



Fokus på Mälaren 2020

**Sammanfattande resultat från miljöövervakning och
forskningsprojekt knutna till samarbetet mellan SLU
och Mälarens vattenvårdsförbund**

Stina Drakare, Karin Wallman, Joel Segersten & Stephan
Köhler

SLU, Vatten och miljö: Rapport 2021:10

Referera gärna till rapporten på följande sätt:

Drakare, S., Wallman, K., Segersten, J. & Köhler, S. 2020. Fokus på Mälaren 2020: Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet mellan SLU och Mälarens vattenvårdsförbund. Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö 2021:10

Omslagsfoto: Isabel Quintana, SLU. Kiselalger från Galten i maj 2020.

Tryck: endast digital upplaga

Tryckår: 2021

Kontakt

stina.drakare@slu.se

<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Innehåll

Sammanfattning	1
Summary	2
1 Introduktion	3
2 Beskrivning av det pågående samarbetet under 2020.....	3
2.1 Provtagningar 2020	4
2.2 Plan för 2021	6
3 Väder och vattenstånd 2020 i Mälaren	7
3.1 Vinterförhållanden och effekter av flödespulser	8
4 Resultat från miljöövervakningen 2020.....	10
4.1 Temperatur och syrgasförhållanden	10
4.2 Vattenkemi	12
4.2.1 Näringsämnen	12
4.2.2 Siktdjup	13
4.3 Biologiska parametrar	14
4.3.1 Växtplankton	14
4.3.2 Djurplankton	19
4.3.3 Bottenfauna på djupbottnar	20
4.3.4 Pelagisk fisk 2019	23
4.4 Syntes av miljöövervakningen 2020	24
5 Forskningsresultat	26
5.1 Crosslinkprojektet – om grön infrastruktur	26
5.2 Växthusgasmätningar i Mälaren.....	27
5.3 Organiska miljöföroreningar i Mälaren.....	27
5.4 Tekniker för renare dricksvatten	28
5.5 Minimera fosforläckage från jordbruksmark	29
5.6 Test av musselodling för att ta bort näringsämnen.....	30
6 Resultat från studentarbeten.....	31
6.1 Bedömning av cyanobakterieblomning via satellit	31
6.2 Optimering av ultrafiltreringsmetodik för att ta bort naturligt organiskt material i dricksvatten	31
6.3 Screening av PFAS i svenskt dricksvatten	31
6.4 Screening av organiska miljöföroreningar i svenska ytvatten.....	32
6.5 Modellering av naturligt och onaturligt organiskt material i Ekoln..	32
Referenser	33
Appendix.....	36

Sammanfattning

Samarbetet mellan Mälarens vattenvårdsförbund (MVVF) och Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) fortsätter. Under 2020 påverkade pandemin möjligheterna att ses fysiskt under MVVF:s årsstämma och höstens Mälarseminarium. Vi lyckades hålla Mälarseminariet och några Mälarinariet som digitala möten vilka var välbesökta. Även miljöövervakningen kunde genomföras som planerat.

Kännetecknande för 2020 var den milda vintern som inledde året med mycket nederbörd i form av regn. Det gjorde västra och nordöstra delarna av sjön grumliga under vår och försommar. Det är svårt att säga om det tydligt påverkade övriga mätvärden. Totalfosforhalterna var något högre än året innan vilket skulle kunna vara en effekt, men syrgashalterna i bottenvattnet var i stället bättre än året innan. Det verkar inte som att sedimentationsprocesser av det grumliga vattnet generellt påverkade syrgashalterna negativt.

Statusbedömningen visar att stationer med måttlig status dominerar. I år hade fyra av 33 provtagna stationer god ekologisk status. Det är något bättre än året innan då bara två stationer hade god status.

I år visas som vanligt resultat från Crosslink-projektet som visat att trädbevuxna kantzoner är positivt för livet i bäcken. Två artiklar och en film är nyheter för året från detta projekt som just avslutats. Flera doktorander har disputerat under våren och deras resultat från studier av organiska miljöföroreningar i Mälaren samt hur man kan rena bort dem i vattenverken har presenterats. Nytt för i år är att vi visar resultat från forskning om det viktiga växnäringsämnet fosfor som man vill behålla på land där den gör nytta för gröda istället för att göda algblomningar i sjön. Flera projekt studerar de processer som förklarar hur fosforläckage till vatten sker samt hur man kan stoppa upp dem på vägen genom åtgärder i form av våtmarker och även genom att odla musslor i sjön.

Årets studentprojekt är delvis kopplade till forskningen och har bland annat handlat om reningstekniker för dricksvatten för att få bort organiska ämnen av flera typer, analys av miljöföroreningar i sjöns tillrinnande vatten, och modellering av hur organiskt material rör sig i sjön.

Summary

The collaboration between the Mälaren's Water Conservation Association (MVVF) and the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) continues. In 2020, the pandemic affected the opportunities to meet physically during MVVF's Annual General Meeting and the yearly Lake Mälaren Seminar in November. We transformed the Lake Mälaren Seminar to a digital meeting which were well attended. All environmental monitoring of the lake could be carried out as planned.

Characteristic of 2020 was the mild winter with rain in the beginning of the year. This increased the turbidity of the western and northeastern parts of the lake during spring and early summer. It is difficult to say whether it clearly affected other measurement values. The total phosphorus concentration were in general slightly higher than the year before, which could be an effect, but the oxygen levels near the bottom were instead better than the year before. It does not appear that sedimentation processes of the turbid water generally affected the oxygen levels negatively.

The ecological status assessment of Lake Mälaren shows that stations with moderate status dominate. This year, four of the 33 sampled stations had good ecological status, which is slightly better than the year before when only two stations had good status.

This year, as usual, results from the Crosslink project are shown, which have shown biodiversity in streams benefit if there is a forest strip closest to the water's edge. Two articles and a film are news for the year from this project that has just been finalized. Several doctoral students have had dissertations during the spring and we present highlights from their studies of organic micropollutants in Lake Mälaren and methods of how to get rid of them when preparing drinking water. New for 2020 is that we show results from our research groups studying phosphorus. Several projects study the processes how phosphorus leakage to water occurs and how to stop nutrient leakage with measures in the form of wetlands and by growing mussels in the lake.

The year 2020-student projects are partly linked to the research and have dealt with purification techniques for drinking water to remove organic substances of several types, analysis of environmental pollutants in rivers entering Lake Mälaren, and modelling of how organic material is transported with lake water.

1 Introduktion

Samarbetet mellan Mälarens vattenvårdsförbund, MVVF, och SLU fortsätter som planerat med målsättningen att öka utbytet mellan forskning och samhällsintressen kring Mälaren. På SLU är det Institutionen för vatten och miljö som utför miljöövervakningen och kopplar forskningsprojekt på SLU till viktiga frågeställningar som samarbetet identifierar i Mälarens avrinningsområde.

MVVF är en ideell förening som syftar till att bidra till ett bättre underlag för samhällsplanering och annan verksamhet av betydelse för miljöförhållandena i Mälaren, bland annat genom att se till att miljöövervakning sker. Vattenvårdsförbundet hade 54 medlemmar 2020, bland annat kommuner, länsstyrelser, vattenvårdsförbund, olika företag samt ideella organisationer.

I denna rapport presenteras samarbetet under 2020 och vad som planeras under 2021. Huvuddelen av rapporten visar utvalda resultat från miljöövervakningen under 2020, men även forskningsprojekt med anknytning till Mälaren, samt resultat från studentarbeten. År 2024 kommer en mer utförlig rapport med trendanalyser och statusbedömningar från miljöövervakningen samlad för perioden 2017-2023.

Kontaktpersoner SLU, Institutionen för vatten och miljö:

Stina Drakare (projektledare), stina.drakare@slu.se, 018-67 31 02

Stephan Köhler, stephan.kohler@slu.se, 018-67 38 26

Kontaktperson MVVF:

Ingrid Hägermark (förbundschef), ingrid.hagermark@lansstyrelsen.se, 010-224 93 72

2 Beskrivning av det pågående samarbetet under 2020

Webbsidan Fokus på Mälaren (www.slu.se/malaren) som beskriver samarbetet och länkar till aktiviteter, publikationer och lediga studentprojekt har inte ändrats strukturellt under året. Nu är sidan i en fas där vi håller den levande genom regelbundna uppdateringar med nyheter, publikationer och lediga studentprojekt.

Inga fysiska **möten** skedde under 2020 på grund av Covid-19-pandemin. MVVF:s årsstämma blev inte av på vanligt sätt men den inbokade mötestiden den 15 maj utnyttjades för att presentera 2019 års Mälarrapport. Det gjordes av Stina Drakare via ett MVVF ordnat digitalt möte inkluderande en frågestund. I mars var det ett Mälarrinariarium som är inspelat och möjligt att lyssna på i efterhand via länk på webbsidan.

Det årliga **Mälarseminariet** hölls digitalt den 5 november och var lika välbesökt som vanligt. För att få till interaktion mellan deltagare trots att mötet skedde digitalt hade vi ett moment där information om viktiga händelser i och kring sjön utbyttes i smågrupper och återgavs i helgrupp. Det visade sig vara ett bra sätt att snabbt få en överblick om lokala händelser. I övrigt presenterades följande:

- Hydrologiska året oktober 2019 till oktober 2020 med fokus på vinterhalvåret som var ovanligt varmt av **Stephan Köhler**, institutionen för vatten och miljö, SLU
- Sommarhalvårets mätningar av klorofyll och cyanobakterieblomningsrisiker som flera kommuner provat att få uppdateringar av via e-post av **Petra Philipson**, Brockmann Geomatics.
- Preliminära resultat från växthusgasmätningar i Mälaren av **Michael Peacock**, SLU
- Hur hydroakustiska metoder utvecklas för att kunna beståndsuppskatta fisk presenterades av **Björn Rogell**, SLU
- En uppdatering av hur det går med sjögullsbekämpningen av **Ingrid Hägermark**, MVVF
- Information om resultat från Crosslink-projektet, med bäckarna som rinner ut i Ekoln presenterades av **Brendan Mckie**, SLU.
- Resultat från mätningar av läkemedelsrester i ytvatten och tillrinnande vattendrag till Mälaren av **Daniel Malnes**, SLU.

Det blev också en frågestund och vi tror att det digitala formatet fungerade relativt väl. Möjligheterna till att nätverka blev begränsade, men för några med pressande scheman var det en fördel att kunna vara med delar av dagen. Vi provade också parallella sessioner som troligtvis var bra för deltagarna men som gav sämre möjlighet för projektledarna att ha möjlighet att lyssna på allt. Framtida möten blir därför troligtvis utan parallella sessioner.

2.1 Provtagningar 2020

Vintern 2019/2020 var mild och vid **vinterprovtagningen** hade bara Svinne-garnsviken is, tunn nyis, och provtagningen skedde där med hydrokopter. Vid övriga stationer låg sjön öppen och provtagning skedde med mindre motorbåt. Samtliga provtagingsstationer syns i Figur 1. Dåliga isförhållanden, hårda vindar och nederbörd gjorde att provtagningen drog ut på tiden och genomfördes mellan 3 och 25 februari. Typiskt för vinterprovtagningen var det låga siktdjupet i Galten pga. mycket nederbörd i form av regn som spolade ut mycket partiklar i sjön från omgivande marker. Vid **vårprovtagningen** som genomfördes 20-22 april användes ordinarie båt för provtagning på Mälaren, Ancylus II, vilket gjorde provtagningen mer effektiv. Det var lugnt och soligt väder vid både aprilprovtagningen och provtagningen i maj, som genomfördes 19 och 25-25 maj. Även vid de två **sommarprovtagningarna** 20-22 juli och 20-22 augusti var vädret relativt medgörligt. Bro-

byviken provtogs med gummibåt i samband med besök vid ramarna för bekämpning av sjögull vid Brobyvikens utlopp i Galten den 6 augusti med koppling till en students master arbete. Även Garnsviken i Strängnäs provtogs med gummibåt. Båda dessa provtagningsstationer är avskurna från resten av Mälaren av trånga grunda sund och/eller låga broar och går inte att komma åt med Ancylus II.



Figur 1. Provtagningsstationer i Mälaren inom detta projekt. Stora symboler visar de 11 stationer som provtagits regelbundet sedan 1964. I dem tas fysikalisk-kemiska parametrar 6 gånger per år och i de som är rödmarkerade även växt- och djurplankton samt på hösten bottenfauna. Små gula symboler visar de stationer som provtas endast i augusti för fysikaliska-kemiska parametrar. Växtplankton tas i dessa varannat år för att kunna bedöma ekologisk status, hälften varje år. Vattenförekomsternas utbredning visas i bakgrundskartan i blått. Stationerna listas även i Appendix.

Höstprovtagningen, då också bottenfauna samlas in, genomfördes 7-9 september. Vädret var, som ofta under hösten, besvärligt och vi fick besöka stationerna i annan ordning än vi brukar. Innan förvarnat blåsigt väder nådde Mälaren den 7 september provtogs Ulvhällsfjärden och de mest vindutsatta stationerna Prästfjärden och Björkfjärden. Den 8 september var det så gropig sjö på Granfjärden att fjärden korsades utan att stanna på provtagningsstationen. Istället provtogs de tre västligaste mindre vindutsatta stationerna Galten, Blacken och Västeråsfjärden N. Den 9 september var det fortsatt blåsigt men något bättre än föregående dag och Granfjärden kunde provtas ihop med Svinnegarnsviken. Ekoln, Skarven och Görväln fick skjutas upp till efterföljande vecka, den 15 september. Då var det lugnt och fint på sjön, som går att se i Figur 2 och Figur 20.



