



Fokus på Mälaren 2022

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

Stina Drakare, Karin Wallman, Joel Segersten & Faruk Djodjic

SLU, Vatten och miljö: Rapport 2023:07
Mälarens vattenvårdsförbund rapport 2023:03

MÄLARENS 
VATTENVÅRDSFÖRBUND

The logo for Mälarens vattenvårdsförbund consists of a stylized, abstract mountain or wave shape in shades of blue and teal, positioned to the right of the text.

Stina Drakare, <https://orcid.org/0000-0002-7389-2105>, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för vatten och miljö,

Karin Wallman, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö,

Joel Segersten, <https://orcid.org/0009-0005-5656-7211>, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för vatten och miljö,

Faruk Djodjic, <https://orcid.org/0000-0002-2172-242X>, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för vatten och miljö.

Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö
Utgivningsår:	2023
Utgivningsort:	Uppsala
Omslagsbild:	Ekoln i december 2022. Foto: Anders Stehn, SLU
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö 2023:07 Mälarens vattenvårdsförbund rapport 2023:03

© 2023 (Drakare, Wallman, Segersten & Djodjic)

Detta verk är licenserat under CC BY 4.0, andra licenser eller upphovsrätt kan gälla för illustrationer.

Sammanfattning

Sveriges lantbruksuniversitet och Mälarens vattenvårdsförbund fortsätter sitt samarbete med fokus på Mälaren. Under 2022 har vi haft tre Mälaringarier och haft ett tvådagars Mälarseminarium som samlade cirka 60 deltagare för att få information om vad som händer i sjön och för att diskutera åtgärdsarbete.

Året kännetecknades av en mild början och en varm sommar där augusti stod ut som både varm och nederbördsrik, vilket bidrog till höga halter av cyanobakterier vid många provtagningsstationer i augusti. Statusbedömningen visar som tidigare år att det är stationer med sämre status än god som dominerar för att det problem men för hög näringspåverkan i stora delar av sjön. Några stora djupa bassänger har låga syrgasnivåer i det kalla bottenvattnet i slutet av sommaren vilket behöver tas på allvar eftersom Mälaren har flera kallvattensarter som behöver vara där sommartid.

Två doktorander har delvis gjort sina studier i Mälarens avrinningsområde och de har försvarat sina avhandlingar under 2022. Den ena visar att trädbevuxna bårder runt vattendrag i hög grad skyddar biologisk mångfald och gör att kretsloppet sluts så att mer näring förs tillbaka från vattnet till land. Den andra visade att det är viktigt att minska erosion från jordbruksmark eftersom suspenderade jordpartiklar i vatten bidrar starkt till fosfortransport från land till vatten.

Andra vetenskapliga publikationer av intresse i ett Mälarperspektiv är t.ex. en om våtmarker som visar att det behövs ett landskapsperspektiv och anläggning av grupper av närliggande våtmarker för att få bäst total effekt. Två studier visar att det är viktigt att känna till hydrologin för att kunna planera åtgärder och rening av PFAS nära kända punktutsläpp.

Årets studentarbeten visade genom modellering att fosfortransporten från land till vatten kommer att öka i ett varmare klimat, att metanavgång från anlagda våtmarker kan vara stor vintertid samt att betalningsviljan hos befolkningen runt en sjö skulle kunna vara tillräcklig för att täcka in åtgärdskostnaden för aluminiumbehandling för att lindra effekter av övergödning.

Abstract

The Swedish University of Agricultural Sciences and Mälaren's Water Conservation Association (MVVF) continue their collaboration with focus on Lake Mälaren. During 2022, we have had three webinars. The yearly Lake Mälaren Seminar gathered around 60 participants over two days to get information about monitoring and research results related to the lake and to discuss challenges improving the environmental status of the lake.

The year was characterized by a mild start and a warm summer with August standing out as both warm and rainy, which contributed to high levels of cyanobacteria at many sampling stations in August. The status assessment shows, as before, that it is stations with worse status than good that dominate which shows the eutrophication impact on the lake. Some large deep basins start to have low oxygen levels in the cold bottom water at the end of summer, which needs to be taken seriously because the lake has several cold water species that need to stay there in summer.

Two doctoral students have partially done their studies in the catchment of Lake Mälaren and they have defended their theses in 2022. One shows that tree borders around watercourses protect biodiversity to a great extent and close the loop returning some nutrients from the water to land. The second showed that it is important to reduce erosion from agricultural land because suspended soil particles in water contribute strongly to phosphorus transport from land to water.

Other scientific publications of interest from a perspective of Lake Mälaren are e.g. one about wetlands that shows the need to have a landscape perspective and create groups of nearby wetlands to get the best overall effect. Two studies show that it is important to know the hydrology in order to plan measures and purification to reduce PFAS levels next to known point sources.

This year's student projects showed, among other things, that the transport of phosphorus from land to water will increase in a warmer climate, that methane emissions from constructed wetlands can be large during winter, and that the community willingness to pay could be sufficient to cover cost of an aluminum treatment to relieve a lake from effects of eutrophication.

Innehållsförteckning

1. Introduktion	6
2. Beskrivning av det pågående samarbetet under 2022.....	7
2.1 Information via webbsida	7
2.2 Mälarinarter och Mälarrapportpresentation	7
2.3 Mälarseminarium i dagarna två.....	8
2.4 Miljöövervakningens provtagningsturer 2022	9
2.5 Plan för 2023.....	11
3. Väder och vattenstånd	13
4. Miljöövervakningsresultat.....	15
4.1 Temperatur och syrgasförhållanden	15
4.2 Näringsämnen.....	18
4.3 Siktdjup	21
4.4 Växtplankton	22
4.4.1 Utmaning att bedöma en stor vattenförekomst?	25
4.4.2 Växtplanktonsamhällets sammansättning	26
4.5 Djurplanktonsamhällets sammansättning	27
4.6 Bottenfauna på djupbottnar.....	28
4.6.1 Bentiskt kvalitetsindex (BQI).....	28
4.6.2 Bottenfaunasamhällets sammansättning.....	29
4.7 Syntes av miljöövervakningen 2022	31
5. Forskningsresultat.....	33
5.1 Hur träd skyddar ekosystemet i vatten	33
5.2 Förlust av fosfor och markpartiklar till vatten	34
5.3 Hur får man ut det mesta av en våtmark?	34
5.4 När läcker det mest PFAS från flygplatser?.....	34
5.5 Hur rör sig PFAS i grundvattenmagasin?	35
6. Resultat från studentarbeten	36
6.1 Hur ett ändrat klimat påverkar fosfortransport i vattendrag	36
6.2 Metanavgång från anlagda våtmarker kan vara stor vintertid	36
6.3 Åtgärdsbehov i Ullfjärdarna – 2 projekt.....	37
Referenser.....	39

1. Introduktion

SLU och Mälarens vattenvårdsförbund (MVVF) fortsätter som planerat samarbetet för ett stort utbyte mellan forskning och samhällsintressen i och kring Mälaren. På SLU är det institutionen för vatten och miljö som utför miljöövervakningen och kopplar forskningsprojekt på SLU till frågeställningar som samarbetet identifierar i Mälarens avrinningsområde samt att vi berättar om ny forskning som kan vara av samhällsnytta i framtiden.

Miljöövervakningen i Mälaren är en del av den nationella miljöövervakningen i sötvatten, delprogrammet Stora sjöar, som omfattar Sveriges tre största sjöar: Vänern, Vättern och Mälaren. Programmet utförs med stöd av svensk miljöövervakning på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten.

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 60 medlemmar under 2022, en blandning av representanter från kommuner, länsstyrelser, andra vattenvårdsförbund, olika företag samt ideella organisationer.

I denna rapport presenteras resultaten från 2022 års samarbete och vad som planeras under 2023. Rapporten presenterar utvalda delar med resultat från miljöövervakningen, forskningsresultat med anknytning till Mälaren, samt resultat från studentarbeten. År 2024 planeras en mer utförlig rapport med trendanalyser och statusbedömningar från miljöövervakningen samlat för perioden 2017-2023.

Kontaktpersoner SLU, Institutionen för vatten och miljö:

Stina Drakare (projektledare), stina.drakare@slu.se, 018-67 31 02
Faruk Djodjic, faruk.djodjic@slu.se, 018-67 31 36

Kontaktperson MVVF:

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

2. Beskrivning av det pågående samarbetet under 2022

2.1 Information via webbsida

Vi fortsätter använda **webbsidan** Fokus på Mälaren (<http://www.slu.se/malaren>) för att samla information om publikationer, snabbänkar till övervakningsdata på MiljödataMVM, information om provtagningsstationerna, forskning, Mälارينarier (webbinarier) och studentprojekt med koppling till Mälaren och dess avrinningsområde. Sidan speglas så att den mesta informationen också finns på engelska. På webbsidans kalendarium fyller vi på med tider för Mälارينarier och Mälarseminarium vartefter de bestäms. Projektets aktiviteter presenteras även i MVVF eget kalendarium via <http://malaren.org>.

2.2 Mälارينarier och Mälarrapportpresentation

Under 2022 hölls tre Mälارينarier som videomöten den 15 februari, 1 juni och 20 september. De spelades in och finns tillgängliga via MVVF Youtube-kanal. De hittas lättast via länk på Fokus på Mälaren-webbsidan (<http://www.slu.se/malaren>). Följande ämnen presenterades och diskuterades:

Februari:

- Waterdrive projektet, exempel på erfarenheter och lärdomar – Staffan Lund & Faruk Djodjic, SLU
- Ullfjärdarna – Stephan Köhler, SLU
- Nätverk för miljöövervakning och översyn miljögiftsövervakning – Ingrid Hägermark, SLU

Juni:

- Covid och andra virus i avloppsvatten - Anna Székely, SLU
- Limnisk pedagogik - Katrin Jones Hammarlund, SLU
- Kartläggning av miljöövervakning i tillrinnande vattendrag till Mälaren

September:

- Länsstyrelsen bildar ett forum för strategisk samverkan för vatten - Gunilla Lindgren & Christina Trigal, Länsstyrelsen i Uppsala län
- New contaminants of concern in Lake Mälaren - Oksana Golovko, SLU

Stina Drakare och Faruk Djodjic presenterade 2021 års Mälarrapport på MVVF:s årsstämma den 10 maj 2022 i Västerås.

2.3 Mälarseminarium i dagarna två

Mälarseminariet hölls under två dagar 25:e och 29:e november med en helg emellan. Första dagen deltog cirka 60 deltagare på Campus Ultuna i Uppsala. Andra dagen var ett hybridmöte med 23 deltagare via länk och 28 deltagare på plats. Följande presentationer hölls första dagen:

- Uppdatering från årets satellitövervakning av algbloomningar – Petra Philipson, Brockmann Geomatics Sweden AB
- Kartberättelse, en lärandemiljö för åtgärder mot övergödning – Faruk Djodjic, SLU. Lär dig mer här: Storymap, <https://arcg.is/1HC001> och <https://www.slu.se/ew-nyheter/2022/12/storymap-ratt-atgard-pa-ratt-plats/>.
- Glacialrelikter i stora sjöarna, vad visar de? – Björn Kinsten, Av Björn fick vi också reda på att han hittat en ny art för Sverige i Görvåln, ett invasivt kräftdjur, en varmvattensart som heter *Hemimysis anomala*.
- Krafttag för kräftorna i Mälaren! – Patrik Bohman, SLU. Med lästips om kräftor i stora sjöarna: <https://pub.epsilon.slu.se/27700/1/persson-j-et-al-20220505.pdf> och om att mäta kräftor med eDNA, https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/sidan-publikationer/aqua-reports-xxxx_xx/aquarapporter/2018/aqua-reports-2018_18.pdf
- Resultat från undersökning av miljögifter i fisk i Mälaren 2021 – Ingrid Hägermark, MVVF. Rapporten finns här: https://vattern.org/wp-content/uploads/Rapport152_Miljogifter_fisk_2021_Stora_Sjoar.pdf
- Effektbaserade analyser för mätning av toxiska effekter i ytvatten – Elin Lavonen, BioCell Analytica
- Regn, snö och varierande flöden: hur kan *in situ* sensorer hjälpa oss att förstå mobilisering av partiklar i Sävjaån? – Emma Lannergård, SLU
- Höga halter av fosfor i Mälarmynnande vattendrag i västra Mälaren – Malin Karlsson, Länsstyrelsen i Västmanland. Projektlänk: <https://www.richwaters.se/vara-projekt/atgarder-mot-overgodning-malarnara/>

- Trendanalys i Mälarens tillflöden – Sara Sandström, SLU. Länk till avhandling: <https://publications.slu.se/?file=publ/show&id=118804>.
- Vad kan mätningar med sensorer ge i Gottsunda dagvattendamm? – Jens Fölster, SLU. Mer om dagvattenparken: <https://www.uppsala.se/dagvattenpark-gottsunda> och <https://wrs.se/2021/05/digitalt-studiebesok-vid-gottsunda-dagvattenpark/>.
- Resultat från exjobben i Ullfjärdarna – Stina Drakare. Maja Sellergrens masterarbete om aluminiumbehandling som åtgärd: <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1679868/FULLTEXT01.pdf> och Walter Cassels masterarbete om fosfordynamik: <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1701990/FULLTEXT01.pdf>.
- Avslutning med en lång bra diskussion med diskussionsvilliga deltagare!

