



## Fokus på Mälaren 2019

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

Stina Drakare, Karin Wallman, Karin Almlöf & Joel Segersten

**Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö 2020:3**

Referera gärna till rapporten på följande sätt:

Drakare, S., Wallman, K., Almlöf, K. & Segersten J. (2020) Fokus på Mälaren 2019 - Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet mellan SLU och Mälarens vattenvårdsförbund. Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö 2020:3

Omslagsfoto: Stina Drakare

Tryck: endast digital upplaga

Publiceringsår: 2020

Kontakt

[stina.drakare@slu.se](mailto: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 2019.....	3
2.1 Provtagningar 2019 .....	5
2.2 Plan för 2020 .....	6
3 Väder och vattenstånd 2019 i Mälaren .....	7
4 Resultat från miljöövervakningen 2019.....	8
4.1 Temperatur och syrgasförhållanden .....	8
4.2 Vattenkemi .....	9
4.2.1 Näringsämnen .....	9
4.2.2 Siktdjup .....	10
4.3 Biologiska parametrar .....	10
4.3.1 Växtplankton .....	10
4.3.2 Djurplankton .....	17
4.3.3 Bottenfauna på djupbottnar .....	17
4.3.4 Pelagisk fisk 2018 .....	19
4.4 Syntes av miljöövervakningen 2019 .....	20
5 Forskning .....	22
5.1 Första publikationen från Crosslink-projektet.....	22
5.2 Mälaren en dricksvattenreservoar med rester i vattnet av mediciner och industrikemikalier.....	22
5.3 Provtagning i Mälaren för nya projekt .....	23
6 Resultat från studentarbeten.....	23
6.1 Hittas samma organiska miljöföroreningar i vattnet som i vandarmusslor från Mälaren? .....	23
6.2 Modellering av framtidens årstidsväxlingar i Ekoln .....	24
6.3 Bedömning av cyanobakterieblomning via satellit .....	25
Referenser .....	27

## Sammanfattning

Samarbetet mellan Mälarens vattenvårdsförbund (MVVF) och Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) fortsätter för ett stort utbyte mellan forskning och samhällsintressen i och kring Mälaren. Under 2019 har vi satsat på att synliggöra samarbetet genom en webbsida med fokus på Mälaren på både svenska och engelska, vilket är något som efterfrågats då förbundets egen webbsida endast finns på svenska. Välbesökta seminarier och webinarier har varit ett annat sätt att samarbeta.

Miljöövervakningen i Mälaren visar att 2019 generellt gav bättre status för parametrar som totalfosfor och växtplankton än 2018. Det ökade antalet stationer med syrgasmätningar visar låga syrgasvärden i bottenvattnet i stora delar av sjön något som kan bidra till att sedimentbunden fosfor på botten blir tillgänglig i vattenmassan igen, sk. internbelastning.

Forskningsprojektet Crosslink visade i en vetenskaplig artikel att livet i bäckar och åar mår bäst om de är trädbevuxna närmast vattnet. Det är värdefull kunskap att använda i samhällsplanering. Crosslink var en internationell studie som inkluderade många bäckar i Mälarens avrinningsområde. I en annan forskningsstudie om organiska miljöföroreningar i Mälarens vatten visades att dessa är högst nära utsläppspunkter från städers reningsverk samt att halterna är högst på våren och i bottenvattnet.

Tre studentprojekt med koppling till Mälaren gjordes under året. Ett visade att Mälarens vanliga vandrarmussla har färre antal organiska miljöföroreningar i sig än vad som finns i vattnet och att de främst verkar ta upp läkemedel, men däremot inte många andra grupper av föroreningar. I ett annat projekt modellerades framtids-temperaturen i Ekoln som visade att isläggning kan komma att utebli samt att sommartemperaturskiktningen av vattnet blir ca 9 dagar längre. Det tredje projektet undersökte om cyanobakteriepigment och inte bara klorofyllpigment kan användas i satellitövervakning av cyanobakterieblomningar. Svaret blev att det saknas data för en jämförelse då det är för sällan som provtagningar för växtplankton i Mälaren skett de dagar med klart väder som krävs för satellitbilder.