Figur 2. Provtagning på Ekoln 15 september 2020. Efter en blåsig vecka var det äntligen lugnt väder. Mässingshämtdaren i förgrunden heter Ekmanhämtdare och används för att hämta upp bottenfaunaprover från Mälarens djupbottnar. Foto: Joel Segersten, SLU.

2.2 Plan för 2021

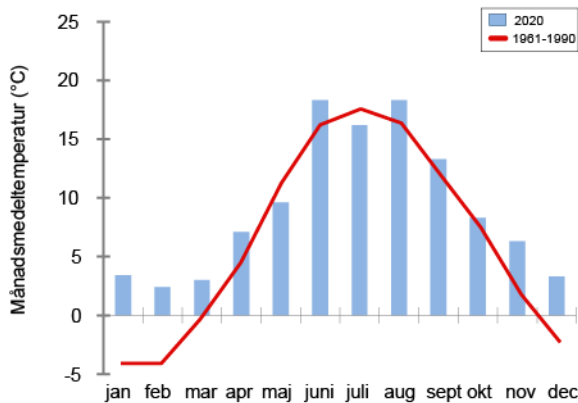
Mälarseminariet för 2021 är planerat till den 11 november och även i år finns möjlighet att vid behov hålla seminariet digitalt. Mälarinarium 5 hölls den 11 mars 2021 och kommande blir 7 maj, 24 september och 6 december, exakta tider och möteslänkar kommer att finnas på webbsidan och skickas ut till medlemmarna.

CyanoAlert-appen med varningsmejl kommer att användas under sommarsäsongen och MVVF följer upp hur det funkar. Farledsmuddringar, speciellt de i Galten kommer att följas då det kan påverka provtagningsstationer. Bottenfauna tas t.ex. i samma område som identifierats som lämpligt för muddringsrester.

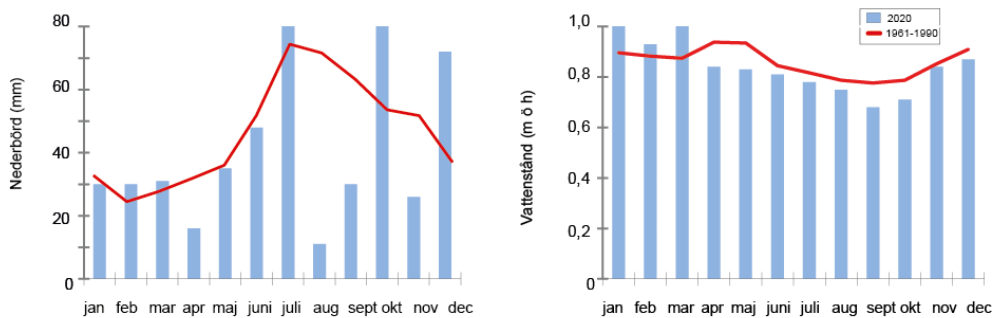
Rapporten om de provtagningsmetoder som används i Mälaren har skrivits och ska nu granskas innan publicering.

3 Väder och vattenstånd 2020 i Mälaren

Väderåret 2020 kännetecknades av en mild början och ett milt slut (Figur 3). Juni och augusti var varma månader med lite nederbörd medan juli månad var kall med mycket nederbörd. Nederbörden var i början av året i nivå med medelvärdet för perioden 1961-1990 men därefter var nederbörden de flesta månaderna lägre (Figur 4). Eftersom nederbörden på vintern inte samlades upp som snö utan blev direkt ytavrinning till bland annat Mälaren blev vattenståndet högt under årets första månader. Avsaknaden av snösmältning och lite nederbörd följande månader ledde till lägre vattenstånd än långtidsmedlet från och med april månad.



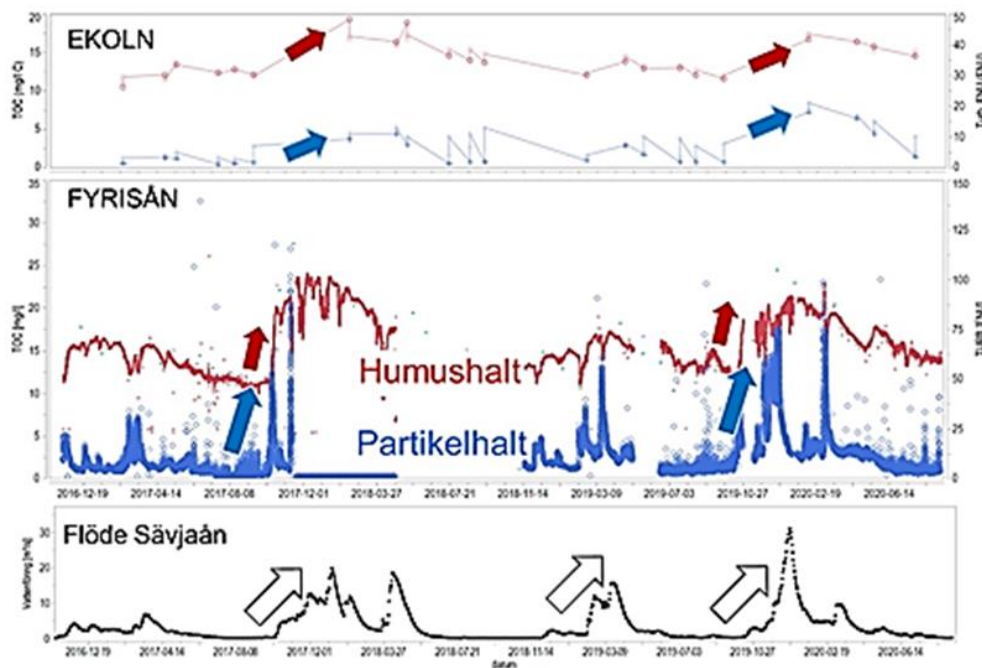
Figur 3. Månadsmedeltemperaturen i Västerås 2020 och medeltemperaturerna 1961–1990. Källa: SMHI:s väder och vatten.



Figur 4. Månadsmedelnederbörd i Västerås 2020 och medelnederbörd 1961–1990 respektive månadsmedelvattenståndet i Mälaren 2019 och medelvattenståndet 1961–1990. Källa: SMHI:s väder och vatten.

3.1 Vinterförhållanden och effekter av flödespulser

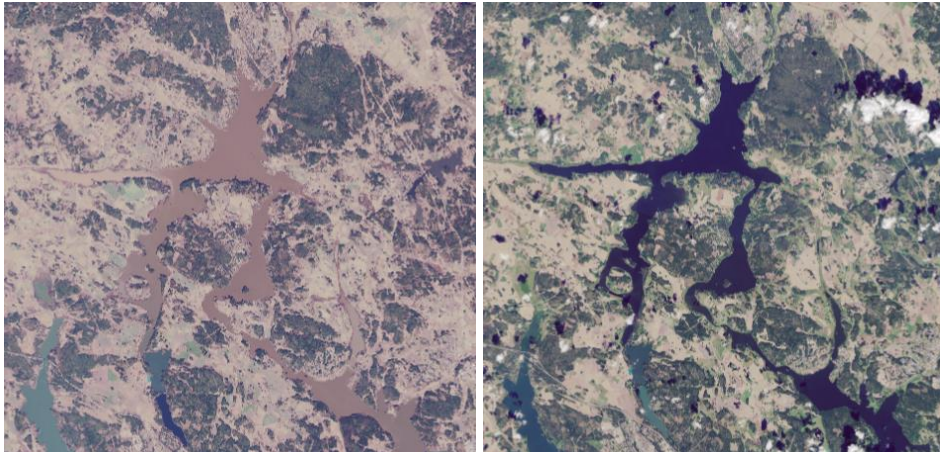
I Fyrisån finns sedan ett par år tillbaka en optisk sensor (YSI EXO2) som registrerar både partikelhalt och humushalt med hög tidupplösning. Instrumentet kan därför användas för att studera vilka effekter snabba och stora förändringar av vattenföring har på en del vattenkemiska parametrar i Fyrisån och i längden även på basängen av Ekoln där Fyrisån mynnar ut. Under flera år i rad har det förekommit låg vattenföring under sommaren och tidig höst, där de mest extrema var förhållanden som förekom under det varma året 2018. Även under 2017 och 2019 har vattenföringen varit låg samt att vintern har varit relativt mild. Under dessa två år har det dessutom förekommit stora intensiva höst- och vinterregnsperioder. Data över vattenföring i Sävjaån som är ett biflöde till Fyrisån och där det finns kontinuerliga mätningar att tillgå visas i Figur 5. När vattenföringen ökar kraftigt så tillförs stora mängder humus från marken samt att erosion från åkermark och bäcknära områden leder till att stora mängder partiklar medförs i ån. Det är känt att intensiva regnperioder efter långa torra perioder leder till extra mycket ursköljning av humus.



Figur 5: Tidsserier av TOC (mg/l) och partikelhalt (FNU) i Ekoln och Fyrisån samt flöde i Sävjaån (m^3/s) under perioden vintern 2016 till hösten 2020. Röda respektive blå pilar visar perioder där det förekom stora ökningar av humushalt (TOC) och partikelhalt (TURB).

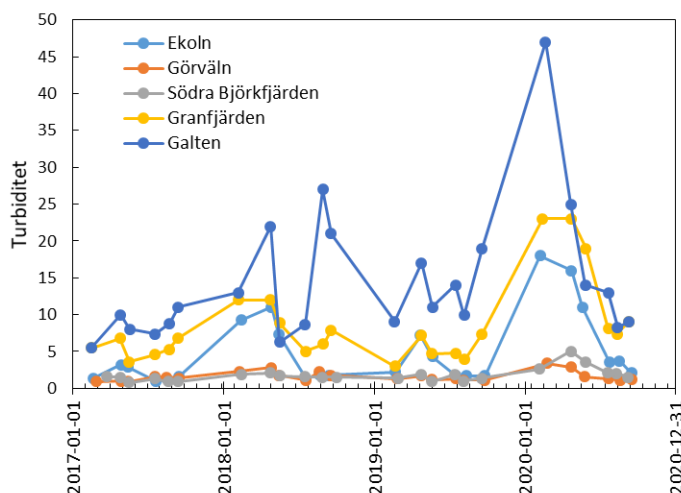
Figur 5 visar två sådana situationer för vintrarna 2017/2018 och 2019/2020. Halten organiskt kol fördubblades (2017 från 11 till 25 mg/l) inom loppet av några dagar och partikelhalten nådde vid vissa flödestoppar värden på 100 FNU i Fyrisån. Denna tillförsel av humus och partiklar påverkar även Ekoln även om förändringarna är mindre då partiklarna späds ut i en stor volym vatten. TOC halten ökade ändå från 11 till 19 mg/l under vintern 2017/2018 respektive från 11 till 17 under vintern 2019/2020. Som resultat sjunker även siktdjupet drastiskt och återhämtar

sig bara långsamt i och med att humusämnen bryts ner. Under resten av året bryts humus ner samt att partiklar sedimenterar när flödet sjunker. Den plötsliga förändringen av vattenfärg och partikelhalt fångades även på satellitbilder från mars 2020 där den höga halten av partiklar i Ekoln tydligt syns som brunfärgad vattenmassa (vänster i Figur 6). Vattnet har fått tillbaka sin vanliga färg under september 2020 (höger i Figur 6).



Figur 6. Satellitbilder som visar hur grumligt vattnet i Ekoln var i början av 2020 efter kraftiga regn och hur sedimentations- och nedbrytningsprocesser till i september 2020 gjort vattnet klart. Bildkälla: ESA Copernicus Sentinel Data, SYKE.

Stora delar av Mälaren påverkades på detta sätt av vinternederbörd i början av 2020 i form av regn på bar mark vilket ledde till hög partikelhalt även i dessa bassänger, här visat för de fem huvudbassängerna för de senaste fyra åren där Galten hade högst turbiditet i februari 2020 medan grumligt vatten inte på samma sätt nådde Görväln och Södra Björkfjärden (Figur 7).



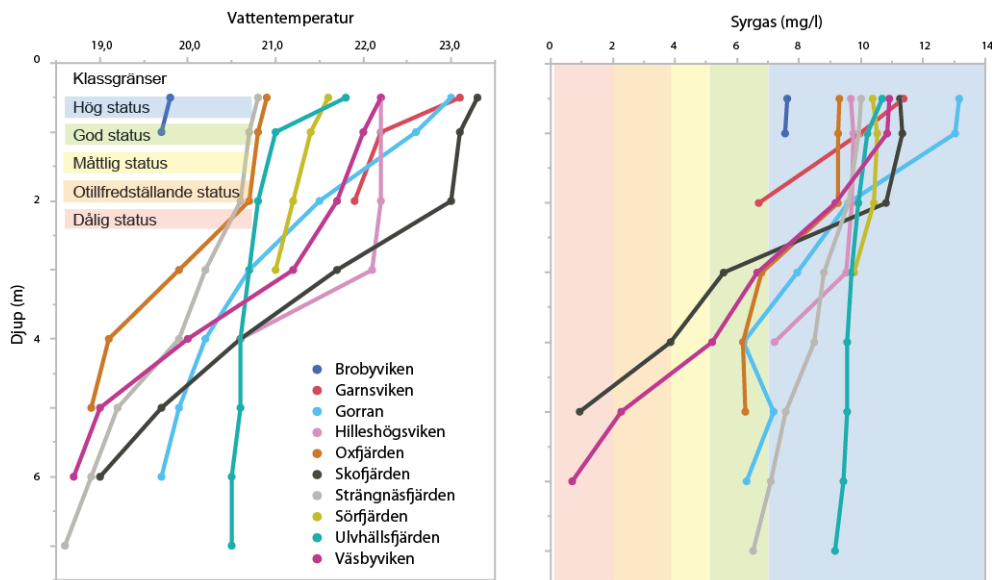
Figur 7. Partikelhalt (turbiditet, FNU) i fem huvudbassänger under fyra års provtagning visar att kraftig nederbörd i form av regn vintern 2019/2020 gav extra höga halter.