Andra dagen var det fokus på åtgärder med bland annat följande presentationer:

- Hästgårdar och övergödning – Gunilla Lindgren, Länsstyrelsen Uppsala län och Anna Jonsson, ordförande Lurbo Ridklubb.
- Sammanställning av åtgärder i Mälarens tillflöden – vad ser vi för likheter och skillnader? – Sara Sandström, SLU.
- Erfarenheter av och tankar kring uppföljningsarbete med fokus på våtmarker – Dennis Wiström, kommunagronom Västerviks kommun.
- Åtgärdsutrymme, potential och effekter – Martin Erlandsson Lampa, Vattenmyndigheten Norra Östersjön.
- Kostnadseffektivitet av näringsämnesrening i anlagda våtmarker – Faruk Djodjic, SLU
- Information från MVVF om nätverken kopplade till åtgärdssamordning, konnektivitet, PFAS, sjögull och projektutveckling.

2.4 Miljöövervakningens provtagningsturer 2022

Vinterprovtagningen skedde under sex dagar mellan 3 och 23 **februari** 2022 med varierande isläge. Det var öppet vatten på Södra Björkfjärden och Prästfjärden, tunn is på Blacken, Granfjärden, Görvaln och Skarven, samt nyis på Ekoln. Dessa stationer provtogs därför med hydrokopter. På Ulvhällsfjärden var det också tunn is men det gick ändå att vandra ut på isen till provtagningen. På Västeråsfjärden och Galten var det tjock is. På Galten gjordes provtagning efter 2 km härlig skridskoåkning till provtagningsstationen.

I **april** sjösattes provtagningsbåten Ancylus II och provtagningen skedde 26-27 april 2022 i bra provtagningsväder utan nederbörd och endast svag vind. En extra provtagning på Stora Ullfjärden för ett annat projekt gjordes en dag efter avslutad ordinarie provtagning.

Majprovtagningen genomfördes 12-19 **maj** 2022 i soligt väder. Provtagningen anpassades till några gästande forskare från Tjeckien som ville provta den djupaste delen av Mälaren, dvs. Lambarfjärden, för att kunna jämföra ytnära och bottennära organismsamhällen i stora sjöar i stor skala. De tog liknande prover i Torneträsk, Vänern, Vättern och andra stora sjöar i andra länder och vi kommer presentera resultaten för MVVF när de är publicerade. I maj användes Ancylus II också i utbildningssyfte, dels vid undervisning av studenter på en miljöanalykurs på SLU och dels vid en sjösäkerhetsutbildning för provtagningspersonal på institutionen.

Juliprovtagningen skedde 18-20 **juli** 2022 och började med motorproblem vid avfärd och därför försenad avfärd och sedan stark motvind hela vägen till Västerås.

Den 15-24 **augusti** 2022 skedde provtagningen i omväxlande väder. Provtagningen vid Köpingsviken fick avbrytas av mycket kraftiga sydostliga vindar inne i Köpingsviken och paus över natten i Köpings gästhamn. Ett kraftigt åskväder ”jagade” även båten på väg till hemmahamnen i Uppsala senare under veckan. Flera av de mindre vattenförekomster som ingår i augustiprovtagningen provtas med gummibåt pga. av att tränga sund behöver passeras där den stora båten inte kommer fram. Det gäller t.ex. Garnsviken och Brobyviken. I Brobyviken observerades tyvärr att den invasiva växten sjögull (Figur 1) spridit sig längre upp i kanalen jämfört med tidigare år vilket rapporterades till MVVF.



Figur 1. Invasiva problemväxten sjögull har tyvärr spridit sig in i kanalen som leder till Brobyviken. Fotot är från ett annat tillfälle. Foto: Länsstyrelsen i Västmanlands län.

Även provtagningen 12-15 **september** 2022 blev väderanpassad. Första provtagningsdagen i lugnt och soligt väder blev en lång och intensiv arbetsdag för att hinna med så mycket som möjligt då hårda vindar väntades efterföljande dag. Som prognostiserat blev det mycket blåsigt med ihållande vind över 10 m/s. Under eftermiddagen mojnade vinden och provtagningen kunde ske som en kvällstur med radarnavigering efter provtagning till Västerås i skymning. Övriga två provtagningsdagar var väderförhållandena mer lättarbetade igen. Stora Ullfjärden provtogs till annat projekt en halvdag i samband med provtagningen av Ekoln sista dagen då också ett extra bottenfaunaprov samlades in i Ekoln strax sydost om vattenprovtagningslokalen som kallas Vreta Udd för att jämföra med det ordinarie bottenfaunaprevet i norra Ekoln.

2.5 Plan för 2023

Övervakningsprogrammet fortsätter som planerat, inga stora förändringar har gjorts. Provtagningsbåten sjösattes inför provtagningen i april.

Årets första Mälarinarium hölls den 10 mars och kommande tillfällen är planerade till 15 juni och 23 september. Exakta tider och möteslänkar skickas till MVVF:s medlemmar via e-post.

Mälarseminariet är planerat till hösten, men datumet kan inte bestämmas förrän vi får lokalen bestämd när SLU:s schemaläggning av undervisningslokaler är klar i slutet av maj. Miljöövervakningsdagarna som ordnas varje år av en länsstyrelse på olika orter i Sverige är 2023 i Uppsala och kommer att vara på SLU:s campusområde den 17-19 oktober 2023. Vi får se hur miljöövervakningen av Mälaren kanske kan komma att presenteras på Miljöövervakningsdagarna.

Under våren dokumenteras uppkomsten av provtagningsprogrammet i Mälaren historiskt hur och varför stationer har tillkommit eller avslutats under åren fram till det program som finns nu. Detta görs av två som var med vid starten 1964, Eva Willén och Anders Wilander, SLU.

Stina Drakare och Ingrid Hägermark samarbetar under året med de andra stora sjöarnas VVF inklusive Hjälmarens i ett projekt finansierat av Rymdstyrelsen och lett av Petra Philipson, Brockmann Geomatics Sweden AB för att utveckla satellitbaserade indikatorer.

Faruk Djodjic, Elin Widén-Nilsson, Mikaela Gönczi, Karin Eklöf och Karin Wiberg, SLU, deltog eller lämnade förslag den 19 april 2023 i en workshop för att uppdatera den riskanalys som gjorts för Mälaren ihop med 40 deltagare från 15 organisationer.

Kartläggningen av miljöövervakning och behoven i tillrinnande vattendrag till Mälaren fortsätter och SLU bidrar vid behov med kunskap.

Samarbeten om examensarbeten med fokus på Mälaren och avrinningsområdet. Examensarbeten som utreder Mälarens ekosystemtjänster är starkt önskade.

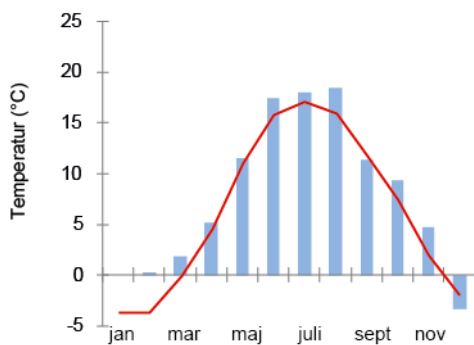


Djurplanktonprovtagning 17 augusti 2022. Foto: Fredrik Pilström, SLU.

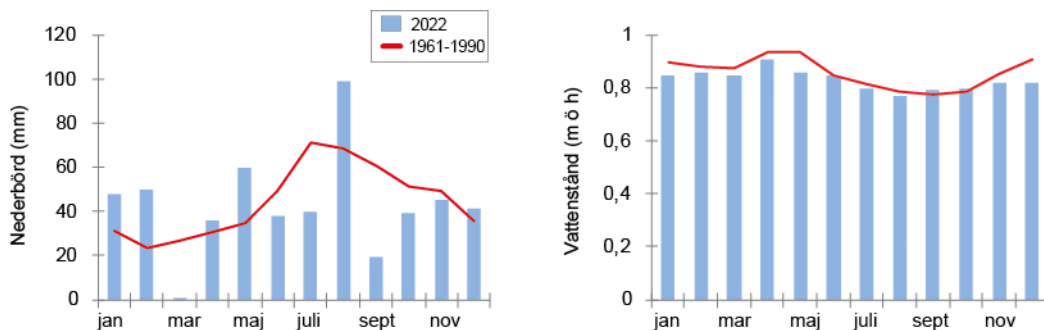
3. Väder och vattenstånd

I början av året 2022 var det ovanligt mildt med en medeltemperatur runt noll grader i januari och februari (Figur 2). Augusti månad var varmast och då låg temperaturen cirka 3 grader över långtidsmedlet.

I mars kom i stort sett ingen nederbörd (Figur 3). I övrigt var nederbörden vissa månader något högre än medelvärdet för 1961-1990 och vissa månader lägre. Augusti månad var den månad med mest nederbörd. Vattenståndet låg stabilt kring långtidsmedelvärdet men något under vissa månader (ex. maj och december).



Figur 2: Månadsmedeltemperaturen i Västerås 2022 (staplar) jämfört med medeltemperaturerna 1961–1990 (röd linje). Källa: SMHI:s väder och vatten.



Figur 3: Nederbördsmängd i Västerås per månad 2022 och medelnederbörd 1961–1990 respektive månadsmedelvattenståndet i Mälaren 2022 och medelvattenståndet 1961–1990. Källa: SMHI:s väder och vatten.

Sammanfattningsvis visar väderdata att vinterprovtagningen i Mälaren under 2022 skedde under en mild men nederbördsrik period. Kring vårprovtagningen i april var det inget speciellt utmärkande. Majprovtagningen skedde under en nederbördsrik period. I juli utfördes provtagningen under en torr period. Provtagningen i augusti ägde rum under en relativt varm och nederbördsrik period och september efter en period med låg nederbörd.



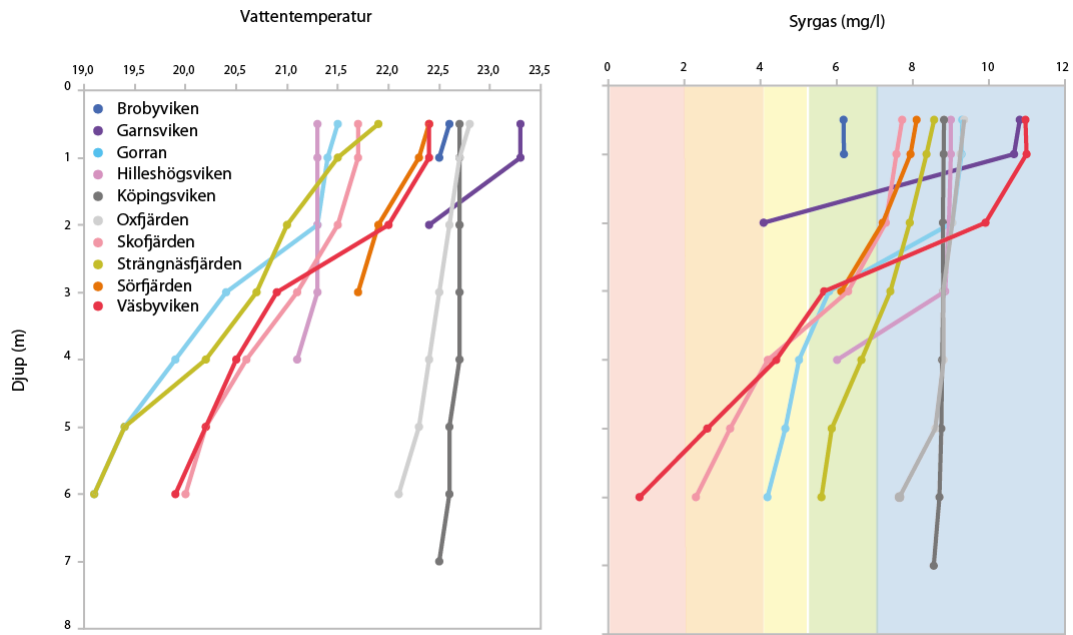
Temperatur- och syrgasprofil från ytan till botten mäts upp via digital mätutrustning med mycket lång sladd. Foto: Joel Segersten, SLU.