## Summary

The collaboration between Mälaren's water conservation association (MVVF) and the Swedish University of Agricultural Sciences continues with good cooperation between research and social interests in and around Lake Mälaren. In 2019, we increased the visibility of this collaborative work through the website Focus on Lake Mälaren. Including information in English was one of MVVF's priorities as MVVF's own website was only in Swedish. Seminars and webinars are another area of fruitful partnership with many participants during 2019.

Results from 2019's environmental monitoring in Lake Mälaren generally showed better status for variables such as total phosphorus and phytoplankton than 2018. The higher number of stations with oxygen measurements in 2019 revealed however low oxygen concentration in the bottom waters of large parts of the lake; a finding that will likely contribute to higher internal phosphorus loading from the sediments.

The research project Crosslink published in a scientific article that species in streams benefit if there is a forest strip closest to the water's edge, a finding that should be of interest and used in community planning. Crosslink is an EU funded project that includes many study streams in the Lake Mälaren basin. Another project showed that concentrations of organic micropollutants in Lake Mälaren are higher closer to emission points from cities' (e.g. sewage treatment plants) and that levels are highest in spring and in the bottom water.

Three students wrote theses focusing on Lake Mälaren. A study of Mälaren's common zebra mussel found fewer organic environmental pollutants in mussels than in the surrounding water and that the organisms mainly absorbed medicines and not any other groups of pollutants. Another student modeled future water temperatures in Ekoln. Using different climate scenarios the models predict ice free winter conditions and that the duration of the summer stratification will increase by 9 days. A third study tested if cyanobacteria pigments, and not only chlorophyll pigments, can be used in satellite monitoring of cyanobacteria blooms. This work showed that there were too few simultaneous sampling events of phytoplankton in the water and satellite imagery to adequately assess the method.

# 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 52 medlemmar 2019, bland annat kommuner, länsstyrelser, vattenvårdsförbund, olika företag samt ideella organisationer.

I denna rapport presenteras samarbetet under 2019 och vad som planeras under 2020. Huvuddelen av rapporten visar utvalda resultat från miljöövervakningen under 2019, men även forskningsprojekt med anknytning till Mälaren, samt resultat från studentarbeten presenteras. 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](mailto:stina.drakare@slu.se), 018-67 31 02

Stephan Köhler, [stephan.kohler@slu.se](mailto:stephan.kohler@slu.se), 018-67 38 26

## **Kontaktperson MVVF:**

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

# 2 Beskrivning av det pågående samarbetet under 2019

**Webbsidan** Fokus på Mälaren ([www.slu.se/malaren](http://www.slu.se/malaren)) som beskriver samarbetet lanserades den 20 juni 2019 och en engelsk version publicerades den 16 december. Här samlas information om kommande aktiviteter i ett kalendarium, länkar till forskningsprojekt i Mälaren på SLU, förslag på projekt för examensarbeten för studenter och färdiga rapporter från dem, publikationer som Mälarrapporter och inspelade webinarier mm. Här hittar man direktlänkar till Mälarens provplatser från webbportalen Miljödata-MVM för att kunna ladda ner analysresultat, något som efterfrågats.

Samarbetet ledde till fysiska träffar under **MVVF:s årsstämma** på våren och under Mälarseminariet på hösten. Vid årsstämman som hölls på SLU:s campus i Ultuna, Uppsala gavs också möjlighet att ta en promenad ner till Fyrisån där den nya prov-

tagningsbåten Ancyclus II visades upp av provtagarna. Efter stämman var det visning av analyslaboratorierna på Institutionen för vatten och miljö med möjlighet att ställa frågor till laboratoriepersonalen om analyserna. Vid stämman presenterades 2018 års resultat från miljöövervakningen av Mälaren.