4 Resultat från miljöövervakningen 2020

Nedan följer en redovisning av ett urval av resultaten från provtagningarna 2020 i Mälaren samt statusklassningar av 2020 års data. Statusklassningarna har gjorts enligt föreskrifterna för bedömningsgrunder (HVMFS 2019:25) med undantaget att enbart data för 2020 har använts istället för medelvärden för en hel 6-årsperiod som görs inför statusklassning inom förvaltningscykeln. Analysresultaten i sin helhet finns tillgängliga via nationell datavärd på SLU och presenteras på webbportalen Miljödata-MVM. En snabbänk till rådata för de stationer som ingår finns på forskningssamarbetets webbsida Fokus på Mälaren (www.slu.se/malaren).

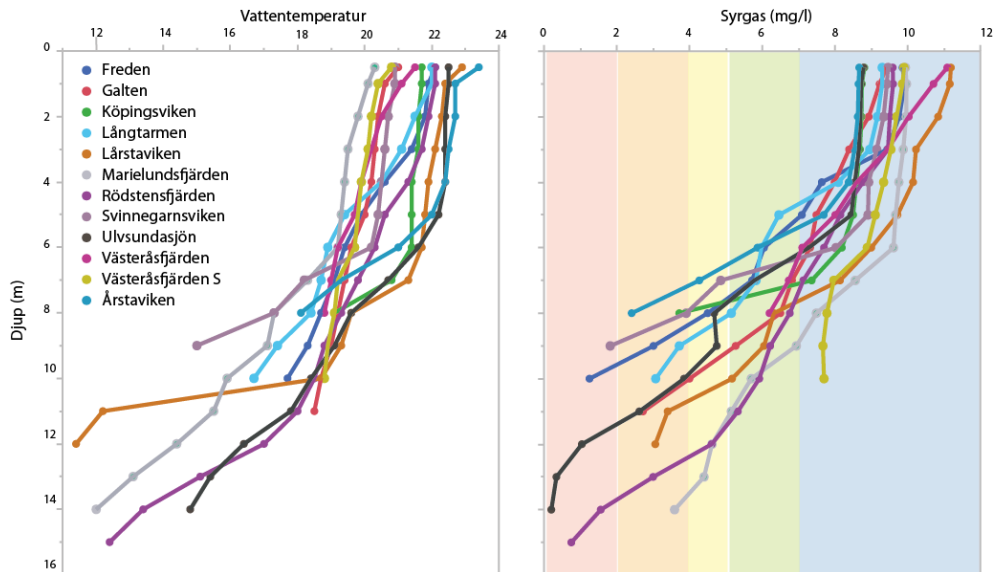
4.1 Temperatur och syrgasförhållanden

Statusklassningen för syrgas 2020 var vid merparten av stationerna samma som 2019 eller en klass bättre. Det är syrgashalten i djupa prov som används vid klassning och minimivärdet för året. Syrgasprofiler från augusti 2020 i de tio grundaste stationerna (maxdjup vid provpunkt <8m) visas i Figur 8 och statusen för det djupaste provet vid varje station visas med hjälp av bakgrundsfärgen. Det syns att syrgashalten minskar närmare botten vid vissa stationer. Temperaturskiktning saknas eller är svag. Syrgasstatusen klassades till god eller hög för de flesta stationerna med undantag för Skofjärden och Väsbyviken där statusen var dålig. För Ulvhällsfjärden infann sig årets minimum i juli och statusen klassades som god. De stationer som avvek mer än en klass detta år jämfört med förra året är Gorran och Ulvhällsfjärden där det vid provtagningen förra året i stort sett var syrgasfritt i bottenvattnet och statusen klassades som dålig jämfört med i år då statusen var god.



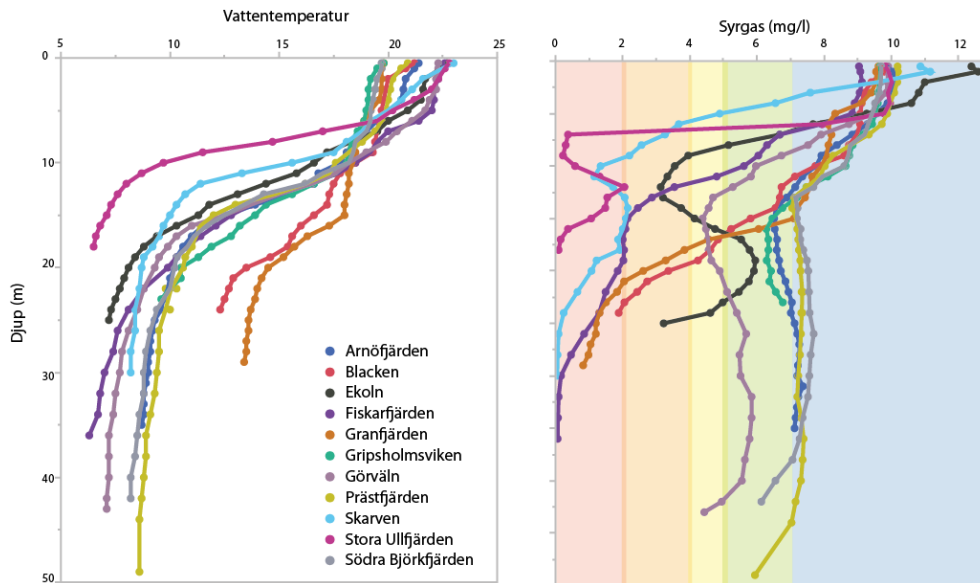
Figur 8: Syrgas- och temperaturprofiler från Mälarens grundaste vikar och fjärdar i augusti 2020.

I mellandjupa vikar och fjärdar, med maximalt djup vid provpunkt mellan 8-15 m, var statusen för syrgas augusti 2020 dålig eller otillfredsställande med undantag för Västeråsfjärden S och Västeråsfjärden N (Figur 9). Västeråsfjärden N avvek mer än en klass från föregående år från dålig till god och Västeråsfjärden S från måttlig till hög. Varken detta år eller 2019 var det någon tydlig temperaturskiktning vid dessa två stationer. I Marielundsfjärden och Ulvsundasjön var det en tydlig temperaturskiktning vid cirka 6 meter som kan tänkas vara orsak till de låga syrgashalterna i bottenvattnet. I Lårstaviken var det en ännu tydligare temperaturskiktning men det var inte helt syrgasfritt i bottenvattnet vid denna station.



Figur 9: Syrgas- och temperaturprofiler vid Mälarens mellandjupa provtagningsstationer, med maxdjup 8-15 m i augusti 2020.

De djupaste vikarna och fjärdarna (maxdjup vid provpunkt >15m) hade otillfredsställande eller dålig status i augusti 2020 med undantag för Gripsholmsviken, Arnöfjärden, Södra Björkfjärden och Prästfjärden där den var god och i Görväln där den var måttlig (Figur 10). I Görväln och Ekoln infann sig syrgasminimum i september och baserat på värdena från denna månad klassades statusen i Görväln som otillfredsställande och Ekoln som dålig. De djupaste vikarna och fjärdarna som avvek mer än en klass från föregående år var Gripsholmsviken, Prästfjärden och Arnöfjärden där status 2019 var dålig men god 2020, samt Görväln där statusen var god 2019 men otillfredsställande i år. Vid de flesta provpunkter var det varmt ytvatten ner till cirka 6 meters djup och sedan börjar temperaturen sjunka (Figur 10). I Blacken och Granfjärden var temperaturskiktningen inte lika tydlig även om temperaturen sjönk närmare botten.



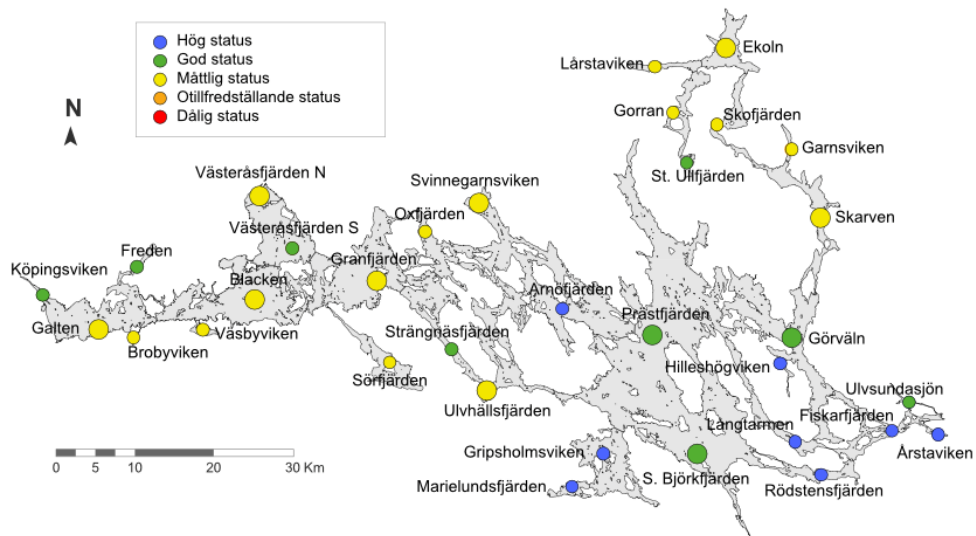
Figur 10: Syrgas- och temperaturprofilerna i Mälarens djupaste vikar och fjärdar augusti 2020.

4.2 Vattenkemi

4.2.1 Näringsämnen

Fosfor och kväve är nödvändiga näringsämnen för basen i näringsväven. I sjöar är det växtplankton, fastsittade alger och större vattenväxter. Förhöjda halter av näringsämnen kan leda till algbloomningar som i sin tur vid nedbrytning kan bidra till syrgasbrist i bottenvattnet. Växtplankton tar upp näringsämnen när de tillväxer och halterna sjunker därför tydligt under sommarhalvåret och höjs under vinterhalvåret när nedbrytningsprocesser dominerar. Näringsrika sjöar har också mer utbredd strandvegetation än näringsfattiga. Med mycket tillflödande näringsämnen riskerar grunda vikar att växa igen snabbare. Utöver en naturlig tillförsel av närsalter från den omgivande marken, tillförs näringsämnen till vattnet också från brukad och gödslad jordbruksmark, reningsverk, industrier, dagvatten och enskilda avlopp. Kväve tillförs även från luften genom atmosfärisk deposition direkt på sjöar och vattendrag och i sjöar kan fosfor frigöras från sedimenten vid syrgasbrist i bottenvattnet.

Halterna av näringsämnen i vattnet är lägst i de sydöstra delarna av Mälaren. Denna del av Mälaren har lägre halter på grund av att den saknar större tillflöden av åar samt har en långsammare vattenomsättning jämfört med övriga Mälaren (Sonesten m.fl. 2013). Vattnet har hunnit passera flera bassänger av Mälaren innan det når de sydöstra delarna. På sin väg genom Mälaren har näringsämnen hunnit tas upp av organismer eller bundits till partiklar och sedimenterat till botten och når inte de sydöstra delarna i så stor utsträckning.

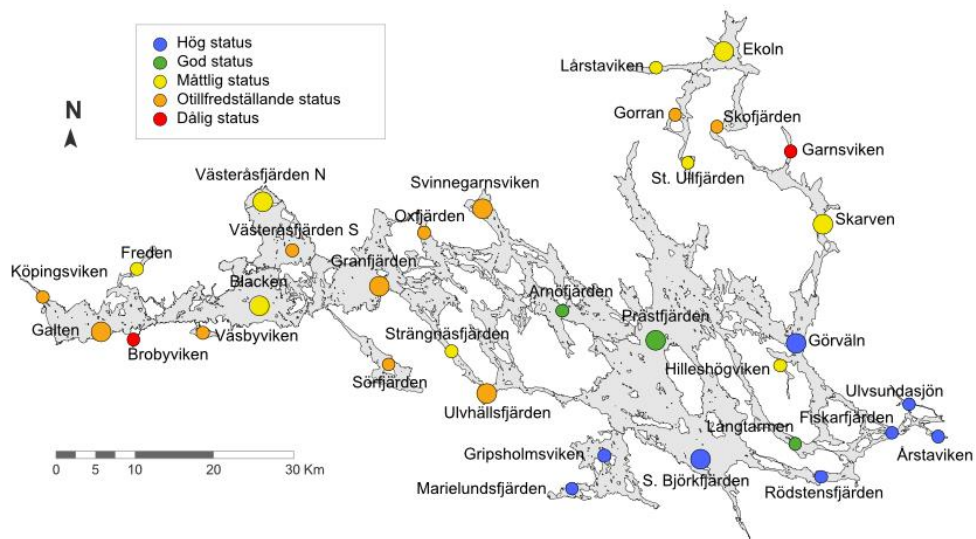


Figur 11. Statusklassning av totalfosfor i Mälaren 2020. Referensvärdena har hämtats från VISS. Årsmedelvärdena har använts för bedömning av de stationer som provtas sex gånger om året (stora punkter) och resultaten från augusti för de provplatser som enbart provtas i augusti (små punkter).