4. Miljöövervakningsresultat

Nedan följer en redovisning av ett urval av resultaten från provtagningarna 2022 i Mälaren samt statusklassningar av 2022 års data. Statusklassningarna har gjorts enligt föreskrifterna för bedömningsgrunder (HVMFS 2019:25) med undantaget att enbart data för 2022 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).

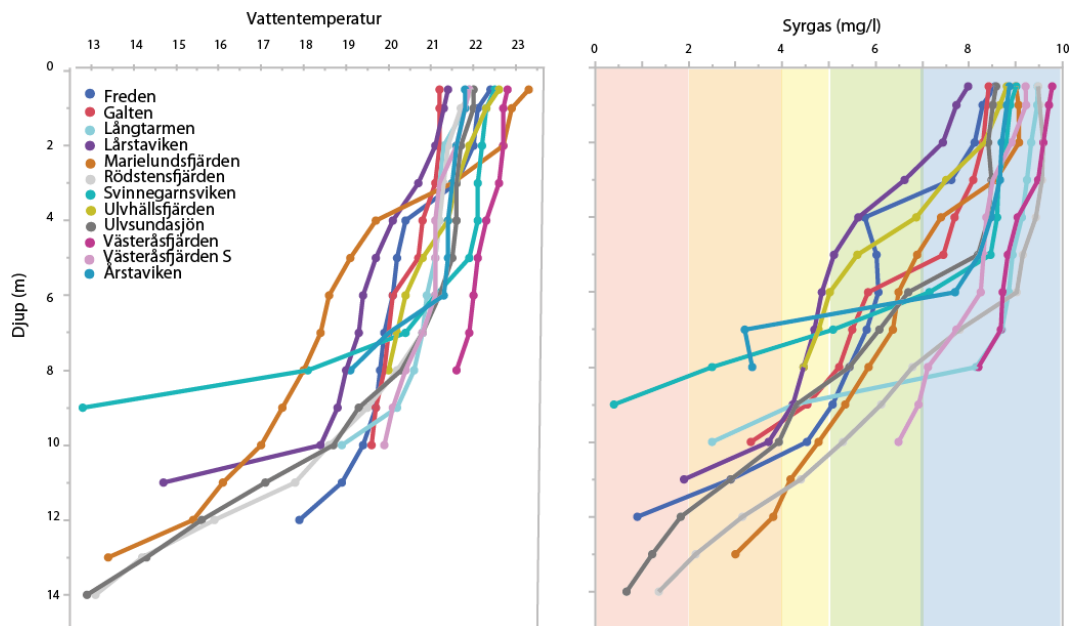
4.1 Temperatur och syrgasförhållanden

Temperatur- och syrgasprofiler från augusti 2022 för de tio grundaste stationerna (maximalt djup vid provpunkt < 8m) redovisas i Figur 4. Temperaturskiktning vid de grunda stationerna saknades eller var svag då vinden lyckas röra om vattenmassan nästan hela vägen till botten. Syrgashalten minskade närmare botten vid vissa stationer. Vid bedömning av status med avseende på syrgashalt ska minimivärdet under året användas. Syrgasstatusen klassades i Skofjärden som dålig, Väsbyviken som otillräcklig och i Gorran samt Garnsviken som måttlig. Vid övriga grunda stationer var den god eller hög vid tillfället för augustiprovtagningen men i och med att provtagning i dessa endast sker i augusti går det inte att utesluta att syrgasförhållandena kan ha varit sämre vid andra tillfällen under året, t.ex. under is på vintern.



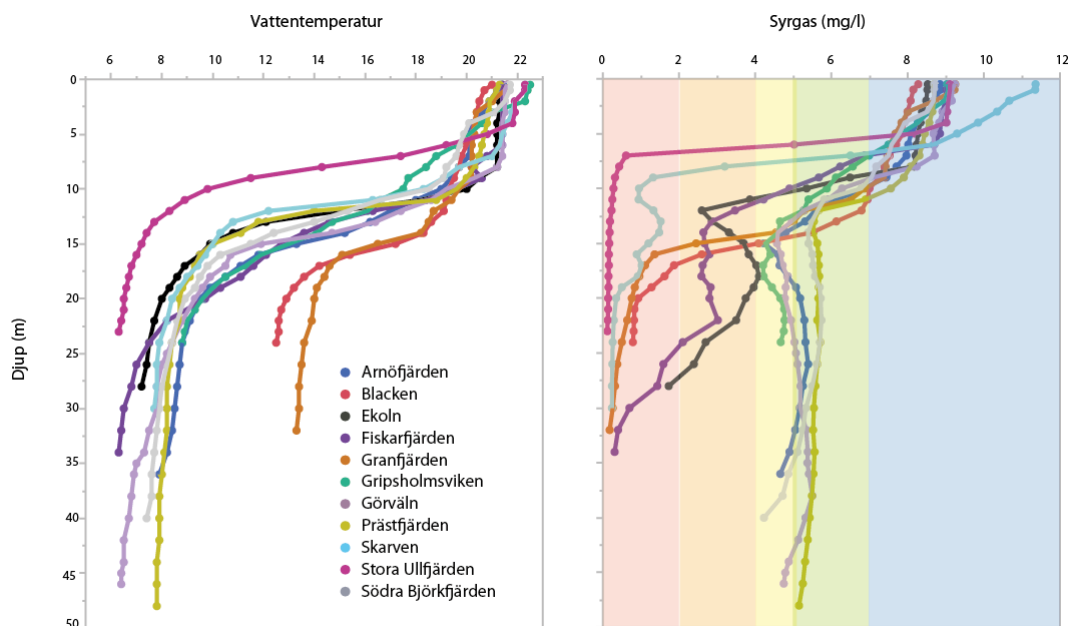
Figur 4: Syrgas- och temperaturprofiler från Mälarens grundaste vikar och fjärdar i augusti 2022. Bakgrundsfärgerna i syrgasfiguren visar statusklassningen av syrgasminimum (röd-dålig, orange-otillfredsställande, gul-måttlig, grön-god, blå-hög).

I mellandjupa vikar och fjärdar, med maximalt djup vid provpunkt mellan 8-15 m, var statusen för syrgas augusti 2022 dålig till måttlig med undantag för Västeråsfjärden S och Västeråsfjärden N (Figur 5). Varken detta år eller åren innan var det någon tydlig temperaturskiktning vid dessa två stationer i augusti.



Figur 5: Syrgas- och temperaturprofiler vid Mälarens mellandjupa provtagningsstationer, med maxdjup 8-15 m i augusti 2022. Bakgrundsfärgerna i syrgasfiguren visar statusklassningen av syrgasminimum (röd-dålig, orange-otillfredsställande, gul-måttlig, grön-god, blå-hög).

I djupa vikar och fjärdar, med maximalt djup över 15 meter, var det en tydlig temperaturskiktning vid samtliga stationer i augusti. Statusen för syrgas i augusti 2022 var dålig till måttlig med undantag för Prästfjärden (Figur 6). I Prästfjärden var syrgasförhållandena goda vid samtliga provtagningar under året. För de stationer som provtas sex gånger per år var syrgashalten som lägst vid merparten av dessa stationer i augusti 2022. Ett undantag från detta var Görvälån där syrgasminimum för året erhöles i september (1,19 mg/l) vilket innebar en försämring av klassningen från måttlig till dålig.



Figur 6: Syrgas- och temperaturprofiler från Mälarens djupaste vikar och fjärdar i augusti 2022. Bakgrundsfärgerna i syrgasfiguren visar statusklassningen av syrgasminimum (röd-dålig, orange-otillfredsställande, gul-måttlig, grön-god, blå-hög).

Sammanfattningsvis var statusen med avseende på syrgas i Mälaren 2022 god eller hög endast i nio av de trettio tre provtagna vikarna och fjärdarna. Detta är en försämring gentemot 2021 då femton stationer hade god eller hög status (Drakare et al. 2022) och 2020 då fjorton stationer hade god eller hög status (Drakare et al. 2021). Det ska tydliggöras att bedömningen görs på det sämsta tillfället under året vilket i flera fall är i september precis innan höstomblandningen, dessa visas inte i figurerna 4-6 eftersom de fokuserar på augusti när alla stationer besöks.

4.2 Näringsämnen

Fosfor och kväve är nödvändiga näringsämnen för basen i näringsväven, i sjöar växtplankton, fastsittande alger och större vattenväxter. Förutom en naturlig tillförsel av närsalter från den omgivande marken till vattnet tillförs näringsämnen 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. Förhöjda halter av näringsämnen kan leda till algbloomingar och igenväxta vikar. Vid nedbrytning av växtplankton och vattenväxter förbrukas syre och risken för syrgasbrist i bottenvattnet ökar. Syrgasbrist i bottenvattnet leder till att lagrad fosfor frigörs från sedimenten.

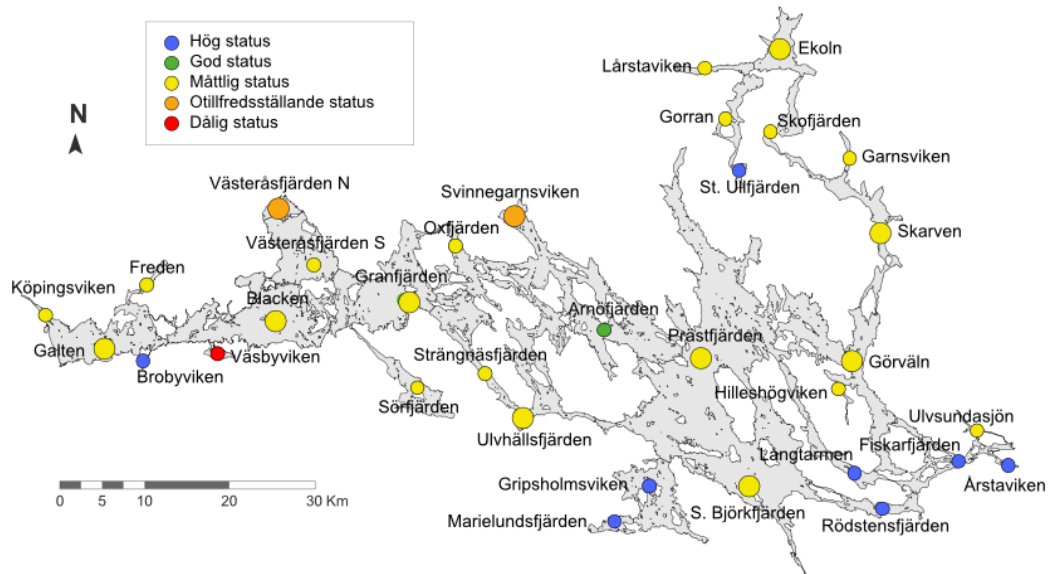
Halterna av **fosfor** är i Mälaren högst i de västra och nordöstra delarna och statusen med avseende på totalfosfor klassades för 2022 i dessa delar som sämre än god med undantaget Brobyviken och Stora Ullfjärden där den var hög, samt Arnöfjärden där den var god (Figur 7). I de mer näringsfattiga sydöstra delarna klassades statusen som måttlig eller hög.

Årets klassning har utförts med nya referensvärden för totalfosfor i enlighet med de nya bedömningsgrunderna som gäller från 2022-09-19 (Havs- och vattenmyndigheten 2022). De nya referensvärdena har beräknats med hjälp av absorbans, medeldjup och halten magnesium till skillnad från tidigare då absorbans, turbiditet och höjd över havet användes (Fölster et al. 2021). I S. Björkfjärden, Görväln och Prästfjärden har detta gjort att referensvärdena justerats ned och klassningen försämrades till måttlig. De nya referensvärdena i dessa fjärdar behöver kontrolleras i och med att dessa fjärdar ligger i de mer näringsfattiga sydöstra delarna och statusen förväntas vara god. I Brobyviken har referensvärdet justerats upp från 22 µg/l till 38 µg/l och att klassningen 2022 i och med detta blev hög jämfört med tidigare år då statusen varit måttlig. Vid fjorton stationer har de ändrade referensvärdena gjort att klassningen fått en klass lägre status 2022 jämfört med beräkningar med de tidigare referensvärdena i VISS (Tabell 1). Vid sju stationer gav de nya referensvärdena ingen förändring i statusklassningen 2022.