**Mälarseminariet** hölls för andra gången den 24 oktober 2019 och lockade cirka 80 deltagare. Efter välkomnande av Ingrid Hägermark, MVVF, presenterades preliminära data från 2019 års provtagning av Stina Drakare samt en beskrivning av hur det varit att provta med den nya båten av Joel Segersten. Inbjudna talare höll presentationer med fokus på Mälaren:

- Göran Milbrink, Uppsala universitet, presenterade hur statusen för bottenfauna ändrats i Mälaren och de andra stora sjöarna i ett långt tidsperspektiv där de första proverna tagits innan övergödningsproblematiken började,
- Martin Green från Svensk fågeltaxering, Lunds universitet, berättade om fågelskärens fåglar i Mälaren,
- Ulf Bjelke, SLU Artdatabanken, berättade om främmande och invasiva arter i Mälaren,
- Petra Philipson, Brockmann Geomatics Sweden AB, berättade om satellitbaserad övervakning och vilka verktyg det finns för just Mälaren om man vill ha snabb information om algbloomningar,
- Oksana Golovko, SLU, berättade om de organiska miljöföroreningar som hittats vid undersökningar av Mälarens botten sediment,
- Claudia von Brömssen, SLU, visade upp trendanalyser av Mälarens långa tidsserier med vattenkemiska data,
- Daniel Malnes, SLU, berättade om en screening som gjorts av organiska miljöföroreningar i vattenprover från de tre stora sjöarna och 23 vattendrag i deras tillrinningsområden,
- Ingrid Hägermark, MVVF, gav en uppdatering om sjögullsproblematiken i de västra delarna av Mälaren.

På eftermiddagen diskuterades i smågrupper om utmaningar i framtiden för Mälaren. Stephan Köhler, SLU var diskussionsmoderator.

Under 2019 har också tre webinarier eller **Mälarinariet** hållits (18 mars, 20 september och 16 december) som webbaserade möten för att diskutera och presentera delprojekt och vad som var på gång för MVVF:s medlemmar. Dessa spelades in och finns att titta och lyssna på i efterhand på MVVF:s webbsida. Länkar till Mälarinariet hittas samlat på Fokus på Mälaren-sidan ([www.slu.se/malaren](http://www.slu.se/malaren)).

Under året påbörjades en **rapport om de metoder** som används i miljöövervakningen av Mälaren. Det är en rapport som på ett populärvetenskapligt sätt ska beskriva varför man mäter just de utvalda parametrarna och vid de stationer som man mäter. Korta beskrivningar av hur det går till ingår också. Rapporten planeras att komma ut under 2020.

Forskningsansökningar har också skrivits inom samarbetet, vilka förhoppningsvis blir beviljade anslag.

## 2.1 Provtagningar 2019

Årets **vinterprovtagning** genomfördes i slutet på februari med startdatum 19 februari. Flera stationer som Galten, Blacken, Västeråsfjärden, Granfjärden, Svinne-garnsviken, Ulvhällsfjärden och Ekoln kunde provtas från isen. Istjockleken var på samtliga dessa stationer mer än 10 cm. På Södra Björkfjärden och Prästfjärden var det öppet vatten i slutet av februari och på Görvältn en tunn is som inte höll för att gå på. Vid dessa stationer och Skarven användes hydrokopter. I början på april hämtades den nya provtagningsbåten till Uppsala. Den nya båten är en 7 m lång aluminiumbåt av märket Ockelbo B21 Cab med en 150 hk Yamahamotor som ersätter den gamla provtagningsbåten som var en Uttern 7000 från 1988. Vid **vårprovtagningen** 23-25 april kunde således den nya båten, som har fått namnet Ancylus II, användas för första gången. Provtagningen genomfördes under delvis ganska blåsig och tuffa förhållanden med 9 m/s medelvind på Södra Björkfjärden, mer i byarna, och det blev ett bra eldprov för den nya båten som den klarade bra. Den nya båten är mindre, lättare och har ett avsevärt lägre friktions- och vågbildningsmotstånd vid fart genom vattnet vilket ger en lägre bränsleförbrukning. Skrovformen gör dessutom att den rullar mindre i sjön och därmed är mer stabil att jobba ifrån. Majprovtagningen genomfördes 20-22 maj under trevligare väderförhållanden än i april. Till den första **sommarprovtagningen** i juli hade en elmotor med gps-ankring monterats i fören på båten. Med denna kan man med stor precision ligga kvar exakt på provtagningspunkten under provtagningen och slipper ankra med långa ankarlinor eller att en person behöver stå vid rodet för att hålla båten på plats med huvudmotorn. Även gps-ankringen är bränslebesparande. En elektrisk djuprigg med huvuduppgiften att underlätta provtagningen av djurplankton med Limnos-hämtare hade också monterats på akterdäck. Juli-vädret var tidvis ganska blåsig och tufft (9-10 m/s östlig vind på Granfjärden, mer i byarna). Den tänkta provtagningsrutten ändrades och första dagen avbryts lite i förtid i väntan på bättre väder. Till slut kunde dock provtagningen avslutas inom planerad tid och både elmotorn och djupriggen hade bevisat sig som kraftfulla hjälpmedel i arbetet. Augustiprovtagningen, som är den mest omfattande provtagningsrundan, genomfördes under perioden 1-13 augusti. Vädret var omväxlande. Vid provtagningen i Brobyviken, Garnsviken och Stora Ullfjärden ankrades Ancylus II upp och en mindre gummibåt sjösattes med vilken de avslutande sträckorna fram till provtagningsstationerna avverkades. Dessa provtagningsstationer är avskurna från resten av Mälaren med trånga grunda sund och/eller låga broar. **Höstprovtagningen**, då också bottenfauna samlas in, genomfördes 17-19 september. Ekoln hanns dock inte med utan provtogs den 25 september. Vädret var, som ofta under hösten, ganska blåsigt.