Statusen i den sydöstra delen med avseende på totalfosfor 2020 klassades som god eller hög (Figur 11). I de mer näringsrika västra och nordöstra delarna varierar statusen från måttlig till god. Klassningen var vid alla provpunkter förutom Gornan, Gripsholmsviken och Stora Ullfjärden lika som 2019 eller en klass sämre (Drakare et al. 2020). I Gornan var status med avseende på totalfosfor hög 2019 men två klasser sämre, måttlig, 2020. I Gripsholmsviken ökade statusen från måttlig 2019 till hög 2020. I Stora Ullfjärden ökade statusen med avseende på totalfosfor från måttlig till god mellan den två åren.

4.2.2 Siktdjup

Siktdjup ger en samlad information om vattnets färg, grumlighet samt mängden växtplankton i vattnet. Statusklassningen med avseende på siktdjup visar på god till hög status i de sydöstra delarna, med undantag för Hilleshögviken (Figur 12). I Hilleshögviken har klassningen gett otillräcklig till måttlig status sedan provtagningen startade vid denna station 2017.



Figur 12. Statusklassning av siktdjupet i Mälaren 2020. Referensvärdena har hämtats från VISS. Medelvärdet för maj-september har använts för de stationer som provtas sex gånger om året (stora punkter) och resultaten från augusti har använts för de provplatser som enbart provtas i augusti (små punkter).

I de västra delarna och nordöstra delarna var statusen otillfredsställande till måttlig med undantag för Brobyviken och Garnsviken där den var dålig. För Brobyviken är detta sämre än tidigare år där status med avseende på siktdjup klassats med otillräcklig 2017, måttlig 2018 samt 2019 (Sonesten 2018, Wallman et.al. 2019, Drakare et.al. 2020). För Garnsviken har klassningen tidigare visat dålig status 2017, 2019 samt 2020 och otillräcklig status 2017.

4.3 Biologiska parametrar

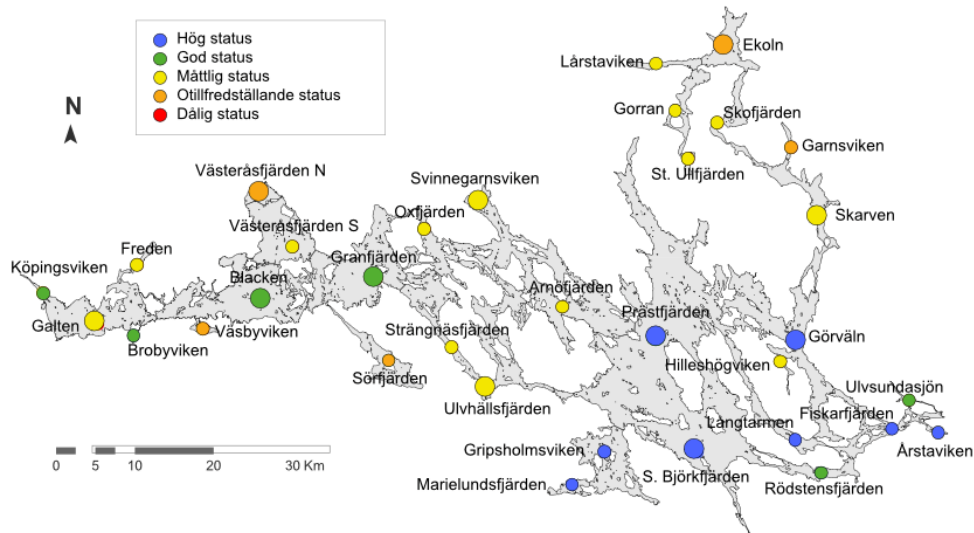
4.3.1 Växtplankton

Klassning av ekologisk status med växtplankton görs sammanvägt och baseras på flera index som läggs ihop. De speglar mängden växtplankton och/eller artsammansättningen. Klorofyll ingår och är en parameter som i Mälaren mäts relativt ofta. De mer detaljerade indexen är totalbiomassa och planktontrofiskt index (PTI). PTI är en förbättring av det tidigare trofiska planktonindexet (TPI). Fördelen med det nya indexet är att det innehåller fler släkter av växtplankton som täcker hela näringsgradienten vilket gör det nya indexet mer robust än det gamla. Både PTI och totalbiomassa visar näringspåverkan, precis som klorofyll *a*.

4.3.1.1 Klorofyll *a*

Klorofyll *a* är ett av växternas pigment som möjliggör fotosyntes, vilket gör att halten av klorofyll *a* är ett indirekt mått på hur mycket växtplankton det finns i vattnet.

Klorofyllanalyser som indirekt mått på växtplankton är billigare än att räkna växtplankton i mikroskop vilket möjliggör prover från fler provplatser eller tillfällen, även om växtplanktonanalyser ger mer information.

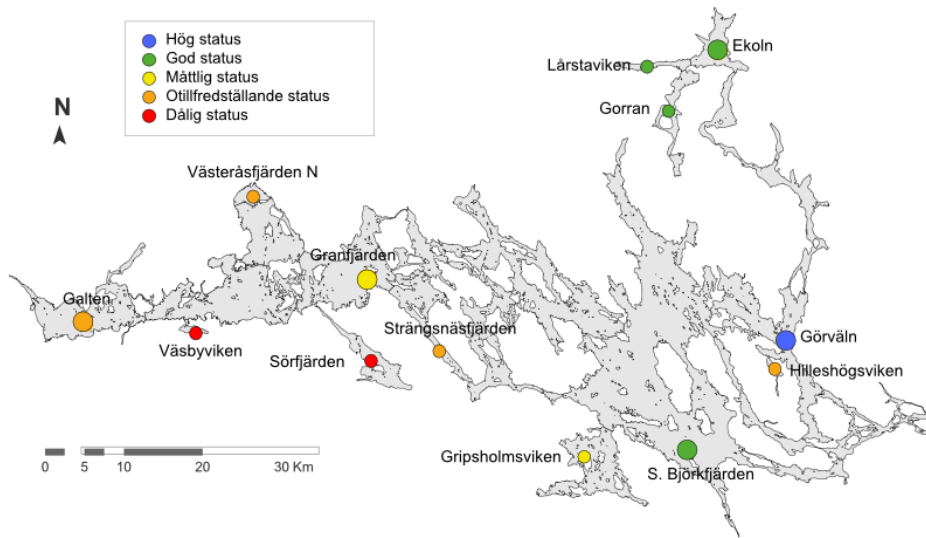


Figur 13. Statusklassning av klorofyll i Mälaren 2020. Referensvärdena har hämtats från HVMFS 2019:25 tabell 1.2. Medelvärden för juli-augusti har använts för de stationer som provtas sex gånger om året (stora punkter) och resultat från augusti för de provplatser som enbart provtas då (små punkter).

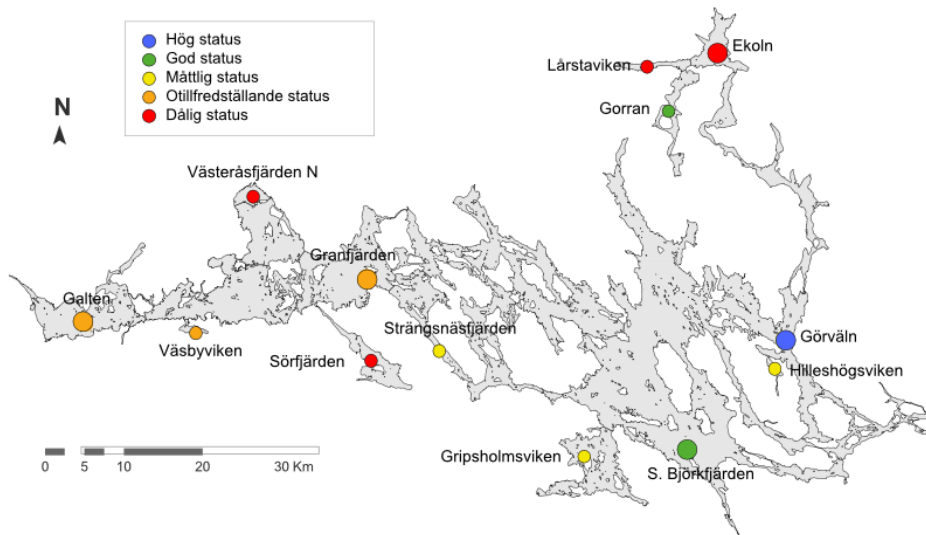
Statusklassningen med avseende på klorofyll visar på god till hög status i de sydöstra delarna med undantag för Hilleshögsviken (Figur 13) där det var måttlig status i likhet med 2019 (Drakare et al. 2020). I de västra delarna var statusen måttlig till god med undantag för Sörfjärden, Väsbyviken och Västeråsfjärden N där den var otillräcklig. I de nordöstra delarna var statusen otillräcklig eller måttlig. I de nordöstra delarna var klassningen sämre än 2019 och liknade mer klassningen från 2018 (Wallman et.al. 2019, Drakare et.al. 2020).

4.3.1.2 Totalbiovolym och planktontrofiskt index (PTI)

Detaljerade provtagningar av växtplankton utförs vid 22 stationer i Mälaren: fem stationer provtas varje år och då fyra gånger om året. Övriga 17 stationer provtas bara vartannat år i augusti för att under en 6-årig förvaltningscykel kunna bidra med resultat från 3 år. I år provtogs åtta av dessa.



Figur 14. Statusklassning av växtplanktonbiovolym i Mälaren 2020. Medelvärde juli-augusti har använts för Galten, Granfjärden, S. Björkfjärden, Görvål och Ekoln (stora punkter) medan övriga stationer enbart baserar sig på resultat från provtagning i augusti (små punkter).



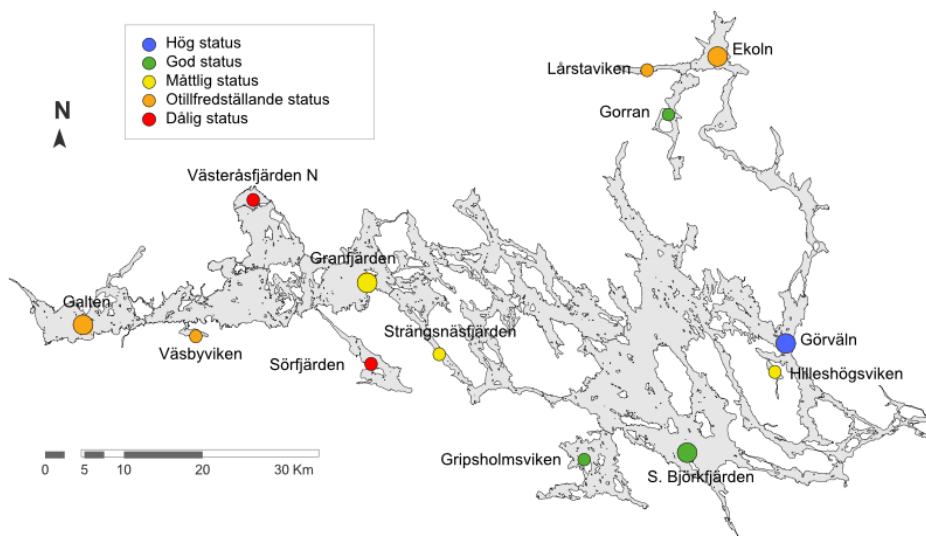
Figur 15. Statusklassning växtplankton planktontrofiskt index (PTI) i Mälaren 2020. Medelvärde juli-augusti har använts för Galten, Granfjärden, S. Björkfjärden, Görvål och Ekoln (stora punkter) medan övriga stationer enbart baserar sig på resultat från provtagning i augusti (små punkter).

Växtplankton analyserades 2020 vid samma stationer som 2018 (Wallman et.al. 2019). Vid endast fem stationer klassades statusen med avseende på totalbiovolym som god eller hög (Figur 14) vilket är i nivå med klassningen från 2018. Vid klassningen med avseende på PTI klassades ingen av stationerna med god eller hög status 2018 men Gorran, Södra Björkfjärden och Görvål hade god respektive hög status 2020 (Figur 15). Totalbiomassan kan alltså vara relativt låg och visa på god

status som i Ekoln, medan artsammansättningen visar på dålig status då de växtplankton som finns där indikerar näringspåverkan, som t.ex. många cyanobakterier.

4.3.1.3 Sammanlagd bedömning för växtplankton

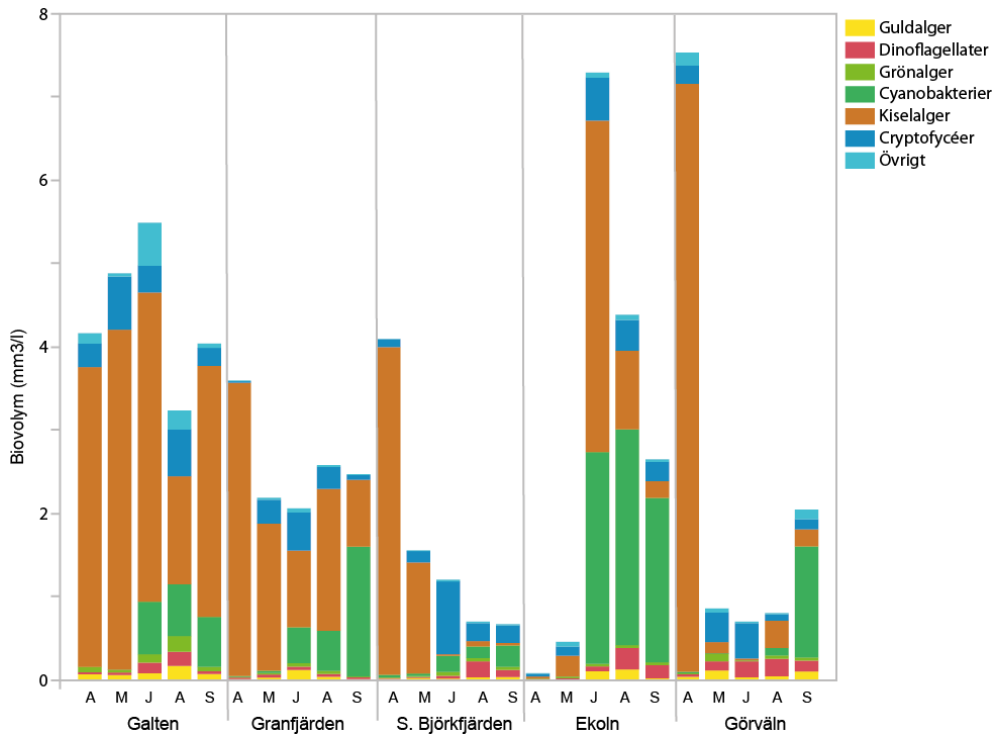
Vid klassificeringen av sjöns status med avseende på näringsämnen sammanvägs bedömningarna av klorofyll, totalbiomassa och PTI. Den sammanlagda statusen med avseende på växtplankton var dålig till måttlig i västra Mälaren 2020 (Figur 16). I nordöstra Mälaren var statusen måttlig i Lårstaviken och Ekoln men god i Gorran. I sydöstra Mälaren var statusen god eller hög med undantaget Hilleshögsviken där statusen var måttlig. Jämfört med 2018 är den sammanvägda statusen bättre 2020 i och med att ingen station fick god eller hög status 2018 (Wallman et.al. 2019).