De nya referensvärdena beräknades dels endast på data från 2022 och dels på data från 2017-2022. Skillnaden vid dessa beräkningar var i stort sett försumbar. Endast i Fiskarfjärden påverkade de olika beräkningarna resultatet av statusklassningen (Tabell 1).

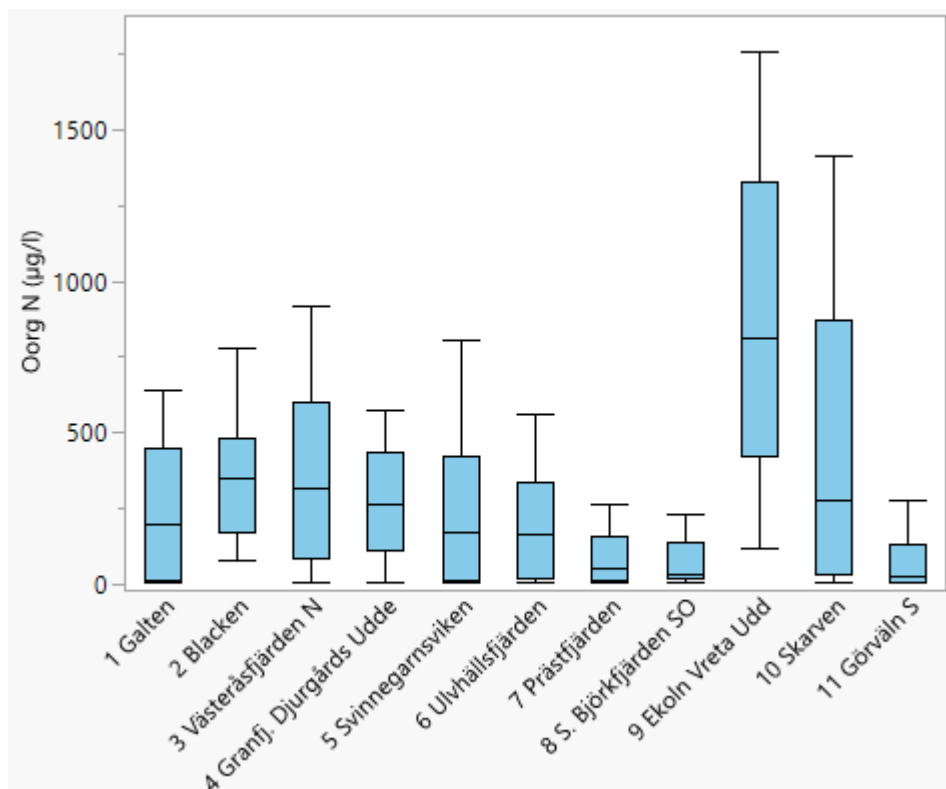
Tabell 1: Sammanställning $TotP_{ref}$ och statusklassning av Tot-P 2022 i Mälaren. $TotP_{ref}$ 2022 respektive 2017-2022 har beräknats utifrån medeldjup, medelvärden absorbans och medelvärden magnesium enligt den nya vägledningen för statusklassning av näringsämnen för respektive tidsperiod.

Station	$TotP_{ref}$ VISS	$TotP_{ref}$ 2022	$TotP_{ref}$ 2017- 2022	Status med $TotP_{ref}$ från VISS	Status med ny $TotP_{ref}$ bara 2022	Status med ny $TotP_{ref}$ från 2017-2022
Arnöfjärden	17	8	8	H	G	G
Blacken	17	11	11	G	M	M
Brobyviken	22	38	38	M	H	H
Ekoln	15	12	13	M	M	M
Fiskarfjärden	12	9	8	H	H	G
Freden	16	11	10	G	M	M
Galten	22	15	15	G	M	M
Garnsviken	20	27	27	M	M	M
Gorran	16	14	15	M	M	M
Granfjärden	16	12	12	M	M	M
Gripsholmsviken	11	7	7	H	H	H
Görväln	11	8	7	G	M	M
Hilleshögsviken	15	14	14	G	M	M
Köpingsviken	25	14	13	G	M	M
Långtarmen	12	9	9	H	H	H
Lårstaviken	16	13	13	M	M	M
Marielundsfiärden	14	11	11	H	H	H
Oxfjärden	17	13	13	M	M	M
Prästfiärden	11	6	6	G	M	M
Rödstensfiärden	12	8	8	H	H	H
Skarven	14	11	12	M	M	M
Skofjärden	16	15	16	M	M	M
Stora Ullfiärden	10	9	9	H	H	H
Strängnäsfiärden	16	13	13	G	M	M
Svinnegarnsviken	17	9	9	M	O	O
S. Björkfiärden	11	6	6	G	M	M
Sörfiärden	15	20	19	M	M	M
Ulvhällsfiärden	18	14	13	M	M	M
Ulvsundasjön	13	11	10	M	M	M
Väsbyviken	16	16	16	O	D	D
Västeråsfjärden	18	14	14	M	O	O
Västeråsfjärden S	18	11	11	G	M	M
Årstaviken	13	14	14	G	H	H



Figur 7: Statusklassning av totalfosfor i Mälaren 2022. Referensvärdena har beräknats utifrån medeldjup, absorptions och halten magnesium enligt den nya vägledningen för statusklassning av näringsämnen. Årsmedelvärden 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).

Kväve används inte vid statusbedömning men det finns ändå krav på att hålla nivåerna låga då kväve bidrar till övergödning både i sjön och senare i kust- och hav. Kväve påverkar vilka typer av växtplankton som dominerar eftersom vissa kan fixera eget kväve från luften. I Mälaren varierar halterna av oorganiskt kväve mycket mellan stationerna (Figur 8). Ekoln har mycket högre halter av oorganiskt kväve än de andra stationerna vilket även påverkar nedströms liggande Skarven. Säsongsvariationen är stor för oorganiskt kväve. Oftast är halterna som lägst på sensommaren eftersom kväve då hunnits tas upp av växtplankton och andra vattenväxter. I Blacken och Ekoln går inte halterna ner till riktigt låga halter under sommaren och troligtvis blir inte växtplankton kvävebegränsade här (Figur 8). Vid övriga nio stationer som visas i figur 8 är halterna av oorganiskt kväve riktigt låga under någon del av säsongen, vilket innebär att växter av olika typer då är kvävebegränsade. I ett långt perspektiv på 60 år har kvävehalterna generellt minskat men inte i Ekoln.

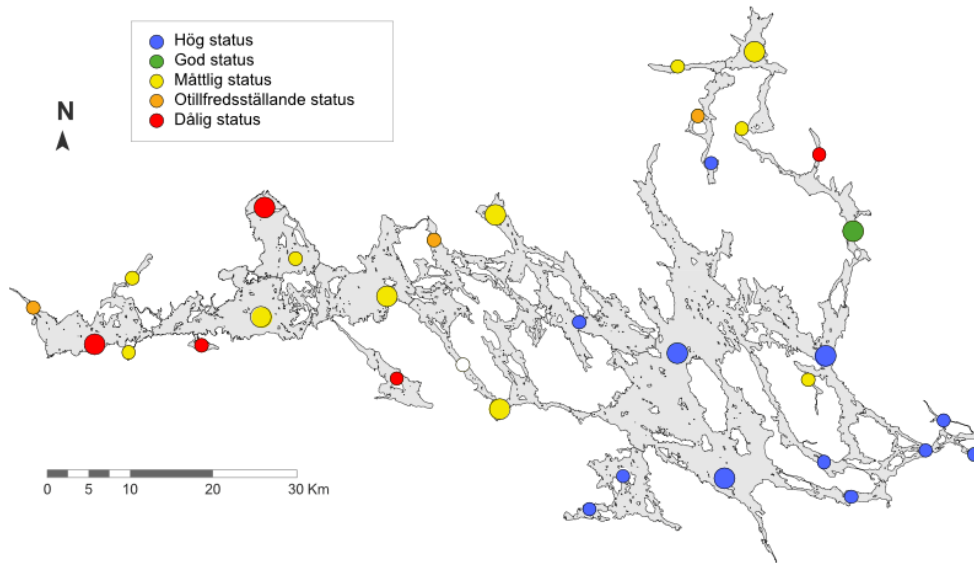


Figur 8. Halten av oorganiskt kväve i vid 11 stationer sorterade från väster till öster (1-8) samt norr till söder (9-11). Data från alla provtagningar utförda 2017-2022 visas som låddiagram där strecket i mitten av stapeln visar mittvärdet och lådans kanter och utdragna streck visar hur variationen ser ut kring detta mittvärde. Lådans kanter visar gränsen för 25 och 75% av värdena och de utdragna strecken största och lägsta värde.

4.3 Siktdjup

Siktdjup ger en samlad information om vattnets färg, grumlighet samt mängden växtplankton i vattnet. I de västra och nordöstra delarna var statusen med avseende på siktdjup dålig till måttlig med undantag för Skarven där den var god och Stora Ullfjärden samt Arnöfjärden där den var hög (Figur 9). I de sydöstra delarna var statusen hög med undantag för Hilleshögsviken där den var måttlig (Figur 7). I Hilleshögsviken har klassningen gett otillräcklig till måttlig status sedan provtagningen startade vid denna station 2017.

Klassningen var vid nästan alla provpunkter samma som 2021 eller en klass högre (Drakare et al. 2022). Undantagen var Gorran och Skarven där den försämrades en klass och i Stora Ullfjärden där statusen förbättrades från måttlig till hög.

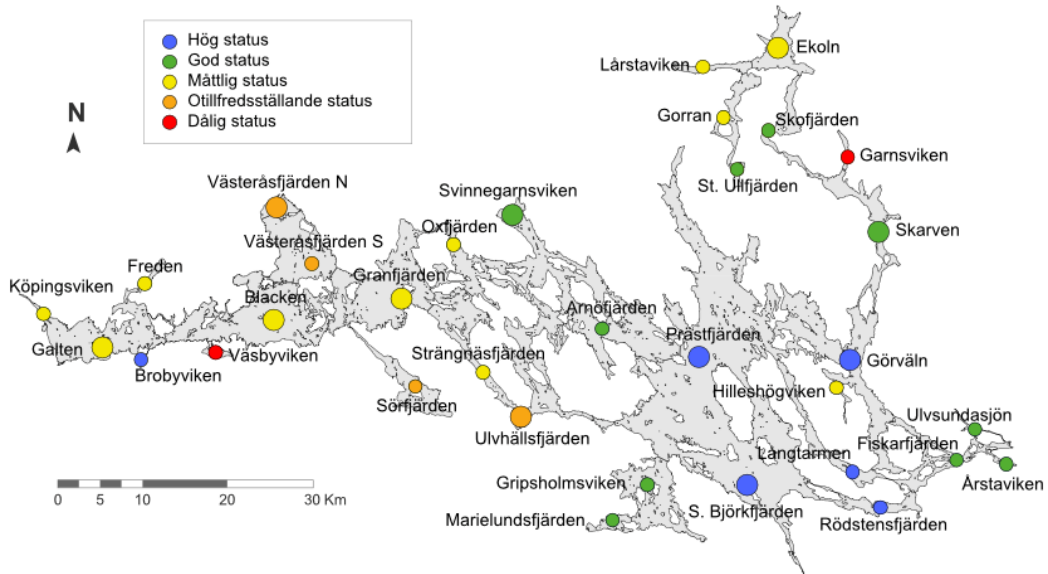


Figur 9: Statusklassning av siktdjupet i Mälaren 2022. Referensvärdena har hämtats från VISS. Medelvärdet för maj-september har använts för de stationer som provtas sex gånger om året (stora punkter) och resultaten från augusti har använts för de provplatser som enbart provtas i augusti (små punkter).

