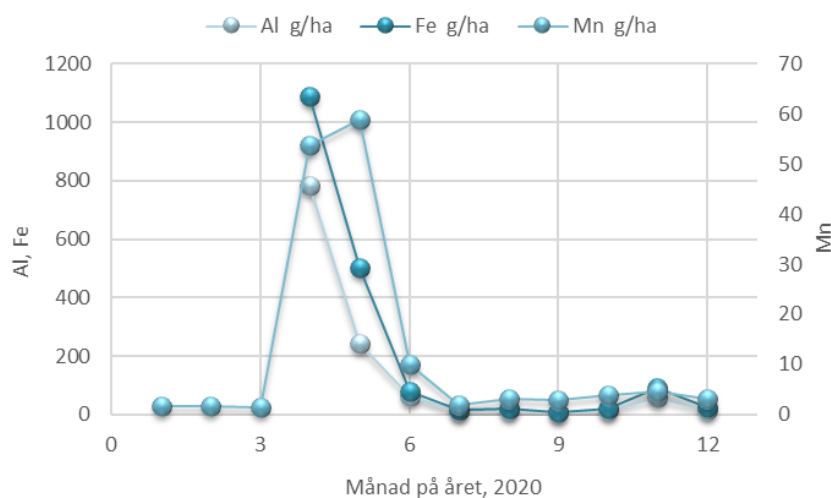
Figur 2. Årlig nederbördsdeposition till öppet fält av metallerna arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), nickel (Ni), bly (Pb), zink (Zn) och nederbördsmängd (NB) på Visingsö från 1993 till 2020. Blå prickade linjer visar glidande 4-årsmedelvärden. Depositionsvärden för 2003 härrör endast från mätningar under mars – december, varför de årsmedeldepositioner som visas i figuren troligtvis är något underskattade.

Metallerna järn (Fe), mangan (Mn) och aluminium (Al) är inga metaller men mäts även de i deposition. Dessa är intressanta att följa trots att de jämförelsevis utgör en mindre ekologisk risk jämfört med de tidigare nämnda metallerna. I Figur 3 visas årsmedeldepositionen för järn, mangan och aluminium för perioden 1993 – 2020. Data för januari till mars under 2020 för järn och aluminium saknas. Detta till trots är årsdepositionen för alla tre metaller högre 2020 jämfört med 2019. Liksom för övriga metaller som presenteras i Figur 2 orsakade högre deposition av även dessa tre metaller under 2020 ett trendbrott i en tidigare nedåtgående trend (glidande 4-års medelvärden, blå prickade linjer), se Figur 3.

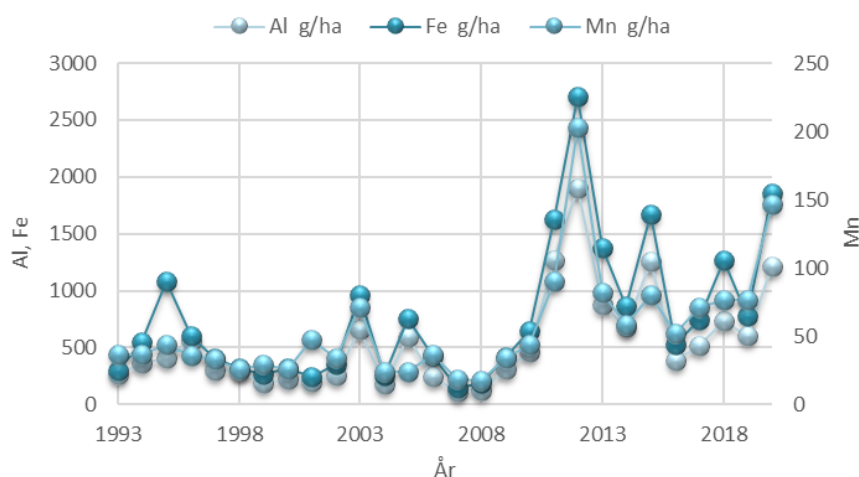
Månadsdepositionen och årsdepositionen av järn, mangan och aluminium mätt på Visingsö under 2020 visas i Figur 4, respektive Figur 5. Liksom för de övriga mätta metallerna är depositionen av aluminium, järn och mangan hög från april till juni. Månads- och årsdepositionen korrelerar väl mellan de tre metallerna vilket troligtvis främst beror på att det emitteras från liknande källor. Möjligtvis rör det sig om lokal spridning av jordpartiklar via markerosion och/eller en långväga lufttransport av samtliga metaller (Alastuey m.fl., 2016).