## 2.2 Plan för 2020

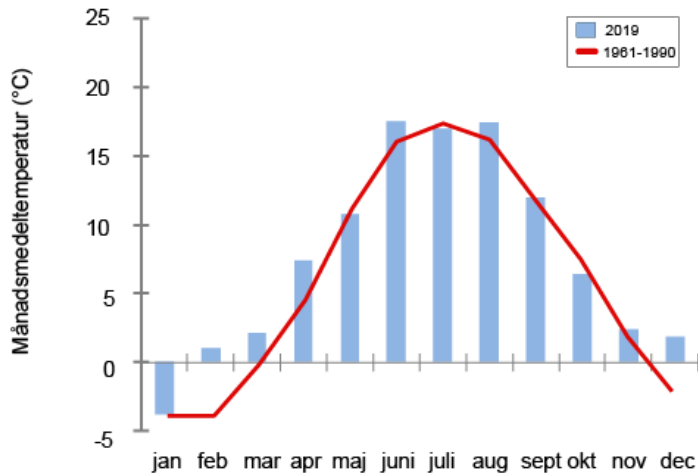
Mälarseminariet för år 2020 är planerat till den 5 november och det finns möjlighet att hålla seminariet webbaserat vid behov. Ett webinarium har redan hållits den 18 mars och övriga är planerade till juni, september och december.

Aktiviteter är inplanerade för att öka samarbetet i Mälaren även med Institutionen för akvatiska resurser vid SLU, för att bättre koppla fiskdata från Mälaren med de vattenkemiska och biologiska parametrar som redan ingår i samarbetet. SLU har via miljöanalysprogrammet Sjöar och vattendrag också finansierat ett projekt som ska ordna workshopar för att samla personal från institutionerna Vatten och miljö samt Akvatiska resurser som jobbar med Mälaren och de andra stora sjöarna för att få till bättre synteser av hela ekosystemet från basproduktion till toppkonsumenter.