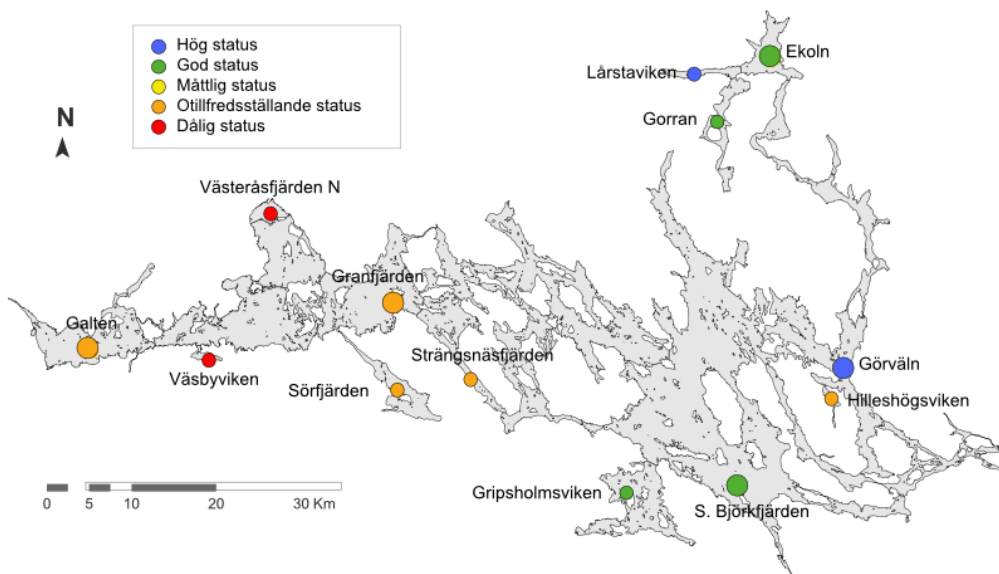
4.4 Växtplankton

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. I den sydöstra delen av Mälaren var statusen med avseende på klorofyll 2022 god eller hög med undantaget för Hilleleshögsviken där den var måttlig (Figur 10). I den västra och nordöstra delen klassades merparten av stationerna med otillfredsställande eller måttlig status. Garnsviken klassades i likhet med 2021 (Drakare et al. 2022) med dålig status och Brobyviken med hög status.

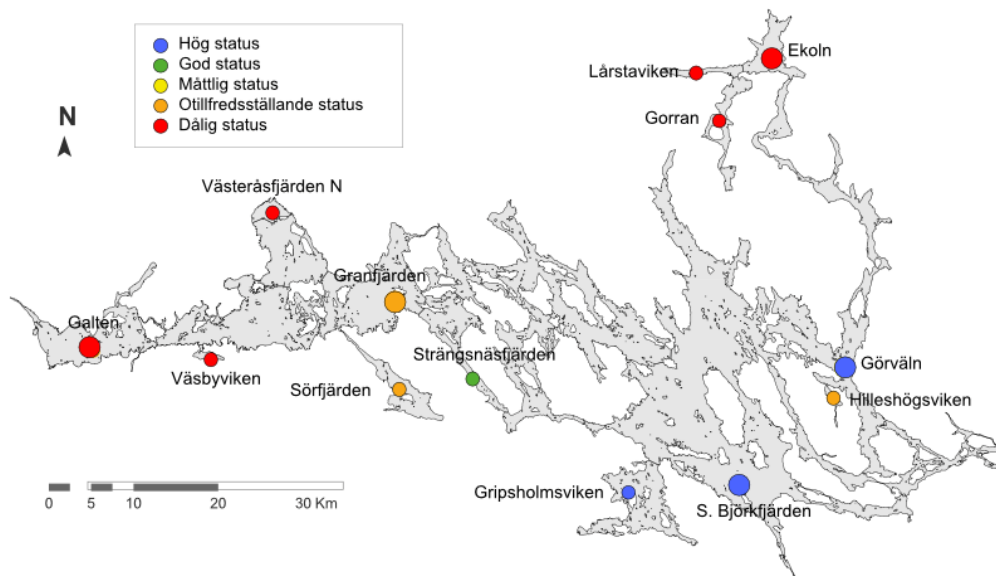
Växtplanktonanalyser utförs från prover tagna vid 22 stationer i Mälaren. Fem stationer provtas fyra gånger varje år. Övriga 17 stationer provtas vartannat år i augusti, vilket är minimikravet för att kunna beräkna de index som behövs för bedömning av ekologisk status. Växtplankton är en kvalitetsfaktor som tydligt visar näringspåverkan vilket är ett av de miljöproblem som Mälaren har. Statusen är en sammanvägning av klorofyllhalt, totalbiomassa av växtplankton samt det sk. planktontrofiska indexet (PTI).



Figur 10: Statusklassning av klorofyll i Mälaren 2022. 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).

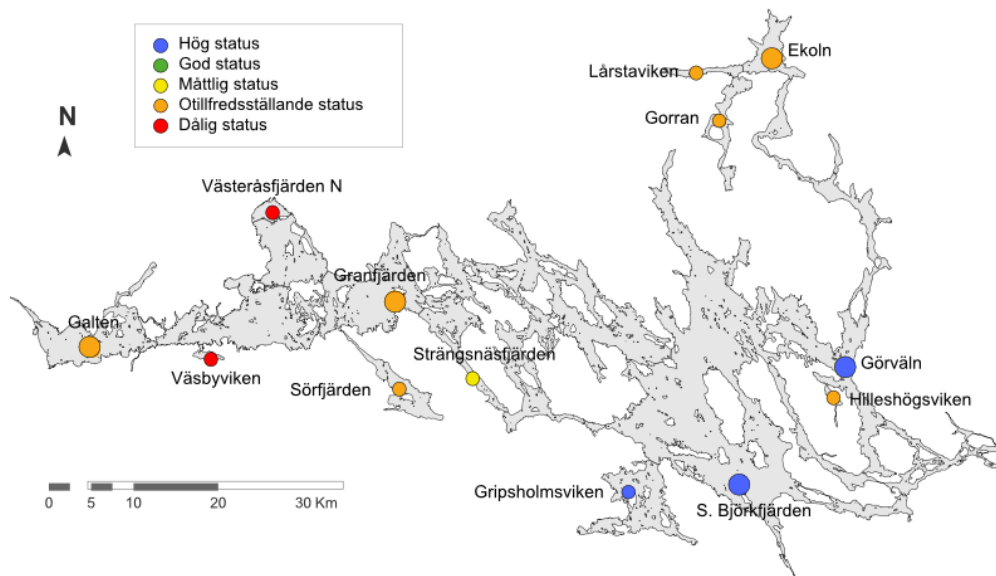


Figur 11: Statusklassning av växtplanktonbiovolym i Mälaren 2022. Medelvärde juli-augusti har använts för Galten, Granfjärden, S. Björkfjärden, Görvål och Ekoln (stora punkter) medan övriga stationer enbart baserar sig på resultat från provtagning i augusti (små punkter).



Figur 12: Statusklassning växtplankton planktontrofiskt index (PTI) i Mälaren 2022. 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).

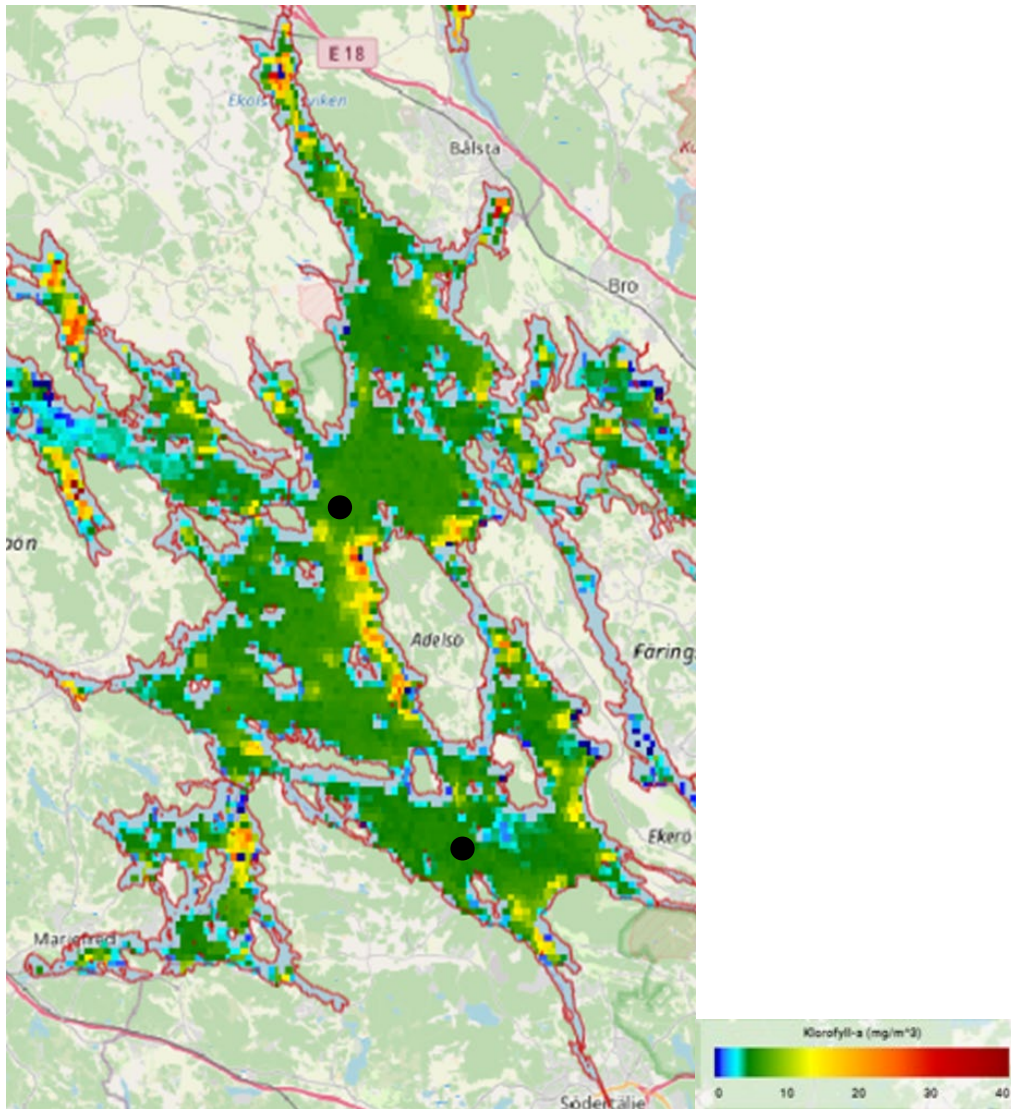
Växtplanktons biovolym ger ofta men inte alltid liknande svar som klorofyllbedömningen. Vid ungefär hälften av stationerna visar biomassan god och hög status och andra hälften otillfredsställande och dålig status. Låga biomassor kan ändå bestå av växtplankton som är indikatorarter för hög näringspåverkan. Det märker man när man jämför biomassan med indexet PTI där Gorran, Lårstaviken och Ekoln som klassas till god och hög status med biomassan alla har växtplankton som visar att det är hög näringspåverkan och därför får sämsta statusen för PTI. Sammanvägningen mellan biomassa och indikatorarterna visar på otillfredsställande status. Dessa nordliga Mälarbassänger har sällan statusklassning för växtplankton som visar god eller hög status. Stationerna i väster har både relativt hög biomassa av växtplankton och indikatorarter som visar på hög näringspåverkan vilket ger otillfredsställande eller dålig status generellt. De stationer som ligger i sydväst har bäst status om man bortser från den lilla avsnörda Hilleshögsviken. Sålunda är statusen för växtplankton i Görvål, Gripsholmsviken och Södra Björkfjärden hög.



Figur 13: Sammanvägd bedömning växtplankton i Mälaren 2022. 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).