Figur 16. Sammanvägd bedömning växtplankton i Mälaren 2020. Beräknad utifrån PTI, växtplankton och biomassa. Medelvärde juli-augusti har använts för Galten, Granfjärden, Södra Björkfjärden, Görvål och Ekoln (stora punkter) medan övriga stationer enbart baserar sig på resultat från provtagning i augusti (små punkter).

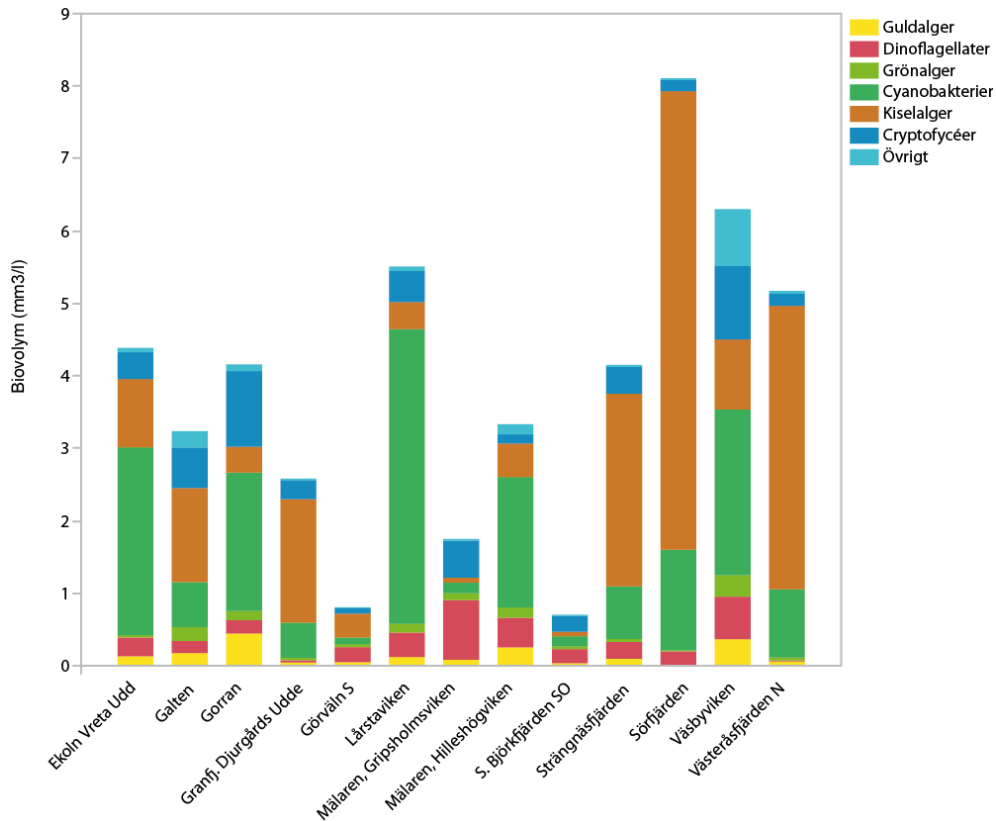
4.3.1.4 Växtplanktonsamhällets sammansättning

De fem stationer som provtas vid fyra tillfällen per år visar säsongsvariationen för växtplankton. Det är t.ex. ofta stor dominans och höga biomassor av kiselalger under vårens två provtagningar i april och maj (Figur 17). I år fick vi rapporter från västra delarna av Mälaren att det var svårt att fiska med nät för att de sattes igen. Det var också mycket av just den typ av kiselalger som är kända för att sätta sig fast på ytor. Problemet blir då att de sätter sig på nätens maskor så att näten blir mer synliga för fisken. På rapportens framsida finns exempel på hur dessa kiselalger såg ut i maj i Galten. Denna typ av problem rapporteras regelbundet även från Vänern och Vättern från yrkesfiskare som fiskar med nät vintertid (Bengtsson 2000).



Figur 17. Biovolym för vanliga grupper av växtplankton i Mälaren i april (A), maj (M), juli (J), augusti (A) och september (S) under 2020 för de fem stationer som har förtätd provtagning av växtplankton.

Växtplanktons biomassa är i flera av bassängerna högst på våren, då tar kiselalgerna upp mycket av näringsämnena så att inte sommarens biomassa kan bli så hög. I Ekoln är det möjligt att kiselalgmaximumet på våren missades vid årets provtagning, det kan ske vid provtagning med en månads mellanrum (Figur 17). Den mer stabila sommarpopulationen är vad som används vid statusklassning och här ser man också att cyanobakterier i dessa bassänger utvecklas under sommaren och finns in i september. Av de fem stationerna är det Ekoln som har högst cyanobakteriebiomassa. Jämför man istället mellan alla 13 stationer som provtogs i augusti (Figur 18) ser man att Lårstaviken har högre halter av cyanobakterier i augusti. Man ser också att flera av de lite grundare stationerna som inte är tydligt temperaturskiktade har mycket kiselalger även under sommaren. Stora Ullfjärden har oftast totaldominans av cyanobakterier men den ingick inte i 2020 växtplanktonprovtagning.

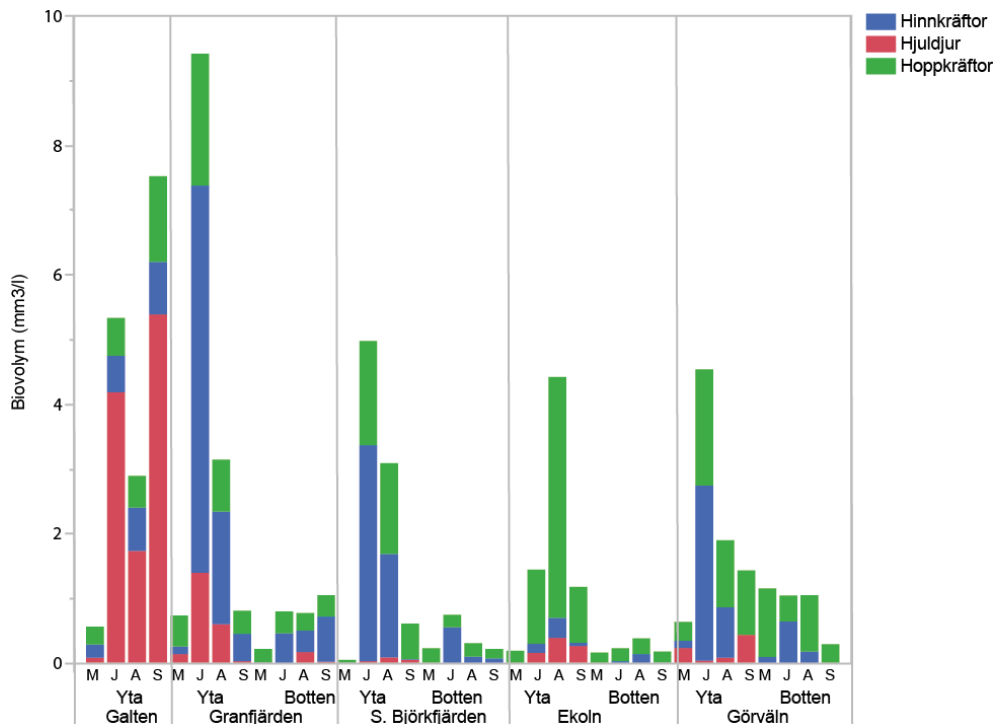


Figur 18. Växtplanktonsamhällets sammansättning vid de tretton stationer i Mälaren som provtogs i augusti 2020.

4.3.2 Djurplankton

Djurplankton provtas vid fem stationer i Mälaren. Fyra av stationerna är djupa och då provtas djurplankton även i det djupare skiktet. Det är en skillnad mot provtagningen av växtplankton som bara provtas i det övre skiktet då de kräver ljus för sin tillväxt. Djurplankton vill gärna vara där växtplankton är eftersom det är deras huvudsakliga föda, men de behöver också akta sig för fisk och gör det gärna i de mörkare delarna av sjön. En del djurplankton är kallvattensarter som befinner sig i de djupaste delarna av sjön under hela sommarskiktningen.

Sammansättningen 2020 liknar den för tidigare år med mycket hjuldjur i Galten och högst biomassor i Galten och Granfjärden (Figur 19). Generellt finns det också mer djurplankton i ytbara prover vid de stationer som ligger i djupa bassänger. Hjuldjuren finns framförallt i ytvattnet. Djurplankton är viktig föda för planktonätande fisk som nors, som i sin tur, i Mälaren, äts av bland annat gös. En stor del av djurplanktonbiomassan äts ner under sommaren av denna planktonätande fisk.



Figur 19. Biovolym av de tre stora djurplanktongrupperna i Mälaren i maj (M), juli (J), augusti (A) och september (S) 2020. Prover togs i ett ytligt vattenskikt 0–10 m samt om möjligt i ett djupare skikt från 15 m ned till 25–40 m beroende på provplatsens vattendjup. I Galten tas endast i det ytligare skiktet på grund av det ringa vattendjupet.

4.3.3 Bottenfauna på djupbottnar

Bottenfauna på djupbottnar tas från samma delar av Mälaren som djurplankton. För dem är de kiselalger som regnar ner över dem efter vårens tillväxt, när vattnet börjar temperaturskiktas, en viktig födoresurs. Då äter bottenfaunan på sedimentytan av de nysedimenterade kiselalgerna. Bottenfaunasamhället påverkas av tillgång på föda, temperatur, syrgashalt samt sina predatorer. I Mälarens djuphålor är det framförallt kallvattensarter av fisk som kan bli instängda i vissa djuphålor hela sommaren och i stor mängd äta bottenfauna innan de på hösten har möjlighet till större födosöksområden när vattnet blir kallare.

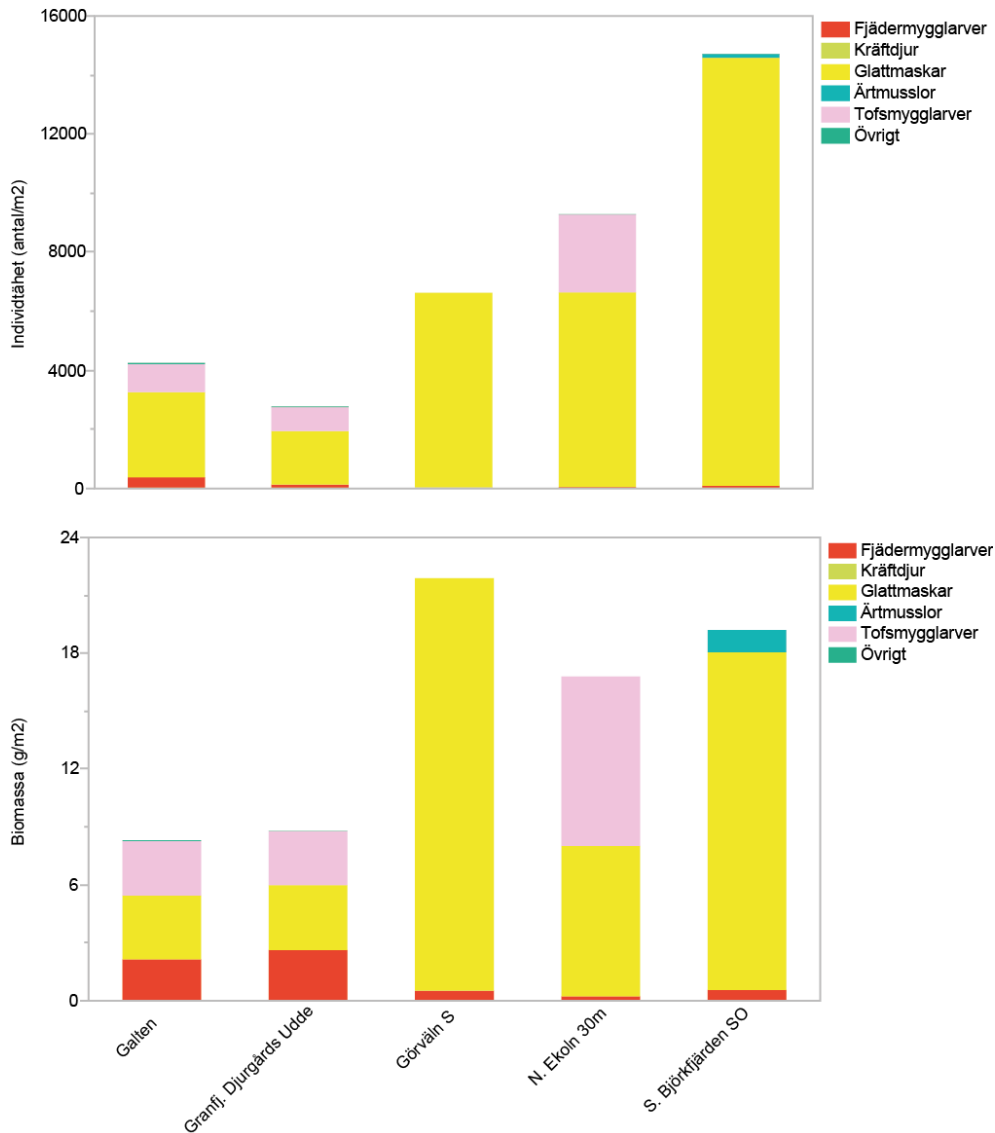
Bottenfaunan provtogs som vanligt vid höstprovtagningen i september. Proven av de ytligaste sedimenten tas med en så kallad Ekmanhämtare (syns i bild i Figur 2) som töms i en hink. För att få fram djuren sållas sedimentet genom ett tråg med nätbotten med en maskstorlek på 0,5 mm. På fotot i Figur 20 ser man hur provet från Ekoln hålls upp i det röda sållet. Efter sållning samlas djuren upp och analyseras i stereolupp och mikroskop på laboratoriet. Djuren identifieras, räknas och vägs.