Figur 3. Årlig nederbördsdeposition till öppet fält av järn (Fe), mangan (Mn) och aluminium (Al) samt årsnederbörd på Visingsö under perioden 1993 - 2020. Blå prickade linjer visar glidande 4-årsmedelvärden. Data för 2003 härrör endast från mätningar under mars – december samt data för 2020 härrör endast från mätningar under april - december, varför de värden som visas i figuren för dessa år troligtvis är något underskattade.

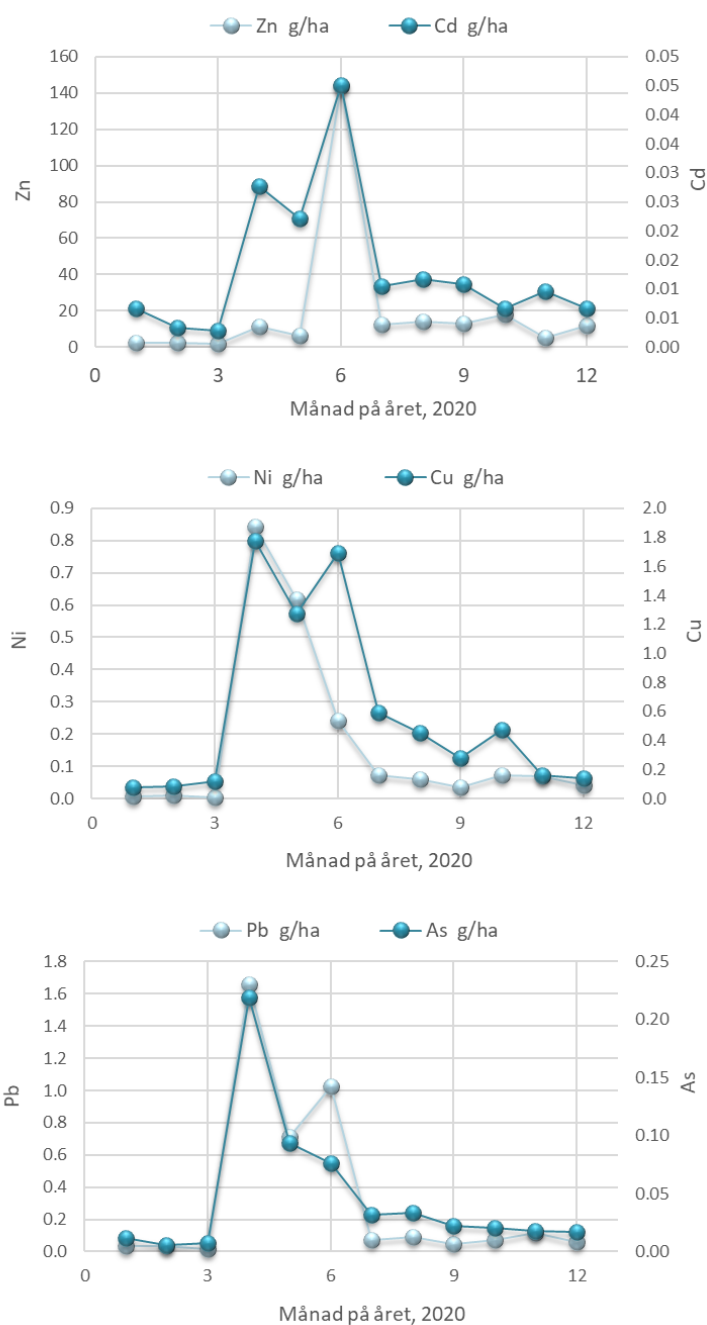


Figur 4. Variation i månadsdeposition med nederbörden till öppet fält av aluminium (Al), järn (Fe) och mangan (Mn) på Visingsö under 2020.