4.4.1 Utmaning att bedöma en stor vattenförekomst?

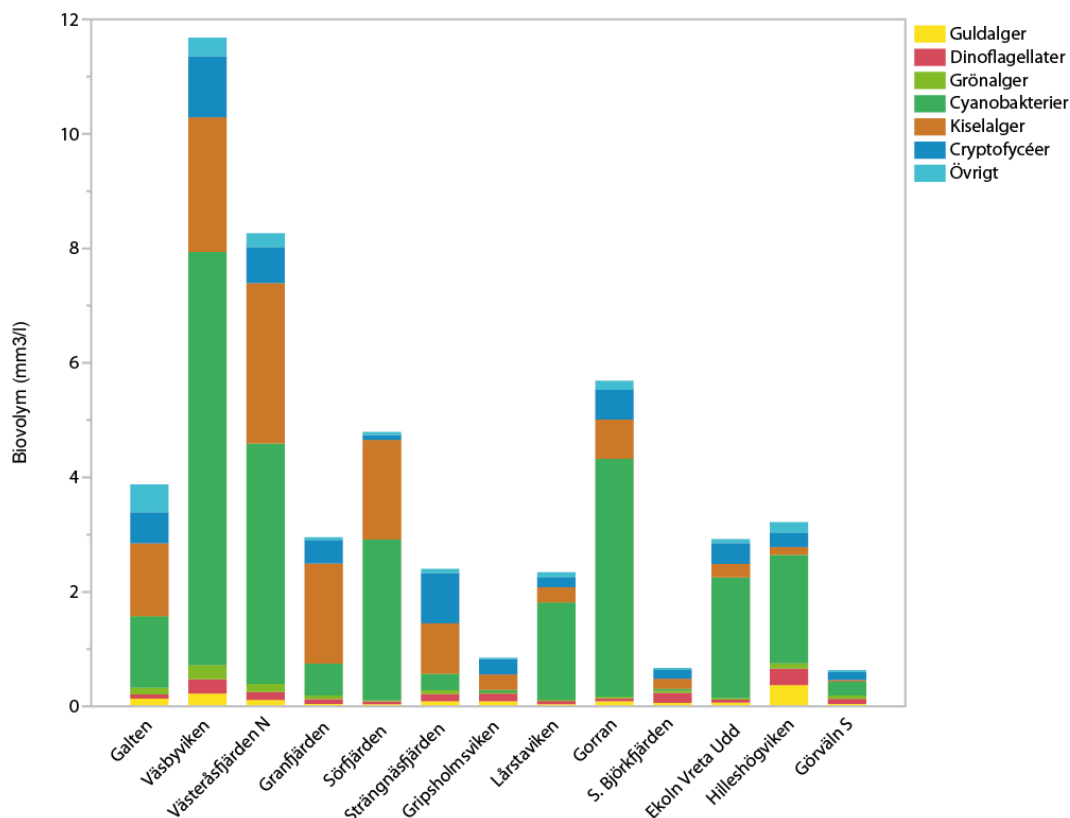
Mälaren-Prästfjärden är en 320 km² stor vattenförekomst med många vikar och öar vilket gör att det kan vara en utmaning att bedöma hela vattenförekomstens status med bara ett växtplankton prov som tas i södra delen vid station Södra Björkfjärden. I Södra Björkfjärden är statusen hög med avseende på växtplankton. Klorofyllmätningar görs vid stationerna Södra Björkfjärden och Prästfjärden och det är de två stationer med lägst klorofyllvärden i Mälaren vilket ger högstatus bedömt med klorofyll. Eftersom boende på Adelsö har hört av sig och frågat om algbloomningar de ser runt ön fanns det anledning ta reda på vad som eventuellt missas vid provtagningen av bara två punkter i en så stor vattenförekomst. Missas algbloomningar som allmänheten ser? Att vattenförekomsten är stor är en fördel då det går att använda satellitdata för att se hur klorofyllhalten varierar spatialt. I figur 14 visas ett exempel från 12 augusti 2022. Den spatiala variationen i klorofyll är ganska stor men merparten av vattenförekomstens yta har klorofyllhalter under 8,6 µg/l som är gränsvärdet mellan god och måttlig status. Det går att se att det finns områden med högre halter av klorofyll särskilt väster om Adelsö och i norra delen av vattenförekomsten i Ekolsundsviken. Denna typ av spatial variation går att se under både juli och augusti och exemplet visar den dag med satellitdata som visade högst klorofyllhalter i vattenförekomsten under juli och augusti. Det var bara i Ekolsundsviken som CyanoAlert (cyanoalert.com) indikerade risk för höga halter av cyanobakterier i denna vattenförekomst.



Figur 14: Klorofyllkoncentrationer i vattenförekomsten Mälaren-Prästfjärden visar att delar av vattenförekomsten har lite högre halter av klorofyll, särskilt väster om Adelsö samt längst i norr i Ekolsundsviken. Satellitdata från Copernicus den 12 augusti 2022, databearbetning CyanoAlert. De svarta punkterna visar i norr provtagningspunkt Prästfjärden där vattenkemi och klorofyll tas samt i söder S. Björkfjärden där även växtplankton analyseras. 1 mg/m³ klorofyll a motsvarar 1 µg/l.

4.4.2 Växtplanktonsamhällets sammansättning

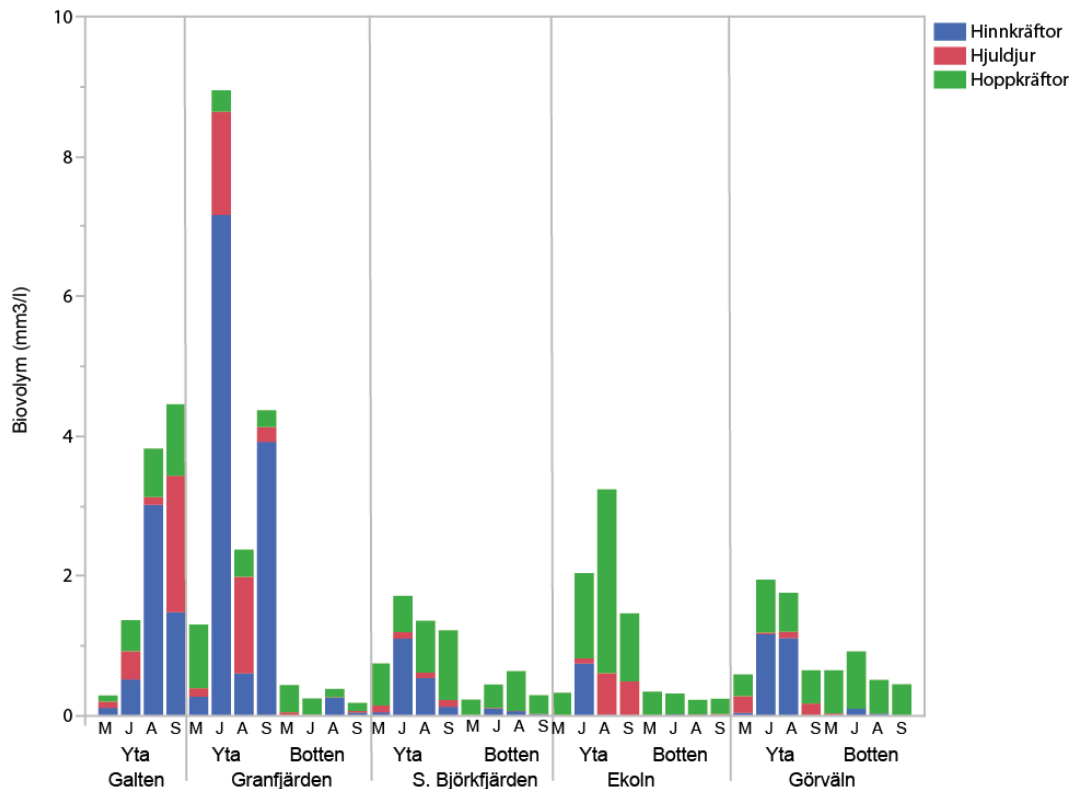
Södra Björkfjärden hade låg växtplanktonbiomassa som dominerades av kiselalger, cryptofycéer och dinoflagellater vid augustiprovtagningen (Figur 15). Även i Gripsholmsviken dominerade dessa grupper. I Strängnäs-fjärden var cryptofycéer och kiselalger dominerande. I övriga dominerade cyanobakterier ofta med kiselalger på andra plats. Väsbyviken, Västeråsfjärden, Sörfjärden, Gorran, Ekoln och Hilleshögviken hade höga halter av cyanobakterier, över den nivå på 2 mm³/l som enligt Världshälsoorganisationen anges som gräns för skadliga hälsoeffekter (WHO 2003).



Figur 15: Växtplanktonsamhällets sammansättning vid de tretton stationer i Mälaren som provtogs i augusti 2022 sorterade i ordningen väster mot öster.

4.5 Djurplanktonsamhällets sammansättning

Granfjärdens ytnära prov av djurplankton hade som vanligt högst biomassa av de fem stationer som studeras i Mälaren (Figur 16). Som mest nådde biomassan upp i $9 \text{ mm}^3/\text{l}$. I år var det lite hjuldjur i proverna. Särskilt Galten brukar ha stor andel hjuldjur men i år var det istället hinnkräftor som dominerade. Även i Granfjärdens ytnäraprover var hinnkräftor dominerande. Vid övriga stationer var det oftast hoppkräftor som var vanligast. De dominerar särskilt i de djupa proven som alltid har mycket lägre biomassa än de ytnära proven. Djuplevande djurplankton kan vara kallvattensarter och påverkas av låga syrgashalter precis som bottenfauna och fisk.



Figur 16. Biovolym för de tre stora djurplanktongrupperna i Mälaren i maj (M), juli (J), augusti (A) och september (S) 2022. Prover togs i ett ytnära vattenskiikt på 0-10 meter samt om möjligt i ett djupare skikt från 15 m ner till 25-40 m beroende på provplatsens vattendjup. I Galten tas endast det ytnära skiktet pga det ringa vattendjupet.

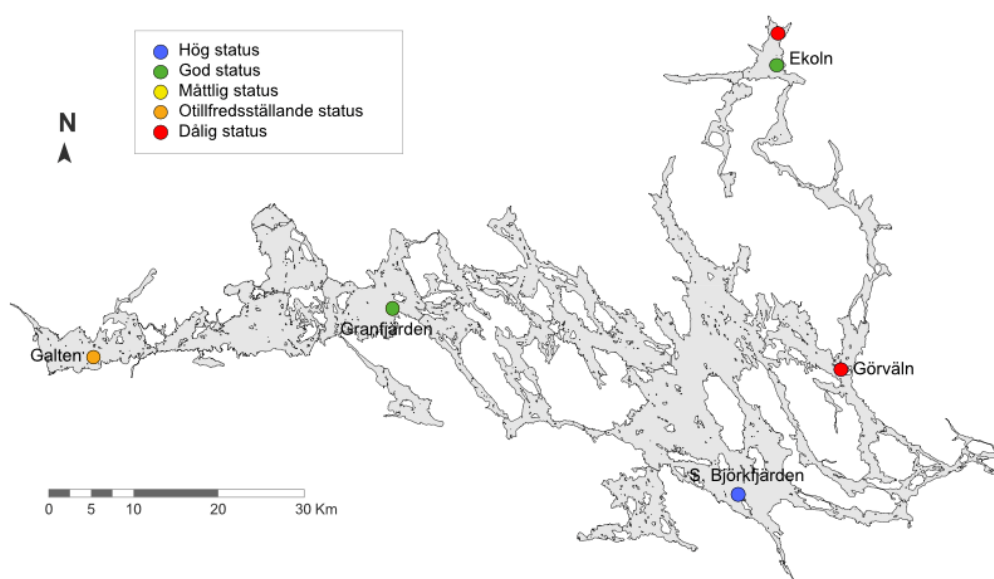
4.6 Bottenfauna på djupbottnar

Bottenfaunan tas vid samma stationer som djurplankton. Bottenfaunan som lever på dessa ackumulationsbottnar lever av vad som sedimenterar ner från ytnära delar av sjön med hög produktion. Särskilt kiselalger är en viktig födoresurs. Även tillflödande åars lerpartiklar och organiska material bidrar så småningom med material till djupbottnar. Bottendjuren äter av sedimentet eller sitter i det och filtrerar vattnet precis ovanför. De påverkas även av temperatur, syrgashalt och predatorer. Främst är det kallvattensarter av fisk som kan bli instängda här sommartid och äta en stor mängd bottenfauna.