Figur 20. Putte Olsson håller upp sedimentet med bottenfauna från Ekoln i sållet vid provtagning i september 2020. Foto: Joel Segersten, SLU.

4.3.3.1 Bottenfaunasamhällets sammansättning

Bottenfaunans sammansättning år 2020 (Figur 21) liknar den från 2017-2019. Mängderna varierar dock relativt mycket mellan åren. I Görväln har det förekommit mängder med vitmärlor (gruppen kräftdjur) tidigare men under perioder i ett 50-årsperspektiv är de ovanliga i proverna. En sådan period fanns under tidigt 2000-tal också. Vi vet ännu inte säkert vad det beror på. Temperatur och syrgasförhållanden i Görvälns bottenvatten kan inte förklara dessa fluktuationer av vitmärlor. En möjlig orsak skulle kunna vara att kallvattensarter av fisk stängs in i relativt stor mängd under varma somrar och hinner äta upp i stort sett alla vitmärlor vilka sedan inte återhämtar sig så fort. I övrigt är det enskilda arters indikatorvärden som visar hur känsliga de är för olika miljöförhållanden som visar hur sjöns olika djupområden mår.

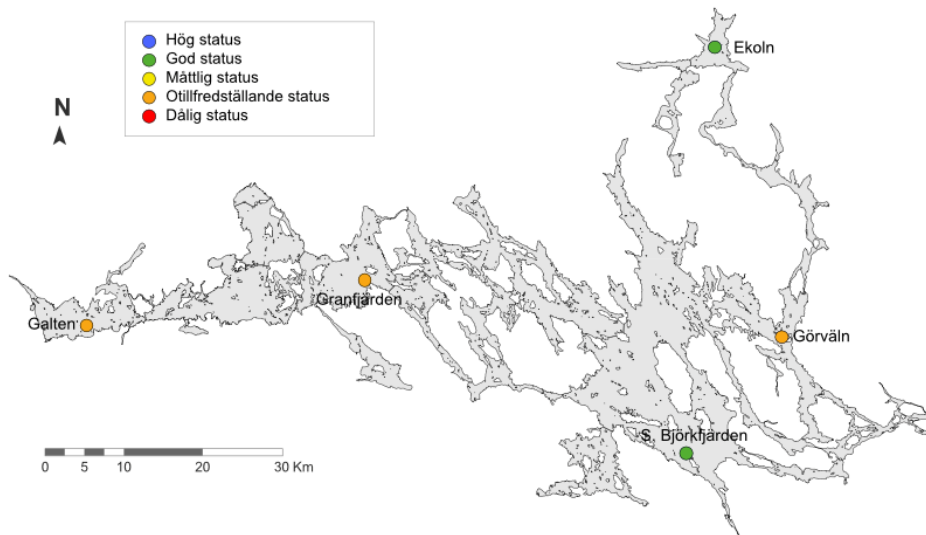


Figur 21. Bottenfaunasamhällets sammansättning på Mälarens djupbottnar i september 2020 med avseende på individdtäthet (överst) och biomassa (nederst).

4.3.3.2 Bentiskt kvalitetsindex (BQI)

Genom att utnyttja kunskap om hur känsliga olika bottenlevande arter är för olika miljöbetingelser kan man göra index. Det bentiska kvalitetsindexet BQI utnyttjar kunskap om hur känsliga olika fjädermygglarver är för låga syrgashalter. År 2020 är statusen med avseende på BQI god i Ekoln och Södra Björkfjärden (Figur 22). Södra Björkfjärden brukar ha hög status så detta år innebär en försämring. Ekoln brukar svänga mellan hög, god och dålig status. Vissa år är det nämligen väldigt få fjädermygglarver i provet. Ekoln hade dock god status även 2019. Galten och Granfjärden har mer fjädermygglarver så här är statusen mer säker. Här domineras proverna av arter som är toleranta mot låga syrgasnivåer och statusen blir otillfredsställande. Görväln har också otillfredsställande status, förra året hade Görväln dålig

status pga total avsaknad av fjädermyggor i provet. I år var det en del fjädermyggor men av toleranta arter så statusen höjdes bara till otillfredsställande. Jämfört med vad statusen för syrgas visar i Görvåln är det dock överensstämmande då den i år var otillfredsställande med syrgashalt i september under 4 mg/l. Redan i augusti pendlade syrgashalten i det kalla bottenvattnet mellan 4,5 och 6 mg/l i augusti (Figur 10).



Figur 22. Statusklassning av bottenfauna i Mälaren 2020. Referensvärdena har hämtats från HVMFS 2019:25 tabell 4.3.

4.3.4 Pelagisk fisk 2019

Rapportering av pelagisk (fria vattenmassans) fisk släpar efter ett år och här sammanfattas resultat från hydroakustiska undersökningar med trålning utefter transekter i Mälaren som utförs av sötvattenslaboratoriet, på institutionen för akvatiska resurser, SLU. Siklöjan har haft starka årsklasser 2016-2018 och har fortsatt höga tätheter i bland annat Görvåln under 2019 vilket troligtvis bidrar till att vitmärlor får svårt att återetablera sig på djupbottnarna. Norsen som precis som siklöjan är en kallvattensart hade problem under den varma sommaren 2018, men återhämtade sig under 2019, även i den grunda Granfjärden där kallvattensarter inte trivs varma somrar. Gösbeståndet är som helhet stabilt men kan variera stort mellan fjärdarna olika år. Det beror troligtvis på stor rörlighet mellan fjärdarna för gösen. 2019 fångades riktigt mycket braxen i Ekoln medan den i övriga fjärdar var mer normal.

Av de fyra fjärdar som undersöktes var biomassan högst i Ekoln med ca 420 kg pelagisk fisk per hektar dominerat av gös och braxen, Lambarfjärden hade ca 340 kg fisk per hektar där siklöja, gös och nors dominerade. I Prästfjärden, med nästan 300 kg/ha dominerade siklöja stort medan Granfjärden nådde strax över 150 kg/ha med

nästan dominans av nors, braxen och gös. Galten fiskas tyvärr inte med denna metod och vore önskvärd att lägga till då den är ännu grundare än Granfjärden.

4.4 Syntes av miljöövervakningen 2020

Kännetecknande för 2020 var den milda vintern som inledde året med mycket nederbörd i form av regn. Det gjorde västra och nordöstra delarna av sjön grumlig under vår och försommar. Det är svårt att säga om det tydligt påverkade övriga mätvärden i stor grad. Totalfosforhalterna var något högre än året innan vilket skulle kunna vara en effekt, men syrgashalterna i bottenvattnet var i stället bättre än året innan. Det verkar inte som att sedimentationsprocesser av det grumliga vattnet generellt påverkade syrgashalterna negativt.

I Tabell 1 på nästa sida visas en sammanställning av de kvalitetsfaktorer som statusbedömdes i Mälaren under 2020 och vilken sammanvägd status det skulle vara om bara dessa parametrar användes. Precis som tidigare år dominerar stationer med måttlig status: Det varierar något vilka det är mellan år beroende på vilka stationer som har t.ex. fullständig provtagning av växtplankton som i många fall är utslagsgivande och tydligt visar effekten av näringspåverkan. Av de 33 stationerna är det bara fyra som visar god status under 2020 med de kvalitetsfaktorer som mätts vilket innebär att åtgärdsarbetet behöver fortsätta. Fullständig statusbedömning görs för en hel sexårscykel och bör även inkludera kvalitetsfaktorerna större vattenväxter (makrofytter), fisk och särskilt förorenande ämnen.

Den sammanvägda bedömningen görs enligt ett flödesschema (Naturvårdsverket 2007). Biologiska kvalitetsfaktorer styr statusbedömningen helt vid måttlig eller sämre status (t.ex. Västeråsfjärden N). Vid god status kopplas fysikalisk-kemiska in i bedömningen och om dessa visar hög eller god blir statusen god (t.ex. Södra Björkfjärden). Om istället god status för biota kopplas till sämre status än god för fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer blir sammanvägda statusen måttlig (t.ex. Ulvsundasjön). Vid hög status på de biologiska kvalitetsfaktorerna kan fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer sänka sammanvägda statusen till god (t.ex. Prästfjärden). Vid hög status på dessa kopplas hydromorfologiska kvalitetsfaktorer in. Det har inte gjorts i årets bedömning. Inte heller har särskilt förorenade ämnen räknats med i årets sammanställning.

Tabell 1. Sammanfattande tabell med de kvalitetsfaktorer som statusbedömdes 2020 vid de 33 provtagna stationerna i Mälaren och en sammanvägd bedömning baserad på dessa. För fullständig bedömning behöver provtagning under en hel förvaltningscykel på sex år inkluderas. H=hög status, G=god status, M=måttlig status, O=otillfredsställande status, D=dålig status. Åtgärder behöver sättas in om statusen är sämre än god.

Station	Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer			Biologiska kvalitetsfaktorer			Total status
	Syrgas	Totalfosfor	Siktdjup	Växtplancton - klorofyll	Växtplancton - fullständig	Bottenfauna	
Köpingsviken	O	G	O	G			M
Galten	O	M	O	M	O	O	O
Brobyviken	H	M	D	G			M
Freden	D	G	M	M			M
Väsbyviken	D	M	O	O	O		O
Blacken	D	M	M	G			M
Västeråsfjärden N	G	M	M	O	D		D
Västeråsfjärden S	H	G	O	M			M
Granfjärden	D	M	O	G	M	O	O
Sörfjärden	H	M	O	O	D		D
Oxfjärden	G	M	O	M			M
Strängnåsfjärden	G	G	M	M	M		M
Ulvhällsfjärden	G	M	O	M			M
Svinnegarnsviken	D	M	O	M			M
Arnöfjärden	G	H	G	M			M
Marielundsfjärden	O	H	H	H			M
Gripsholmsfjärden	G	H	H	H	G		G
Prästfjärden	G	G	G	H			G
Södra Björkfjärden	G	G	H	H	G	G	G
Långtarmen	O	H	G	H			G
Rödstensfjärden	D	H	H	G			M
Stora Ullfjärden	D	G	M	M			M
Gorran	G	M	O	M	G		M
Lärstaviken	O	M	M	M	O		O
Ekoln	D	M	M	O	O	G	O
Skofjärden	D	M	O	M			M
Garnsviken	G	M	D	O			O
Skarven	D	M	M	M			M
Görvåln	O	G	H	H	H	O	O
Hilleshögviken	H	H	M	M	M		M
Fiskarfjärden	D	H	H	H			M
Ulvsundasjön	D	G	H	G			M
Årstaviken	O	H	H	H			M

5 Forskningsresultat

Förutom de projekt vi följt några år, om grön infrastruktur, organiska miljöföreningar och reningstekniker för dricksvatten, tillkommer i år resultat från forskning som handlar om hur processer på land påverkar hur mycket näringsämnen som når sjön och vilken effekt åtgärder i avrinningsområdet och i sjön har.

5.1 Crosslinkprojektet – om grön infrastruktur

Vi har under några år följt hur Crosslink-projektet utvecklas (Wallman et al. 2019, Drakare et al. 2020). Crosslink är ett internationellt forskningsprojekt lett av **Brendan Mckie** som syftar till att öka förståelsen mellan grön och blå infrastruktur. Projektet avslutades under 2020 och nu följer vi de publikationer som kommer ut som inkluderar de provtagningsytor som ligger i Mälarens avrinningsområde. En sådan publikation från projektets anknutna doktorand har precis kommit ut. Det är **Jasmina Sargac** som i sitt doktorandprojekt studerat hur vegetationstyperna runt vattendrag och miljön i vattendrag i jordbrukslandskapet är kopplad till vilken bottenfauna som finns där och av vilken funktioner bottenfaunan har. Artikeln är publicerad i tidskriften *Water* (Sargac et al. 2021) och hittas via följande länk: <https://doi.org/10.3390/w13081028>.