Figur 5. Årsdepositionen med nederbörden till öppet fält av aluminium (Al), järn (Fe) och mangan (Mn) under perioden 1993 - 2020. Data för 2003 härrör endast från mätningar under mars - december samt data för järn och aluminium 2020 härrör endast från mätningar under april - december, varför de värden som visas i figuren för dessa år troligtvis är något underskattade.

Jämförelser av månadsvariationer gjordes även för kadmium, zink, koppar, nickel, bly och arsenik (Figur 6). Dessa jämförelser visar slående likheter i månadsvariation mellan zink och kadmium, nickel och koppar och även för bly och arsenik. Månadsvariationerna för nickel, koppar, bly och arsenik visar även likheter med månadsvariationerna för aluminium, järn och mangan (Figur 4), vilket talar för ett gemensamt ursprung även för dessa metaller. De relativa magnituderna skiljer sig dock åt, men mönstren är tämligen lika.



Figur 6. Jämförelser av månadsmedelvärden av deposition för kadmium och zink, nickel och koppar respektive bly och arsenik under 2020.

EF-värden (Enrichment Factors) kan användas för att uppskatta om en uppmätt metall härrör från en naturlig eller en antropogen källa. EF-värdet visar förhållandet mellan uppmätta metallhalten i deposition och halten av metallen i berggrunden, jämfört med en referensmetall (järn). Om EF-värdet överstiger 10 anses metallen ha härrört från en lokal eller avlägsen antropogen källa. Mer information om beräkning av EF-värden presenteras i Kapitel 4. Tabell 1 visar beräknade EF-värden för de metaller som mättes på Visingsö under 2020. Vid beräkning av EF-faktorer

har, i avsaknad av referenshalter från Visingsö, medelvärden som gäller för berggrunden kring Vättern använts som referenshalter.

Tabell 1. Beräknade Enrichment Factors (EFs) för metaller i nederbörd på Visingsö under 2020. För metodik, se Kapitel 4.

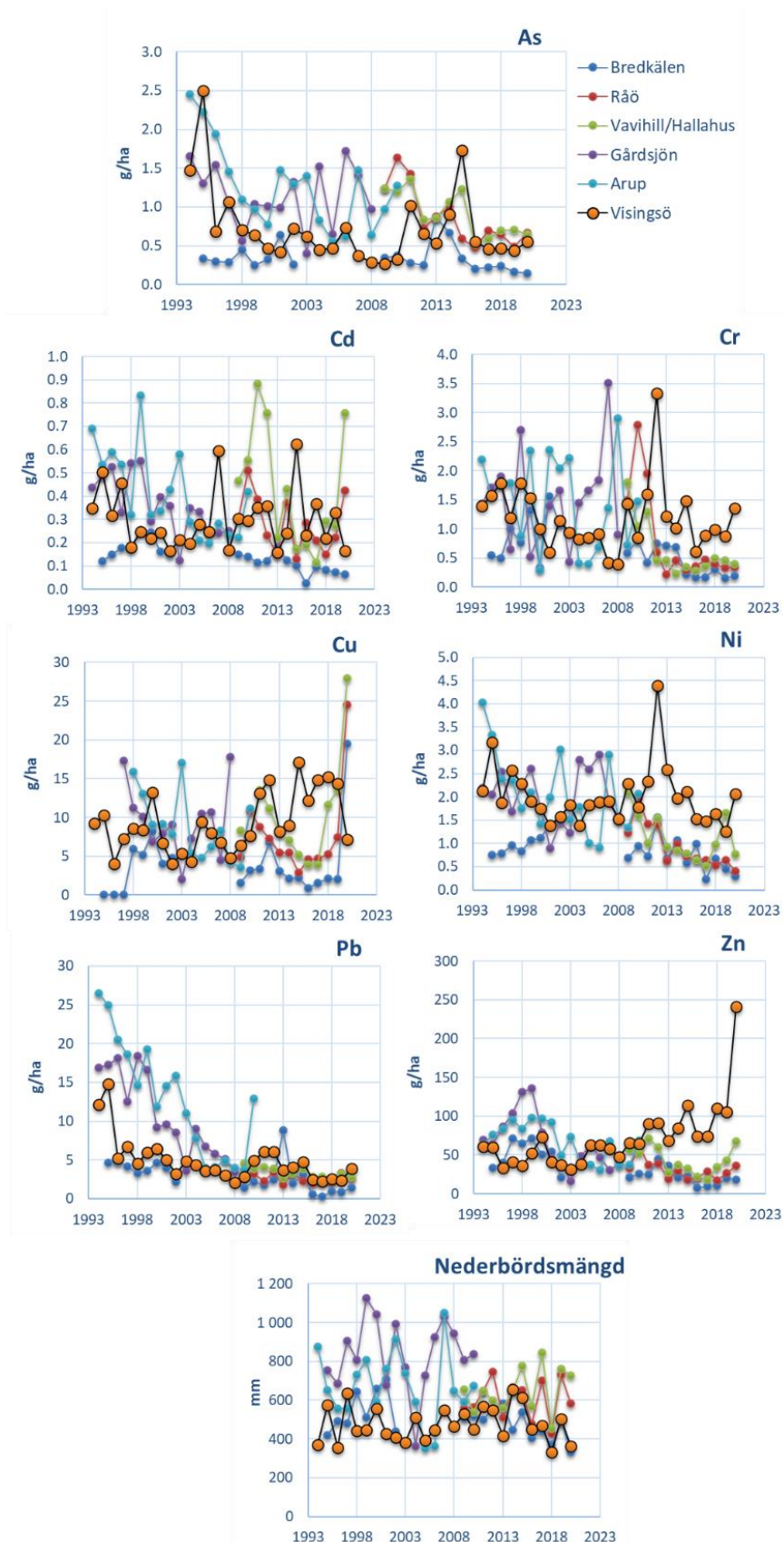
As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
1	21	1	6	2	5	75