4.6.1 Bentiskt kvalitetsindex (BQI)

Djupbottnarnas bottenfauna används till statusklassificering och visar då hur fjädermyggor som lever där påverkas av låga syrgasnivåer. Detta index är inte helt optimalt för Mälaren då flera av de 12 indikatorarterna endast återfinns sporadiskt i proverna och bedömningen därför varierar mycket mellan åren. Det skulle vara önskvärt att utveckla ett index som tar hänsyn till mycket vanligare djur som

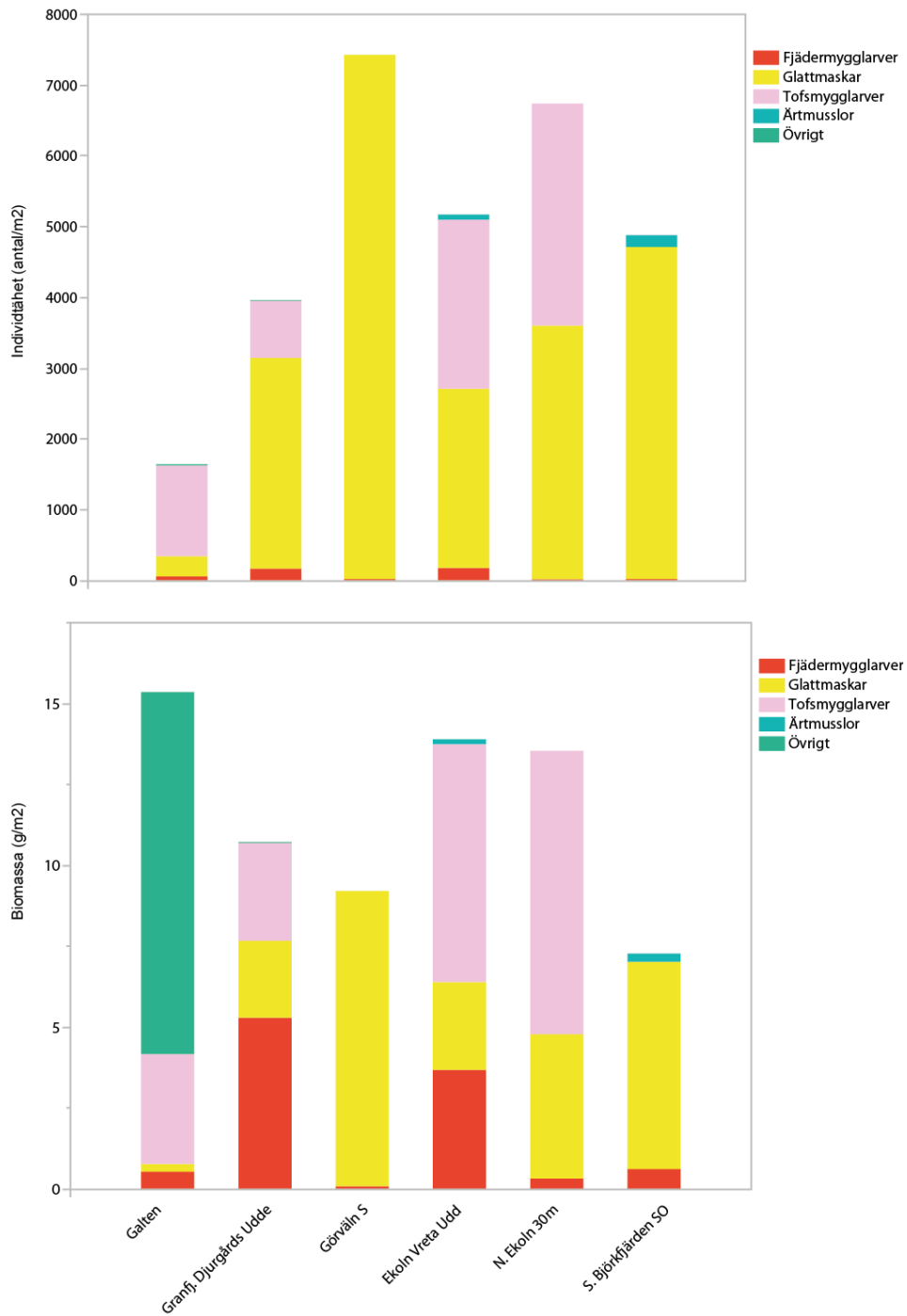
glattmaskar. I år tog vi ett extraprovg i Ekoln närmare provtagningspunkten för vattenkemi och plankton för att jämföra med det prov som vanligtvis tas i Ekoln nära Fyrisåns mynning (Figur 17). Provet nära mynningen av Fyrisån hade dålig status medan det i södra delen av Ekoln närmare stationen för vattenkemisk provtagning hade god status enligt BQI. Att bottenfaunaprovg inte tas precis vid stationen för vattenkemi beror på att det är hårdare botten där så att det är svårt att ta ett bra Ekmanhugg. Även Görvältn hade dålig status enligt BQI. Galten hade otillfredsställande status medan Granfjärden hade god status trots de låga syrgashalterna. S. Björkfjärden var den enda stationen med hög status.



Figur 17. Statusklassning av bottenfauna i Mälaren 2022. Provtagning skedde i september. Referensvärdena för att beräkna status har hämtats från HVMFS 2019:25 tabell 4.3.

4.6.2 Bottenfaunasamhällets sammansättning.

Antalsmässigt dominerades bottenfaunan av glattmaskar (Figur 18). Det var bara i Galten som tofsmygglarver var vanligast. Tofsmygglarver simmar relativt bra och kan beroende på var dess födodjur befinner sig vandra omkring i vattenmassan för att äta. I år verkar en del av födan ha funnits bottennära eftersom de hittades i relativt stort antal i proverna. Fjädermygglarver var ungefär lika vanliga i Granfjärden som i Ekolns extraprovg vilka båda visade god status med BQI. Den konstigaste arten som hittades var en stor trubbsumpsnäcka, *Viviparus viviparus*. Den hittades i Galten och gav stort utslag på biomassan, 70 %, fast det bara var en individ (Figur 18). Denna typ av stora snäckor är mycket vanligare att hitta närmare land. Eventuellt kan den ha kommit med i muddermassor som kanske dumpats i närheten i det stora projektet med att skapa djupare farleder utmed Galtens norra kant.



Figur 18: Bottenfaunasamhällets sammansättning på Mälarens djupbottnar i september 2022 med avseende på individtäthet (överst) och biomassa (nederst).

4.7 Syntes av miljöövervakningen 2022

I tabell 2 visas en sammanställning av de kvalitetsfaktorer som statusbedömdes i Mälaren under 2022 och vilken sammanvägd status det skulle vara om bara dessa parametrar användes. Vid en fullständig bedömning av status behöver makrofyter och fisk ingår och en hel sexårscykel för att bedömningen ska bli så robust som möjligt. Man tar också hänsyn till riskbedömningar för att kunna välja de parametrar som svarar på just den aktuella påverkan. Årets bedömning påverkas av vilka stationer som hade mer detaljerade analyser av växtplankton eftersom de inte görs varje år i alla stationer. Här hjälper det att klorofyll ingår i bedömning av ekologisk status eftersom den parametern tas oftare. Precis som tidigare år är det stationer med sämre än god status som dominerar, vilket innebär att åtgärdsarbetet behöver fortsätta. Bara fem stationer har god status och ingen har hög status när parametrarna sammanvägs. Fyra stationer får den sämsta statusen och för Görvåln är det kanske första gången. Syrgashalten har visat dålig status några år (främst septemberprover) och kanske påverkar det nu också bottenfaunan. Exakt vad de låga syrgasnivåerna beror på behöver studeras närmare.

Den sammanvägda statusbedömningen görs enligt ett flödesschema (Naturvårdsverket 2007). Biologiska kvalitetsfaktorer styr helt vid måttlig eller sämre status. Vid god status för biologiska kvalitetsfaktorer kopplas fysikalisk-kemiska in i bedömningen och om dessa visar hög eller god blir statusen god. Om fysikalisk-kemiska faktorer visar sämre status än god blir den sammanvägda statusen måttlig. Vid hög status på de biologiska kvalitetsfaktorerna kan fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer sänka den sammanvägda statusen till god. Vid hög status på både biologiska och fysikalisk-kemiska faktorer kopplas hydromorfologiska kvalitetsfaktorer in. Det har inte gjorts i årets bedömning, inte heller har särskilt förorenande ämnen räknats in.

Tabell 2. Sammanfattande tabell med de kvalitetsfaktorer som statusbedömdes 2022 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	Syrgas	Totalfosfor	Sikt djup	Växtplankton - klorofyll	Växtplankton - fullständig	Bottenfauna	Total status
Köpingsviken	H	M	O	M			M
Galten	O	M	D	M	O		O
Brobyviken	G	H	M	H			G
Freden	D	M	M	M			M
Väsbyviken	D	O	D	D	D		D
Blacken	D	M	M	M			M
Västeråsfjärden N	G	O	D	O	D		D
Västeråsfjärden S	G	M	M	O			O
Granfjärden	D	M	M	M	O	G	O
Sörfjärden	G	M	D	O	O		O
Oxfjärden	H	M	O	M			M
Strängnåsfjärden	G	M		M	M		M
Ulvhällsfjärden	M	M	M	O			O
Svinnegarnsviken	D	O	M	G			M
Arnöfjärden	M	G	H	G			M
Lårstaviken	D	M	M	M	O		O
Gorran	M	M	O	M	O		O
Stora Ullfjärden	D	H	H	G			M
Skofjärden	O	M	M	G			M
Ekoln	D	M	M	M	O	G ⁺	O
Garnsviken	M	M	D	D			D
Skarven	D	M	G	G			M
Marielundsfjärden	O	H	H	G			M
Gripsholmsfjärden	M	H	H	G	H		M
Prästfjärden	G	M	H	H			G
Södra Björkfjärden	M	M	H	H	H	H	G
Hilleshögsviken	G	M	M	M	O		O
Görväl	D	M	H	H	H	D	D
Långtarmen	O	H	H	H			G
Rödstensfjärden	D	H	H	H			G
Fiskarfjärden	D	H	H	G			M
Ulvsundasjön	D	M	H	G			M
Årstaviken	O	H	H	G			M

*Provtagen vid Ekoln Vreta Udd. Status vid ordinarie station N. Ekoln 30 m fick dålig status.

5. Forskningsresultat

Två avhandlingar från institutionen för vatten och miljö, SLU, som kan vara av intresse i ett Mälarperspektiv och som delvis genomförts i Mälarens avrinningsområde presenteras: ett kopplat till hur viktigt det är med trädbevuxna buffertzoner utmed vattendrag i jordbrukslandskapet och ett om hur sediment och fosfor transporteras i samma typ av vattendrag. Övriga publikationer handlar om multifunktionella våtmarker

5.1 Hur träd skyddar ekosystemet i vatten

Jasmina Sargac disputerade den 3 juni 2022. Hon har som doktorand deltagit i det internationell Crosslink-projektet som vi berättat om tidigare. Det är ett projekt som syftar till att öka förståelsen mellan grön och blå infrastruktur. Även om det varit känt sedan länge att trädbevuxna stränder utmed vattendrag innebär lämpliga livsmiljöer för många organismer och bidrar till hög biologisk mångfald har förståelsen av hur de därmed sammankopplade terrestra och akvatiska ekosystemen påverkas funktionellt varit begränsad. Trädbården runt vattendrag visade sig ge högre ekologisk status främst genom sin beskuggning av vattendraget vilket hindrar att det blir för varmt sommartid. Det gynnar olika typer av sländor av de insekter som studerades men även fisk. Jasmina visade med DNA analys av strandlevande spindlar att de äter denna högkvalitativa föda från vattendraget och därmed för energin till den terrestra födoväven. Vilket är ett bra sätt att sluta kretsloppet så att näringen kommer tillbaka upp på land. Studieområdet var jordbruksbäckar i Mälarens nordöstra tillrinningsområde. Avhandlingen (Sargac 2022) *Forested buffers in agricultural landscapes: mitigation effects on stream-riparian meta-ecosystems* finns att läsa här: <https://pub.epsilon.slu.se/27808/1/sargac-j-20220513.pdf>.

5.2 Förlust av fosfor och markpartiklar till vatten

Sara Sandström försvarade sin avhandling *Sources, composition and transport of fluvial suspended sediment and attached phosphorus in agricultural catchments: a cross-scale analysis* den 6 oktober 2022. Erosion från jordbruksmark av markpartiklar och fosfor bunden till dessa partiklar bidrar till övergödning av våra sjöar och hav. Syftet med avhandlingen var att få en djupare förståelse av hur sambandet ser ut mellan suspenderade jordpartiklar och fosfor och Sara visade att slamhalten är en vektor för fosfortransport. Hon visade vilka delar av året den partikelbundna fosfor är biotillgänglig vilket är viktigt att veta för att kunna fokusera åtgärder där de har störst nytta. Dessutom studerades tidsmässiga trender i Mälarens tillflöden, där få signifikanta trender upptäcktes. Avhandlingen (Sandström 2022) finns att läsa här: <https://pub.epsilon.slu.se/28790/1/sandstrom-s-20220906.pdf>.