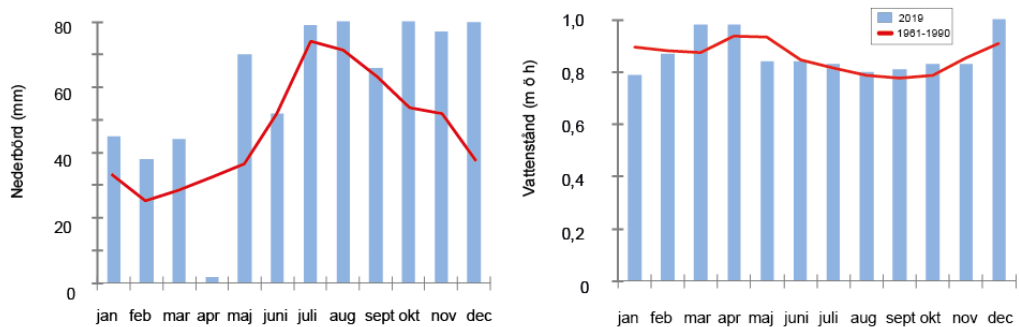
Rapporten från provtagningen av läkemedelsrester beräknas vara klar i slutet på oktober 2020. Den påbörjade rapporten om de vanliga vattenkemiska och biologiska parametrar som ingår i miljöövervakningen av Mälaren ska också slutföras under året. För webbsidan Fokus på Mälaren planeras att även lägga till bottenfaunastationer som genväg till söksidan för miljöövervakningsdata då de oftast har något annorlunda stationsnamn och inte kommer med annars.

### 3 Väder och vattenstånd 2019 i Mälaren

Väderåret 2019 kännetecknades av ett år där temperaturen och vattenståndet följde medel för 1961-1990, den period som används för att illustrera medelvädret (Figur 1 och Figur 2). I februari och december var dock temperaturen betydligt högre än normalt. Nederbördsmissigt avvek främst april med endast lite nederbörd medan det i maj och oktober-december var betydligt högre nederbörd än normalt (Figur 2).



Figur 1. Månadsmedeltemperaturen i Västerås 2019 och medeltemperaturena 1961–1990. Källa: SMHI:s väder och vatten.



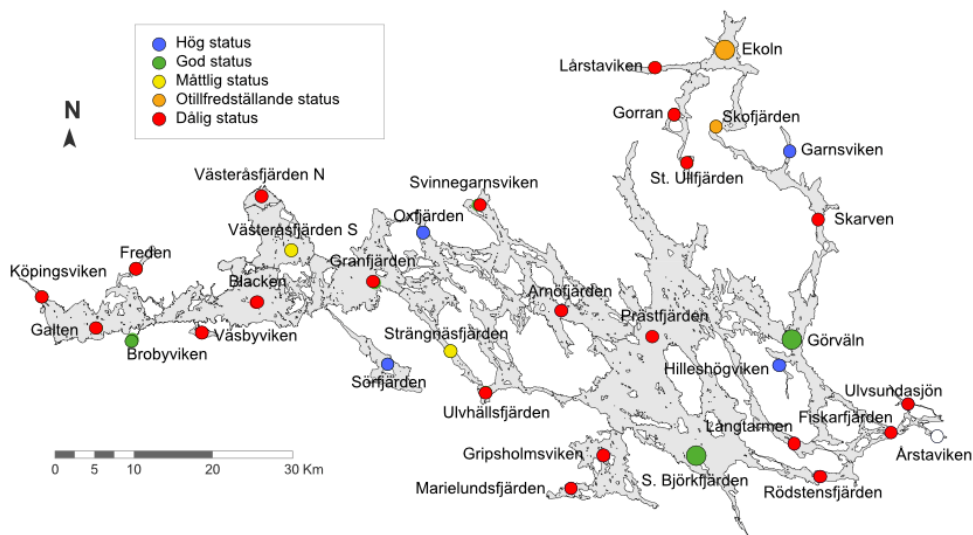
Figur 2. Månadsmedelnederbörd i Västerås 2019 och medelnederbörd 1961–1990 respektive månadsmedelvattenståndet i Mälaren 2019 och medelvattenståndet 1961–1990. Källa: SMHI:s väder och vatten.

## 4 Resultat från miljöövervakningen 2019

Nedan följer en redovisning av ett urval av resultaten från provtagningarna 2019 i Mälaren samt statusklassningar av 2019 års data. Statusklassningarna har gjorts enligt senaste föreskrifterna för bedömningsgrunder (HVMFS 2019:25) med undantaget att enbart data för 2019 har använts istället för medelvärden för flera år som görs inför slutlig statusklassning inom vattenförvaltningen. Analysresultaten i sin helhet finns tillgängliga via nationell datavärd som i Mälarens fall är 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](http://www.slu.se/malaren)).