Enligt Tabell 1 är det endast kadmium och zink som under 2020 har EF-värden överstigande 10, vilket indikerar på att ha varit förhöjda på grund av mänskliga utsläpp. De höga uppmätta depositionerna i juni av båda dessa metaller kan därför misstänkas bero på någon typ av industriutsläpp från lokala eller avlägsna källor. Generellt sägs förhöjda halter av krom, mangan och nickel i luft vara förknippade med metallurgiska processer (nickel härrör även från fartygsemissioner) samt att arsenik och bly kan härröra från högtemperaturprocesser (Alastuey m.fl., 2016). Ingen av dessa metaller visade dock höga EF-värden. De metaller som hade höga uppmätta depositioner från april till juni, trots låga EF-värden, misstänks därför härröra från naturliga källor som till exempel lokal erosion eller exploatering av berggrund. Detta bör undersökas vidare. Kanske kan de avancerade statistiska metoder som föreslås av Reimann och Caritat (2005) appliceras för att vidare förstå metallernas ursprung.

JÄMFÖRELSE MED ÖVRIGA MÄTPLATSER I SVERIGE

En jämförelse mellan resultat från Visingsö med motsvarande mätresultat från andra svenska mätstationer presenteras i Figur 7. Mätstationerna som används för jämförelsen ingår inom den nationella miljöövervakningen där IVL (på uppdrag av Naturvårdsverket) bland annat utför mätningar av metaller i nederbörd. Mätplatserna är/var: Arup och Vavihill/Hallahus i Skåne, Råö i Halland, Gårdsjön i Bohuslän och Bredkälén i Jämtland. Mätningarna i Bredkälén avslutades 2002 men återupptogs 2009. Mellan 2009 och 2015 ersattes Arup med Vavihill, 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. Provtagarna som används inom den nationella miljöövervakningen har något mindre radie än de som används på Visingsö, samt rutinerna för provbyte skiljer sig något åt, vilket gör att mätresultaten inte direkt kan jämföras. Resultaten för koppardeposition från Arup, Gårdsjön och Bredkälén under perioden 1995 – 1997 redovisas inte på grund av misstänkt kontaminering.