5.3 Hur får man ut det mesta av en våtmark?

Sju forskare från SLU har varit med på en workshop som resulterade i en litteratursammanställning (Hambäck et al. 2023) för att ta reda på om fyra vanliga syften man vill uppnå vid anläggande av våtmarker går att uppnå utan att de börjar motverka varandra. Syftena är att justera vattenflöden och fånga näringsämnen, minska klimatpåverkan (metan och lustgas, binda kol), bevara biologisk mångfald samt att bidra till sociala ekosystemtjänster. Studien visade att man inte kan uppnå tillräckligt många syften i en enda våtmark utan för att få till de fyra målen behöver man ha ett landskapsperspektiv och anlägga grupper av närliggande våtmarker inklusive deras avrinningsområden i ett landskap. Läs detaljerna om vilka parametrar som kan ingå i olika syften samt vilka parametrar som motverkar varandra här: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160746>.

5.4 När läcker det mest PFAS från flygplatser?

Två flygplatser i Mälarens avrinningsområde, Arlanda och Ärna, har kända problem med att de läcker PFAS till vattnet från de ytor som används för att träna brandbekämpning. I denna studie mättes halterna av PFAS i vattendrag nära dessa flygplatser 13 månader i rad för att följa säsongsvariationen (Nguyen et al. 2022). Jämfört med referensvattendraget var halterna av PFAS upp till 61 gånger högre i de påverkade vattendragen. Det visade sig att Arlanda flygplats hade mest läckage av PFAS vid högflöden medan högflöden vid Ärna flygplats nära Fyrisån snarare hjälpte till att späda ut halterna i vattnet på grund av Fyrisåns stora avrinningsområde. Läs mer och titta på detaljerna om vilka PFAS-ämnen som hittades här: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136467>.

5.5 Hur rör sig PFAS i grundvattenmagasin?

Denna studie av Söregård et al. (2022) fokuserar på det grundvattenmagasin som Uppsala använder som dricksvattentäkt och som är påverkat av PFAS från platser man tränar brandbekämpning på med PFAS-innehållande brandskum. PFAS följdes i jord, sediment, grundvatten, ytvatten och dricksvatten och visade att Ärna flygplats är huvudsakliga källan till PFAS. Grundvattnet nära Ärna ligger på stabilt höga nivåer mellan 2013 och 2021 medan vatten nedströms har kraftigt sänkta halter vilket tros bero på att de späts ut av renare grundvatten från ett närliggande grundvattenmagasin. Dricksvattnet hade låga halter av PFAS på grund av det reningssteg som tillagts. Läs detaljerna och se kartorna som visar hur vattnet rör sig genom Uppsalaåsen och påverkar PFAS-halterna här: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119981>.

6. Resultat från studentarbeten

I årets kull av studenter blev fyra arbeten på masternivå färdiga som kopplade till Mälaren:

6.1 Hur ett ändrat klimat påverkar fosfortransport i vattendrag

Sävjaån som mynnar i Mälarbassängen Ekoln har använts för flera forskningsstudier om fosfortransport i vattendrag. Nu användes ån av **Clara Laguna Marin** för att studera hur fosfortransporten kan påverkas i framtiden med ett varmare klimat. Clara använde två olika klimatscenarier och visade att år 2071-2100 kan det bli kraftig och plötslig fosfortransport från land till ån pga att tillfällena med extrem nederbörd blir vanligare med ett varmare klimat. Vid perioder av icke extremt väder i framtiden kommer fosfortransporten att minska under vintern och våren och istället öka på sommaren jämför med hur det är nu. Det är alltså troligt att övergödningsproblematik i nedströmsliggande sjöar fortsatt kommer att vara ett problem i framtiden i Mälardalen. Clara Laguna Marin gjorde sitt masterarbete inom programmet mark, vatten och miljö vid SLU och hade Emma Lannergård som handledare. Läs studien i sin helhet här: <https://stud.epsilon.slu.se/18471/3/Laguna-Marin-c-20230119.pdf> (Laguna Marin 2022).

6.2 Metanavgång från anlagda våtmarker kan vara stor vintertid

Klara Li Yngve studerade problemet med att våtmarker som är anlagda för att fånga upp partiklar och näringsämnen även bildar en betydande mängd metangas som avgår till atmosfären och bidrar därmed till växthuseffekten. Projektet gick ut på att studera om våtmarksvegetation och näringsstatus i våtmarken kan påverka de mikroorganismer som kan bryta ner metan till koldioxid som inte är en lika stark växthusgas. I studien ingick 34 våtmarker i Mälardalen och Halland och de visade på stor variation inom och mellan våtmarker men ingen tydlig koppling till vegetationen kunde mätas. Det kan bero på att studien gjordes utanför

växstsäsongen. Det blev mer metanotrofa mikrober (som använder metan som sin källa till kol och kemisk energi) vid ökande mängd fosfor men det kunde inte kopplas till ändrad metanavgång. Däremot visade studien tydligt att metanavgången kan vara hög även vintertid, något som inte visats tydligt förut. Studien visar att metanoxideringsprocessen behöver studeras mer för att ta reda på vad som styr den. Klara Li Yngve gjorde sitt mastersprojekt inom agronomprogrammet med inriktning mark/växt och handledare var Pia Gerenmayeh, Michael Peacock, Tong Liu och Stefan Bertilsson. Länk till studien finns här: <https://stud.epsilon.slu.se/18230/1/Yngve-K-20220819.pdf> (Li Yngve 2022).

6.3 Åtgärdsbehov i Ullfjärdarna – 2 projekt

Flera studentprojekt har skett genom åren i Ullfjärdarna eftersom länen rådfrågat om åtgärder och även har åtgärdssamordnade inkopplade för dessa sjöar. Sjöarna har problem med cyanobakterieblomningar alla årstider eftersom det finns både sommar- och vinterblommande arter i dessa sjöar. Två examensarbeten under 2022 har skett inom civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik som ges av SLU och Uppsala universitet tillsammans.

Under 2022 studerade **Walter Cassel** fosfordynamiken i Stora och Lilla Ullfjärden genom en modell för att veta hur mycket fosfor som kommer från land och hur mycket fosfor som läcker från bottensedimenten. Det är viktigt för att kunna ta reda på om åtgärder som t.ex. aluminiumbehandling skulle kunna passa som åtgärd för att minska problemen med cyanobakterieblomningar i sjöarna. När modellen kalibrerats med mätdata från sjöarna kunde modellen användas för att se vilka faktorer som påverkar sjöarnas fosforhalt. I Stora Ullfjärden bidrog alla parametrar, dvs. temperatur, nederbörd, internbelastning och markanvändning, där nederbörden var viktigast. I Lilla Ullfjärden var det bara internbelastning från sedimenten som påverkade fosforhalten. Resultaten visar att i Stora Ullfjärden behövs flera åtgärder både på land och i vatten för att lösa problemet med cyanobakterieblomningar medan det i Lilla Ullfjärden skulle kunna räcka med åtgärder som minskar internbelastningen. Stefan Köhler, SLU och Johan Strömqvist, SMHI handledde. Walter Cassels rapport finns att läsa i sin helhet här: <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1701990/FULLTEXT01.pdf> (Cassel 2022).

Maja Selligrens masterarbete studerade just vilka åtgärder som minskar internbelastning som skulle kunna passa i sjöarna och använde Walters modell för att beräkna hur länge olika åtgärder skulle hålla. Hon beräknade också vilket värde sjöarna har för de som bor kring sjön för att göra en uppskattning om det

skulle kunna finnas tillräckligt betalningsvilja för att bekosta en åtgärd som t.ex. aluminiumbehandling som binder fosfor hårt till sedimentet och minskar internbelastningen. Till detta användes en beslutsanalys som Sebastian Thöns och Jing Li vid Lunds universitet hjälpte till med. Stina Drakare handledde projektet. som finns att läsa i sin helhet här: <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1679868/FULLTEXT01.pdf> (Sellergren 2022). Maja Sellergren skrev också snabbt om hela projektet till engelska så att det kunde publiceras i en internationell vetenskaplig tidskrift som finns tillgänglig här: <https://doi.org/10.3390/w15040668> (Sellergren et al. 2023).

Referenser

- Cassel, W. (2022) Modellering av fosfordynamik i Stora och Lilla Ullfjärden. Examensarbete 30hp, oktober 2022, UPTEC W 22031. Uppsala universitet och SLU. <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1701990/FULLTEXT01.pdf>
- Drakare, S., Wallman, K. Almlöf, K. & Segersten J. (2021) Fokus på Mälaren 2020 - Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet med MVVF. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö; Rapport 2021:10. https://pub.epsilon.slu.se/23822/1/drakare_s_et_al_210526.pdf.
- Drakare, S., Wallman, K., & Segersten, J. (2022) Fokus på Mälaren 2021: Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet mellan SLU och Mälarens vattenvårdsförbund. Rapport/ Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö 2022:3. <https://pub.epsilon.slu.se/27714/1/drakare-s-et-al-220505.pdf>.
- Fölster, J., Markensten, H., Sandström, S. & Widén-Nilsson, E. (2021). Förslag till bedömningsgrunder för näringsämnen i sjöar och vattendrag. SLU, Vatten och miljö: Rapport 2021:15. https://pub.epsilon.slu.se/26243/1/folster_j_et_al_220113.pdf.
- Hambäck, P.A., Dawson, L., Geranmayeh, P., Jarsjö, J., Kačergytė, I., Peacock, M., Collentine, D., Destouni, G., Futter, M., Hugelius, G., Hedman, S., Jonsson, S., Klatt, B.K., Lindström, A., Nilsson, J.E., Pärt, T., Schneider, L.D., Strand, J.A., Urrutia-Cordero, P., Åhlén, D., Åhlén, I. & Blicharska, M. (2023) Tradeoffs and synergies in wetland multifunctionality: A scaling issue. Science of The Total Environment 862: 160746. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160746>.
- Havs- och vattenmyndigheten (2020) Klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2019:25. <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/foreskrifter/register-vattenforvaltning/klassificering-och-miljokvalitetsnormer-avseende-ytvatten-hvmfs-201925.html>
- Havs- och vattenmyndigheten (2022) Bedömningsgrunder för ytvattenförekomster. Näringsämnen i sjöar. Beslutad 2022-09-19. <https://www.havochvatten.se/download/18.1941c10a183b44902b66b96f/1665739524570/vagledning-1-naringsammen-i-sjoar.pdf>
- Laguna Marin, C. (2022) Assessment of future climate and land use changes on streamflow and phosphorus transport in a Swedish agricultural catchment. Självständigt arbete 30 hp. SLU, Uppsala.
- Li Yngve, K. (2022) Effects of vegetation and nutrients on methanotroph abundance and methane emissions from constructed wetlands. Självständigt arbete 30hp. SLU, Uppsala. <https://stud.epsilon.slu.se/18230/1/Yngve-K-20220819.pdf>

- Naturvårdsverket. (2007). En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Handbok 2007:4 Utgåva 1
- Nguyen, M.A., Norström, K., Wiberg, K., Gustavsson, J., Josefsson, S. & Ahrens L. (2022) Seasonal trends of per- and polyfluoroalkyl substances in river water affected by fire training sites and wastewater treatment plants, *Chemosphere* 308, (3): 136467. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136467>.
- Sandström, S. (2022) Sources, composition and transport of fluvial suspended sediment and attached phosphorus in agricultural catchments: A cross-scale analysis. Doctoral thesis no. 2022:49. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, SLU. <https://pub.epsilon.slu.se/28790/1/sandstrom-s-20220906.pdf>.
- Sargac, J. (2022) Forested buffers in agricultural landscapes: Mitigation effects on stream-riparian meta-ecosystems. Doctoral thesis no. 2022:36. <https://pub.epsilon.slu.se/27808/1/sargac-j-20220513.pdf>.
- Sellergren, M. (2022) Aluminiumbehandling som sjörestaureringsåtgärd i Stora och Lilla Ullfjäden. Examensarbete 30hp. Juni 2022. Uptec W 22006. Uppsala universitet och SLU.
- Sellergren, M., Li, J., Drakare, S. & Thöns S. (2023) Decision support for lake restoration: A case study in Swedish freshwater bodies. *Water* 15(4): 668. <https://doi.org/10.3390/w15040668>.
- Söregård, M., Bergström, S., McCleaf, P., Wiberg K. & Ahrens L. (2022) Long-distance transport of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in a Swedish drinking water aquifer. *Environmental Pollution* 311: 119981. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119981>.
- WHO (World Health Organisation) 2003. Guidelines for safe recreational water environments. World Health Organisation, Geneva.