Tio bäckar i Mälarens nordöstra avrinningsområde valdes ut beroende på hur deras kantzoner såg ut med en gradient från öppen kantzonen med växtlighet bestående av gräs och örter till trädbevuxen och skuggad med mer än 50 meters kantzonen av träd på varje sida av vattendraget. Förutom bottenfaunan inventerades växtligheten liksom vattendragets bottenstrukturer och fysikalisk-kemiska parametrar. Växtligheten på land var den parameter som bäst förklarade bottenfaunasamhället och känsliga dag-, bäck- och nattsländor ökade ju bredare kantzonen av träd det var. Rinnande vatten med kantzonen av träd kännetecknades av att de blev skuggade, hade grusbotten och snabbt vattenflöde. Bottenfaunas funktion förklarades av både strandvegetationen och förhållandet i själva bäcken. Resultaten visar hur beroende organismerna som lever i vattendragen är av den terrestra miljön och särskilt hur mycket skuggande träd det är i denna. De känsliga sländor som gynnades av träd i kantzonen äter upp material som kommer till bäcken och är själva viktig föda för fåglar och fladdermöss under sitt flygande livsstadium och för då tillbaka näring från vattendraget upp på land. Det är viktiga ekosystemtjänster som minskar belastningen nedströms. Denna typ av kunskap viktig att ta till sig i samhällsplanering så att beslut som bidrar till hållbara ekosystem tas.

Ett tidigare studentprojekt av **Ellinor Ramberg** kopplat till Crosslink studerade motsvarande effekt på spindlar och visade att frilevande spindlar dominerade i vid öppna kantzoner med lågväxande örter medan typen som gör nät dominerar i trädbevuxna kantzoner. De innehåller också olika mycket fettsyror av en typ som bara

akvatiska alger producerar visade hur mycket av deras föda som kom från produktionen i vattendraget. Denna studie nu även är publicerad internationellt (Ramberg et al. 2020) och hittas här: <https://doi.org/10.3390/w12102855>.

En film från Crosslink-projektet har nyligen spelats in som fokuserar på de positiva effekter man får av att ha träd i strandzonen utmed rinnande vatten, den ligger på Naturvårdsverkets Youtube-kanal: <https://youtu.be/goC7hzaXqeM>.

5.2 Växthusgasmätningar i Mälaren

Sjöar är generellt sett källor till växthusgaser till atmosfären. Det finns fortfarande stora osäkerheter i beräkningar av hur viktiga källor till växthusgaser i atmosfären sjöar är. I nuläget visar beräkningar att sjöar globalt sett står för cirka 20 % av alla metanutsläpp och ungefär 9 % av koldioxidutsläppen. Sjöars bidrar alltså naturligt till klimatförändringar och deras roll kan förstärkas med framtida ändringar i klimat och markanvändning. I de globala dataseten som samlats in av forskarsamhället är stora sjöar med en yta på mer än 100 km² underrepresenterade. Miljöövervakningsprogrammet i Mälaren möjliggjorde kompletterande provtagning av växthusgaser. Under ett år har **Michael Peacock**, forskare på institutionen för vatten och miljö, SLU, med hjälp av **Joel Segersten** mätt växthusgaser från Mälaren i samband med miljöövervakningen. Det är en stor fördel att kunna jämföra halterna av växthusgaser med övriga fysikalisk-kemiska parametrar för att se vilka förhållanden som ger mycket växthusgasutsläpp. Provtagningarna gjordes under ett års provtagningar med början i maj 2019 och avslut februari 2020.

Resultaten visade att det fanns säsongsvariation i halterna av växthusgaser. Metanhalterna var högst i augusti och koldioxidhalterna i februari. De varierade också mellan stationer, metan hade ett positivt samband till totalfosfor. Koldioxidhalten hade ett positivt samband med mängden organiskt kol i vattnet. Halterna av växthusgaser liknade de från andra stora sjöar, dvs. de var relativt låga. Växthusgasutsläpp från sjöar har ett negativt samband till sjöstorlek men eftersom de är större till ytan så blir den kumulativa effekten ändå påtaglig. Michael presenterade resultat från dessa mätningar under Mälarseminariet 2020. Resultaten kommer att ingå som del av en publikation som inkluderar data från fler sjöar.

5.3 Organiska miljöföroreningar i Mälaren

Studier av organiska miljöföroreningar ingår i många screening- och forskningsprojekt på institutionen för vatten och miljö, SLU. En rapport kopplad till LIFE IP Rich Waters-projektet från mätningar i Mälaren, Vättern och Väneren och deras tillrinnande vatten har just publicerats (Malnes et al. 2020):

<https://www.richwaters.se/wp-content/uploads/Forekomst-av-organiska-miljoforo-reningar-i-Svenska-ytvatten-final2-210201.pdf>. Mätningarna har gett värdefull kunskap om hur halterna av ca 100 olika organiska miljöföroreningar varierar över året och mellan olika delar av sjöarna och deras tillrinningsområden. Av ämnen

med gränsvärden enligt vattendirektivet hade PFOS och ett hormonämne (17- β östradiol) överskridande halter på flera platser, vilket gör att mätningar av hormonstörande ämnen (m.fl.) har upprepats i Mälaren under april 2021. Fler resultat från Rich Waters presenteras på denna sida: <https://www.richwaters.se/>.

Även vetenskapliga artiklar med Mälaren som studieobjekt har publicerats. **Anna-Lena Rehrls** mastersarbete som nämndes i 2018 års Mälarrapport (Wallman et al. 2019) har nu publicerats i en internationell tidskrift med titeln *Spatial and seasonal trends of organic micropollutants in Sweden's most important drinking water reservoir* (Rehrl et al. 2020): <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126168>. En annan artikel kopplad till samma provtagningsturné som kommit ut i en internationell tidskrift under året är: *Organic micropollutants in water and sediment from Lake Mälaren, Sweden* (Golovko et al. 2020): <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127293>.

Frank Menger försvarar sin avhandling den 11 juni 2021. Disputationen sker digitalt och är öppen för allmänheten. Håll utkik i SLU-kalendariet över kommande disputationer för att hitta länken till disputationen. Franks avhandling handlar också om organiska miljöföroreningar och har titeln: *Wide-scope screening of contaminants of emerging concern in the aquatic environment - Development of novel analytical tools*. Tips på läsning tills avhandlingen publiceras är artikeln *Suspect screening based on market data of polar halogenated micropollutants in river water affected by wastewater* (Menger et al. 2021) där provpunkterna ligger i Fyrisån och i Ekoln: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123377>.

5.4 Tekniker för renare dricksvatten

Flera av forskningsprojekten handlar om hur råvattnen kan renas med avseende på organiska miljöföroreningar och naturliga organiska ämnen för att få ett bra dricksvatten. Här har vi nyligen haft två doktorander som disputerat:

Rikard Tröger disputerade den 22 januari 2021 med avhandlingen *Analytical approaches for wide-scope screening of contaminants of emerging concern*. Rikard utvecklade screeningmetoder med högupplöst masspektrometri och studerade hur val av reningsteknik påverkar reningsgrad av oönskade organiska miljöföroreningar. Studien började i Sverige i vattenverk kopplade till Mälaren och Göta Älv. De utvecklade analysmetoder och identifierade problemämnena kunde sedan studeras i större skala vid 13 vattenverk i 11 länder i Europa och Asien. Avhandlingen (Tröger 2021) finns att läsa här: https://pub.epsilon.slu.se/19766/1/troeger_r_201223.pdf. Länk till den stora studien i flera länder, Tröger et al. (2021) finns här: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117099>.

Claudia Cascone försvarade sin avhandling den 9 april 2021. Claudia studerade hur man kan nyttja optiska sensorer. Ett analysverktyg med öppen källkod utvecklades för att i detalj kunna styra reningsprocessen när man bereder dricksvatten med fokus på halten av naturligt organiskt kol som finns i råvattnet. Avhandlingen,

med titeln *Optical sensors in drinking water production: Towards automated process control in relation to natural organic matter* (Cascone 2021), finns att läsa här: https://pub.epsilon.slu.se/22798/1/cascone_c_210319.pdf.

En annan doktorand, **Malin Ullberg**, har nyligen publicerat en artikel (Ullberg et al. 2021) som handlar om effekten av ozon i kombination med aktivt kol för att rena blivande dricksvatten från olika typer av organiska ämnen. Här har studien gjorts på Görvälns vattenverk, både med hjälp av en pilotanläggning och den fullskaliga reningsanläggningen, och reningseffekten mättes genom att jämföra halter i in- och utgående vatten. Hela artikeln, med titeln *Pilot-scale removal of organic micropollutants and natural organic matter from drinking water using ozonation followed by granular activated carbon*, finns här: <https://doi.org/10.1039/d0ew00933d>.

5.5 Minimera fosforläckage från jordbruksmark

Forskningsprojekt som studerar genom vilka processer fosfor når vattendrag och sjöar är också centrala vid institutionen för vatten och miljö. Vattendrag som studeras finns också i Mälarens avrinningsområde och ingår i långliggande miljöövervakning av jordbruksvattendrag. I dessa områden med högre lerhalt i marken är det vanligt att totalhalten av fosfor är nära kopplad till partikelhalten. Detta beror på att fosfor finns på markpartiklar som vid kraftig nederbörd eller snösmältning mobiliseras på erosionskänsliga områden och därefter når vattendragen och senare närliggande sjöar. Det är därför det är så viktigt med funktionella kantzoner. I en artikel har doktoranden **Sara Sandström** studerat vilka faktorer som är viktigast för att förklara variationen i totalfosfor och partiklar i vattendrag för att göra det möjligt att skala upp från små välstuderade jordbruksbäckar till hela avrinningsområden. Två av de elva studerade områdena ligger i Mälarens avrinningsområde. I projektet visade de att lerhalten tillsammans med andel jordbruksmark var tydligast kopplad till hur mycket fosfor som läcker ihop med partiklar (Sandström et al. 2020). Läs artikeln i sin helhet här: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134616>. Projektet är EU-finansierat via FORMAS som en del av ett större Water JPI-projekt. Kontaktperson är **Faruk Djodjic**.

Andra forskningsprojekt fokuserar på åtgärder för att minimera fosforläckage från jordbruksmark, t.ex. genom att anlägga våtmarker och dammar där fosfor kan sedimentera ut så att det inte når närliggande sjöar. Här kan man utnyttja modeller för att beräkna var i odlingslandskapet dessa våtmarker bör placeras och vilken storlek de behöver vara för att ha tillräcklig effekt. En sådan artikel har publicerats av Djodjic et al. (2020), med titeln *Optimizing placement of constructed wetlands at landscape scale in order to reduce phosphorus losses*. Den kan läsas i sin helhet här: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01349-1>.

Nyligen har också **Faruk Djodjic** publicerat en artikel tillsammans med forskare i Sverige, Finland och Polen för att utvärdera hur bra de planer är som används för

hela avrinningsområden i vattendirektivet för att bland annat bestämma vilka målnivåer i reduktionsplikt som krävs för att nå målet god ekologisk status (Piniewski et al. 2021). För Östersjön samlas dessa under the Baltic Sea Action Plan som utarbetats av Helsingforskommissionen, HELCOM. För Sveriges del ingick bland annat Fyrisåns avrinningsområde. Studien visade att bakgrundsscenarioet utan de lokala åtgärdsprogrammen (business as usual) inte skulle leda till förbättringar i vattenkvalitet. De modellscenarier som vid åtgärdsplaneringen tar hänsyn till och placerar åtgärder utifrån lokala förutsättningar kan få de mest effektiva reduktionerna av både kväve och fosfor. Artikeln *How effective are River Basin Management Plans in reaching the nutrient load reduction targets?* finns att läsa i sin helhet här: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01393-x>.

5.6 Test av musselodling för att ta bort näringsämnen

I det här projektet utnyttjades en sk. problemart till att göra nytta i ett projekt lett av **Willem Goedkoop** (Goedkoop et al. 2021). Det är den invasiva vandrarmusslan som sedan många år finns i östra Mälaren som utnyttjades för sin förmåga att precis som blåmusslor sätta sig fast på ytor med hjälp av starka byssustrådar. Liknande utrustning som används på västkusten för att odla musslor, där musslor sitter på linor som hänger i vattnet från bojar, användes i Ekoln för att se om det är möjligt att odla musslor i sötvatten. Musslorna filtrerar vattnet för att kunna äta växt- och djurplankton och hur effektivt de kunde koncentrera näringsämnen i form av biomassa studerades i detta projekt. I Ekoln är redan nästan alla bottnar täckta av vandrarmussla, men i detta projekt behövde de sitta på linor så att de kunde sköras när de växt klart. Man vill inte skörda musslor direkt från botten då det rör upp för mycket bottenmaterial och stör ekosystemet där. De två testområdena i Ekoln med bojar och linor producerade på 28 månader 1200 kg musslor mätt som torrsvikt, där 94 % bestod av skal. Från resultaten beräknades att genom att skörda musslor från en 0,5 ha musselfarm i Ekoln kan man få bort 740 kg kol, 49 kg kväve och 3,5 kg fosfor vilket räknat för fosfor motsvarar årlig avrinning från 23 ha mark. Ett möjligt sätt att reducera mängden näringsämnen i sjöar. Musslor av denna typ är inte goda för människor att äta men skulle kunna användas t.ex. som mat till höns. Man vill undvika att vandrarmusslor sprids till nya vatten så metoden är bara för sjöar som redan har invaderats av denna art. Läs hela artikeln här: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111889>.

6 Resultat från studentarbeten

6.1 Bedömning av cyanobakterieblomning via satellit

I förra årets Mälarrapport (Drakare 2020) nämndes detta kandidatarbete av **Patrik Hildén** som studerat hur bra sambanden är mellan miljöövervakningsdata tagna från prover i sjön jämfört med vad som går att mäta med satellit. Själva rapporten var dock inte färdig. Den finns nu att ladda ner från denna länk (Hildén 2021): https://stud.epsilon.slu.se/16596/1/hilden_p_210419.pdf.