Ur Figur 7 kan man generellt utläsa en geografisk trend för mätningar vid bakgrundsstationer med lägst metalldepositioner vid den nordligaste stationen Bredkälén (mörkblå prickad linje) och högst vid de sydligare stationerna Vavihill/Hallahus (grön prickad linje) och Råö (röd prickad



Figur 7. Årsmedeldepositioner av metaller i nederbörd på Visingsö jämfört med vid svenska mätstationer inom den nationella övervakningen.

linje). För arsenik, kadmium och bly kan man säga att depositionen på Visingsö väl följer den geografiska trenden för bakgrundsdeposition. Krom- och nickeldepositionerna vid bakgrundsstationer visar tydliga nedåtgående trender från 2012 till 2020, trender som inte observerats på Visingsö. Koppardepositionen på Visingsö låg fram till 2010 i samma storleksordning som vid bakgrundsstationerna men har sedan 2011 varit högre på Visingsö, med undantag för år 2020 då koppardepositionen vid bakgrundsstationer i Sverige var ovanligt hög. Zinkdepositionen på Visingsö uppvisar en uppåtgående trend i motsats till de nedåtgående trender i zinkdeposition som uppmätts vid bakgrundsstationerna. Sammanfattningsvis visar jämförelsen att depositionen av krom, nickel och zink, främst på senare år, varit märkbart högre på Visingsö jämfört med vid svenska bakgrundsstationer. Vad detta beror på har inte kunnat förklaras. Det är känt att koppar- och zinksulfider förekommer på Visingsö, vilket kan förklara att dessa två metaller har högre deposition lokalt än vid svenska bakgrundsstationer. Det motsägs något av de beräknade EF-värdena som visar på en trolig antropogen källa för zink samt naturliga källor för samtliga resterande metaller (förutom kadmium).

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. Under vissa perioder 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 nämnvärt. 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. Att utrustningen skiljer sig mellan mätningarna av metaller och mätningarna av försurande och övergödande ämnen medför att en skillnad i nederbördsmängd kan uppstå.

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

$$C_{\text{medel}} = \Sigma (D_{\text{prov}} \times C_{\text{prov}}) / \Sigma (D_{\text{prov}}) \quad (1),$$

där D_{prov} och C_{prov} är månadsprovets nederbördsmängd (mm) respektive metallkoncentration.

Provbyten har utförts av Ingemar Zander som är bosatt på Visingsö. Vid provbyte byts hela insamlaren och skickas till IVL i Göteborg för syralakning och analys. Efter två veckors syralakning av respektive prov analyseras de med avseende på metaller med ICP-MS.

Berikningsfaktorer eller Enrichment Factors (EF) kan användas för att uppskatta betydelsen av antropogen påverkan av metallerhalter i luft och nederbörd utöver den som sker till följd av lokal erosion och suspension av partiklar. Förekomst av aluminium, järn och mangan i nederbörd anses till stor del bero på den lokala förekomsten av dessa metaller i jordskorpan och är endast till en mindre del en effekt av mänsklig påverkan.

$$EF = \frac{(C_x / C_{ref})_{nederb.}}{(C_x / C_{ref})_{berggr.}} \quad (2)$$

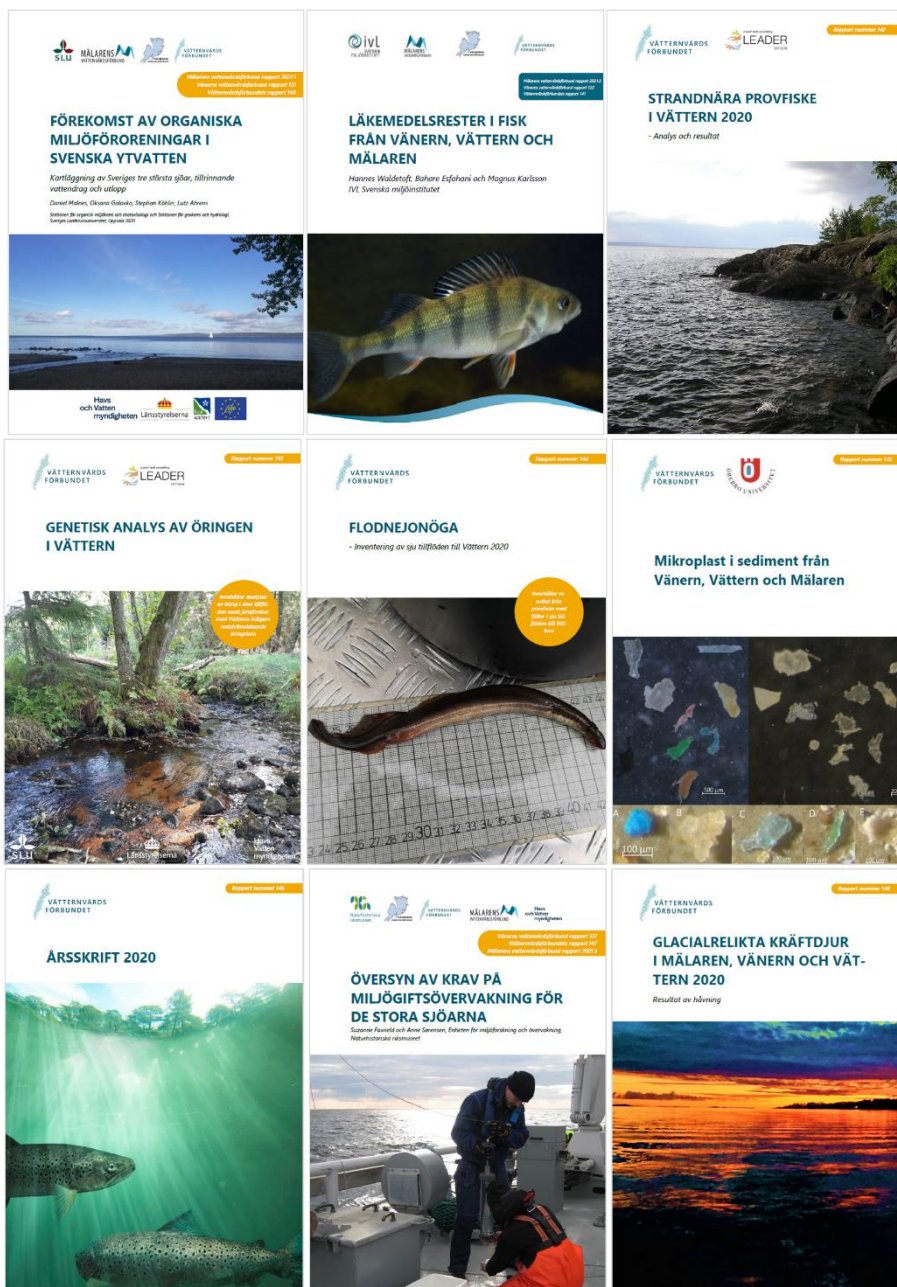
Enrichment Factors beräknas enligt ekvation (2), där $(C_x / C_{ref})_{nederb.}$ är koncentrationen av den undersökta metallen (C_x) i berggrunden dividerat med motsvarande halt av referensmetallen (Zoller m. fl., 1974; Reimann och Caritat, 2005). Vid beräkningarna som visas har järn använts som referens. Halterna av järn och de undersökta metallerna i jordskorpan har hämtats från SGU:s databaser, som finns att tillgå i Öppna data Markgeokemi, analysdata - grundämnen i morän, och utgörs av medelvärden av provplatser kring Vättern.

Referenser

- Alastuey, A., m.fl. 2016. Geochemistry of PM₁₀ over Europe during the EMEP intensive measurement periods in summer 2012 and winter 2013. *Atmos. Chem. Phys.*, 16, pp. 6107–6129.
- Nerentorp, M., Phil Karlsson, G. 2020. Nederbördskemisk undersökning av metaller på Visingsö 2019. På uppdrag av Vätternvårdsförbundet.
- Reimann, C., de Caritat, P. 2005. Distinguishing between natural and anthropogenic sources for elements in the environment: regional geochemical surveys versus enrichment factors. *Science of the Total Environment* 337 (2005) 91–107.
- Zoller, W.H., Gladney, E.S. och Duce, R.A.. 1974. Atmospheric Concentrations and Sources of Trace Metals at the South Pole. *New Series*, Vol. 183, No. 4121 (Jan. 18, 1974), pp. 198-200.
- SGU:s hemsida. Öppna data Markgeokemi, analysdata - grundämnen i morän <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/oppna-data/geokemi-oppna-data/markgeokemi-analysdata/>

Publiceringar under 2021

Under 2021 publicerades 9 rapporter i förbundets rapportserie (Fig. 1), och går att ladda ner på vattern.org.



Figur 1. Under 2021 publicerades nio rapporter i förbundets serie.