6.2 Optimering av ultrafiltreringsmetodik för att ta bort naturligt organiskt material i dricksvatten

Eftersom sjövattnet naturligt innehåller organiskt material av olika typ behövs ett bra system för att ta bort detta när man bereder dricksvatten. När man testat denna typ av metoder på plats i vattenverket görs mindre pilotanläggningar. **Tamara Kristin Voigtländer** använde en pilotanläggning i bordsskala för att testa olika kombinationer av fällning och ultrafiltrering. Vatten från Ekoln, Prästfjärden och Görväln jämfördes. Tamara gick den Europeiska masterutbildningen EnvEuro, European Master in Environmental Science som är ett samarbete mellan SLU och tre andra universitet i Danmark, Tyskland och Österrike med syftet att ge studenterna ett europeiskt och internationellt perspektiv på forskning, planering och förvaltning inom miljöområdet. Studien har titeln *Comparison and optimization of removal of natural organic carbon from raw water with ultrafiltration in pilot scale experiments* (Voigtländer 2020) och visade att resultaten från minianläggningen gav samstämmiga resultat med den större pilotanläggningen i containerskala. Det är ett bra resultat för då kan man gå upp i skala vartefter man hittar lovande reningskombinationer och förvänta sig liknande resultat som vid rening i mindre skala. Kombinationen av fällning och ultrafiltrering fungerade väl upp till halter på 15 mg/l organiskt material då upp till 57 % av det organiska materialet togs bort. Vid högre halter räcker inte denna reningseffektivitet för att komma ner under gränsvärdet på ca 5 mg/l. Masteravhandlingen går att läsa i sin helhet här: https://stud.epsilon.slu.se/16156/3/voigtlander_t_201012.pdf.

6.3 Screening av PFAS i svenskt dricksvatten

Erik Gunnars (Gunnars 2020) studerade halter av PFAS i vatten från 47 vattenverk, varav ett flertal använder sig av vatten från Mälaren och dess avrinningsområde. Alla prover innehöll någon typ av PFAS-ämne men halterna var under Livsmedelsverket riktvärden för dricksvatten. De vattenverk som använde sig av granulerat aktivt kol (GAK) som extra reningssteg hade högst reningsgrad av PFAS. Ti-

teln på arbete är *Screening of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in drinking water in Sweden* och kan läsas i sin helhet här: https://stud.epslu.se/16272/1/gunnar_e_201102.pdf.

6.4 Screening av organiska miljöföroreningar i svenska ytvatten

Malin Forsberg mätte halter av organiska miljöföroreningar i ytvatten som rinner in i de stora sjöarna. Hennes masterarbete har titeln *Occurrence of organic micropollutants and hormones in Swedish surface water* (Forsberg 2020) och kan läsas i sin helhet här: http://www.w-program.nu/filer/exjobb/Malin_Forsberg_rapport.pdf.

6.5 Modellering av naturligt och onaturligt organiskt material i Ekoln

I ett mastersarbete av **Frida Ekman**, student på civilingenjörsprogrammet miljö- och vattenteknik på SLU och Uppsala universitet, beskrivs hur förändringar av färg och halt organiskt kol påverkar sjöns siktdjup samt dricksvattenberedning nedströms. Frida tog fram en hydrodynamisk modell som beskriver hur vattentemperatur, TOC och färg förändras i Ekoln över tid och som funktion av klimatvariabler (Ekman 2021). I modellen ingår även interna processer, så som nedbrytning och sedimentering. Även PFAS inkluderades men antalet mätningar var för få för att få en robust modell. Mastersarbetet i sin helhet kan läsas här: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1524977/FULLTEXT01.pdf>.

Referenser

- Bengtsson, R. 2000 Alger som fastnar på fisknät i Vänern, Mälaren och Hjälmaren. Vänerns vattenvårdsförbund, Rapport nr 14, 42 sidor.
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:657892/FULLTEXT01.pdf>
- Cascone, C. (2021). Optical sensors in drinking water production: Towards automated process control in relation to natural organic matter. Doctoral Thesis No. 2021:17. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, SLU. https://pub.epsilon.slu.se/22798/1/cascone_c_210319.pdf
- Djodjic, F., Geranmayeh, P. & Markensten, H. (2020) Optimizing placement of constructed wetlands at landscape scale in order to reduce phosphorus losses. *Ambio* 49: 1797–1807.
- Drakare, S., Wallman, K. Almlöf, K. & Segersten J. (2020) Fokus på Mälaren 2019 - Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet med MVVF. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö; Rapport 2020:3.
- Ekman, F. (2021) Hydrodynamic modelling of fate and transport of natural organic matter and per- and polyfluoroalkyl substances in Lake Ekoln. Examensarbete 30 hp, civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik, SLU & Uppsala universitet. UPTEC W 21003. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1524977/FULLTEXT01.pdf>
- Forsberg, M. (2020) Occurrence of organic micropollutants and hormones in Swedish surface water, Examensarbete 30 hp, civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik, SLU & Uppsala universitet. http://www.w-program.nu/filer/exjobb/Malin_Forsberg_rapport.pdf.
- Goedkoop, W., Choudhury M. I., Lau, D. C. P., & Grandin, U. (2021) Inverting nutrient fluxes across the land-water interface – Exploring the potential of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) farming. *Journal of Environmental Management* 281 (1 March 2021), 111889, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111889>.
- Golovko, O., Rehrl, A.-L., Köhler, S. & Ahrens, L. (2020) Organic micropollutants in water and sediment from Lake Mälaren, Sweden, *Chemosphere* 25, November 2020, 127293. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127293>.
- Gunnars, E. (2020) Screening of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in drinking water in Sweden. Master thesis in Environmental science, 30 hp. SLU, Institutionen för vatten och miljö, Uppsala, https://stud.epsilon.slu.se/16272/1/gunnar_e_201102.pdf.
- Hildén, P. (2021) Satellitövervakning av cyanobakterieblomningar i sjöar – en jämförande studie för Mälaren. Kandidatarbete i biologi, 15 hp. SLU, Institutionen för vatten och miljö, Uppsala, https://stud.epsilon.slu.se/16596/1/hilden_p_210419.pdf.
- HVMFS 2019:25. (2020) Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Havs- och vattenmyndigheten, föreskrift 2020:25.

- Malnes, D., Golovko, O., Köhler, S. & Ahrens L., (2020) Förekomst av organiska miljöföroreningar i svenska ytvatten. Vänerns vattenvårdsförbunds rapport 140 samt Mälarens vattenvårdsförbunds rapport 2021:1. 152 sidor. <https://www.richwaters.se/wp-content/uploads/Forekomst-av-organiska-miljoforo-reningar-i-Svenska-ytvatten-final2-210201.pdf>
- Menger, F., Ahrens, L., Wiberg, K., & Gago-Ferrero, P. (2021) Suspect screening based on market data of polar halogenated micropollutants in river water affected by wastewater. *Journal of Hazardous Materials* 401: (5 January 2021) 123377. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123377>.
- Naturvårdsverket. 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Handbok 20017:4. Utgåva 1.
- Piniewski, M., Tattari, S., Koskiaho, J., Olsson, O., Djodjic, F., Giełczewski, M., Marcinkowski, P., Księżniak, M. & Okruszko, T. (2021) How effective are River Basin Management Plans in reaching the nutrient load reduction targets? *Ambio* 50: 706–722, <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01393-x>.
- Ramberg, E., Burdon, F.J., Sargac, J., Kupilas, B., Rîșnoveanu, G., Lau, D.C.P., Johnson, R.K., & McKie, B.G. (2020) The structure of riparian vegetation in agricultural landscapes influences spider communities and aquatic-terrestrial linkages. *Water* 12: 2855. <https://doi.org/10.3390/w12102855>
- Rehrl, A.-L., Golovko, O., Ahrens, L. & Köhler, S. (2020) Spatial and seasonal trends of organic micropollutants in Sweden's most important drinking water reservoir. *Chemosphere* 249, June 2020, 126168. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126168>.
- Sandström, S. Futter, M. N., Kyllmar, K., Bishop, K., O'Connell, D. W. & Djodjic, F. (2020) Particulate phosphorus and suspended solids losses from small agricultural catchments: Links to stream and catchment characteristics. *Science of The Total Environment* 711 (1 April 2020), 134616, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134616>
- Sargac, J., Johnson, R.K., Burdon, F.J., Truchy, A., Rîșnoveanu, G., Goethals, P. & McKie, B.G. (2021) Forested riparian buffers change the taxonomic and functional composition of stream invertebrate communities in agricultural catchments. *Water*, 13: 1028. <https://doi.org/10.3390/w13081028>
- Sonesten, L. (2018) Mälaren 2017 – Sammanfattande resultat från miljöövervakningen 2017. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö; Rapport 2018:8.
- Tröger, R. (2021) Occurrence and removal of organic micropollutants in drinking water: Analytical approaches for wide-scope screening of contaminants of emerging concern. Doctoral thesis No. 2020:73. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, SLU. ISBN (electronic version) 978-91-7760-665-9, https://pub.epsilon.slu.se/19766/1/troger_r_201223.pdf

- Tröger, R., Ren, H., Yin, D., Postigo, C., Nguyen, P. D., Baduel, C., Golovko, O., Been, F., Joerss, H., Boleda, M. R., Polesello, S., Roncoroni, M., Taniyasu, S., Menger, F., Ahrens, L. Lai F. J. & Wiberg, K. (2021) What's in the water? – Target and suspect screening of contaminants of emerging concern in raw water and drinking water from Europe and Asia. *Water Research* 198: 117099, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117099>.
- Ullberg, M., Lavonen, E., Höhler, S. J., Golovko, O., & Wiberg, K. (2021) Pilot-scale removal of organic micropollutants and natural organic matter from drinking water using ozonation followed by granular activated carbon. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 7: 535. <https://doi.org/10.1039/d0ew00933d>.
- Voigtländer, T. K. (2020) Comparison and optimization of removal of natural organic carbon from raw water with ultrafiltration in pilot scale experiments. Master thesis in Environmental Science 30 ECTS. SLU, Institutionen för vatten och miljö. Uppsala. https://stud.epsilon.slu.se/16156/3/voigtlander_t_201012.pdf.
- Wallman, K., Köhler, S., & Drakare, S. (2019) Mälaren 2018 – Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet med MVVF. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö; Rapport 2019:4

Appendix

Lista över provtagningsstationer i Mälaren, med tillhörande vattenförekomstnamn, koordinater samt information om vilka månader och djup som provtas vattenkemiskt. Biologisk provtagning sker inte vid lika många tillfällen eller stationer.

Stationsnamn	Vattenförekomst	SWE99_N	SWE99_E	Provtagningsmånad	Provtagningsdjup (m)
Svinnegarnsviken	Mälaren- Arnöfjärden	6606543	615498	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Amöfjärden	Mälaren- Arnöfjärden	6593256	626224	8	0,5
Blacken	Mälaren- Blacken	6593806	587499	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Brobyviken	Mälaren- Brobyviken	6588982	571937	8	0,5
Ekoln	Mälaren- Ekoln	6626576	646548	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5; 15; 30
Fiskarfjärden	Mälaren- Fiskarfjärden	6578303	668208	8	0,5
Freden	Mälaren- Freden	6597949	572254	8	0,5
Galten	Mälaren- Galten	6590333	567347	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Garnsviken	Mälaren- Garnsviken	6613844	654933	8	0,5
Strängnäs-fjärden	Mälaren- Gisselfjärden	6587953	612232	8	0,5
Gorran	Mälaren- Gorran	6618318	640236	8	0,5
Granfjärden	Mälaren- Granfjärden	6596508	602533	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Gripsholmsviken	Mälaren- Gripsholmsviken	6574968	631783	8	0,5
Görvån	Mälaren- Görvån	6589961	655471	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5; 15; 40
Hilleshögsviken	Mälaren- Hillehögsviken	6586654	653931	8	0,5
Köpingsviken	Mälaren- Köpingsviken	6594218	560365	8	0,5
Långtarmen	Mälaren- Långtarmen	6576755	655979	8	0,5
Lärstaviken	Mälaren- Lärstaviken	6624212	637740	8	0,5
Marielunds-fjärden	Mälaren- Marielunds-fjärden	6570747	627753	8	0,5
Oxfjärden	Mälaren- Oxfjärden	6602954	608582	8	0,5
Södra Björkfjärden	Mälaren- Prästfjärden	6575080	643533	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5; 15; 40
Prästfjärden	Mälaren- Prästfjärden	6590105	637663	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Rödstensfjärden	Mälaren- Rödstensfjärden	6572618	659300	8	0,5
Skarven	Mälaren- Skarven	6605057	658667	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Skofjärden	Mälaren- Skofjärden	6616835	645548	8	0,5
Stora Ullfjärden	Mälaren- Stora Ullfjärden	6612211	641922	8	0,5
Sörfjärden	Mälaren- Sörfjärden	6586220	604316	8	0,5
Ulvhällsfjärden	Mälaren- Tynnelsöfjärden	6582814	616795	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Ulvundasjön	Mälaren- Ulvundasjön	6581962	670332	8	0,5
Väsbyviken	Mälaren- Väsbyviken	6589947	580696	8	0,5
Västerås-fjärden S	Mälaren- Västerås-fjärden	6600523	591910	8	0,5
Västerå-fjärden	Mälaren- Västeråshamn	6607085	587658	2/3, 4, 5, 7, 8, 9	0,5
Årstaviken	Mälaren- Årstaviken	6577895	674099	8	0,5