### 4.1 Temperatur och syrgasförhållanden

Nytt för 2019 var att djupprofiler för temperatur och syrgas mättes på samtliga provpunkter i augusti. Resultat från profiler kommer att redovisas när sådana mätts under några år så att det går att analysera trender. Syrgashalten nära botten visar att det var dålig status (minimumhalt <2 mg/l) eller otillräcklig status (minimumhalt 2-4 mg/l) med avseende på syrgashalt vid merparten av provplatserna (Figur 3). Framförallt gäller det vikar och fjärdar med djup över 8 meter med undantag för Västeråsfjärden S, Görvåln och Södra Björkfjärden. I de grundare vikarna var statusen god eller hög med undantag för Väsbyviken med en syrgashalt på 0,53 mg/l i bottenvattnet och Skofjärden med 3,5 mg/l i bottenvattnet. Låga syrgashalter ökar risken att sedimentbrunden fosfor går i lösning och bidrar till algbloomningar. Även bottenlevande organismer påverkas negativt av låga syrgashalter.



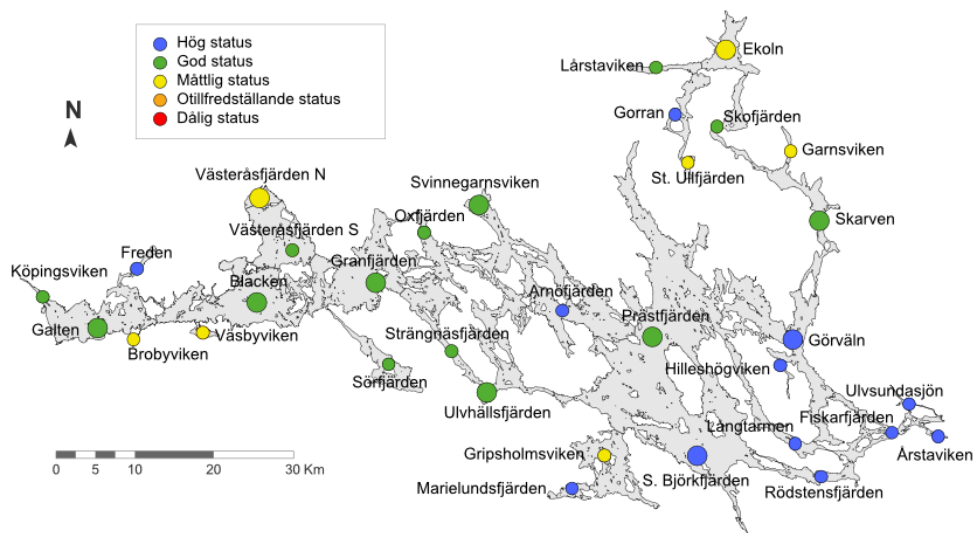
Figur 3. Statusklassning för syrgas i Mälaren 2019.

## 4.2 Vattenkemi

### 4.2.1 Näringsämnen

Fosfor och kväve är nödvändiga näringsämnen för växtplanktonproduktion. Förhöjda halter av dessa näringsämnen kan leda till algbloomningar som i sin tur vid nedbrytning kan leda till syrgasbrist i bottenvattnet. 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 och i sjöar kan fosfor frigöras från sedimenten vid syrgasbrist i bottenvattnet.

Statusen med avseende på totalfosfor klassades 2019 som måttlig till hög i hela Mälaren (Figur 4). Den högsta statusen hittas i sydöstra delen av Mälaren. Klassningen var vid flera provpunkter lika som 2018 eller en klass bättre (Wallman et al. 2019) men den stämmer väl överens med utvärderingen av 2017 års data (Sonsten 2018). Ett undantag är Gripsholmsviken där statusklassningen 2019 visade på måttlig status till skillnad från de senaste årens bedömningar som visat på god till hög status. Bassängerna Gorran, Skofjärden och Sörfjärden har istället höjt sin status två-tre steg jämfört med senaste åren och är i år klassade med god eller hög status med avseende på totalfosfor. Väsbyviken klassades med måttlig status jämfört med tidigare år med dålig status.

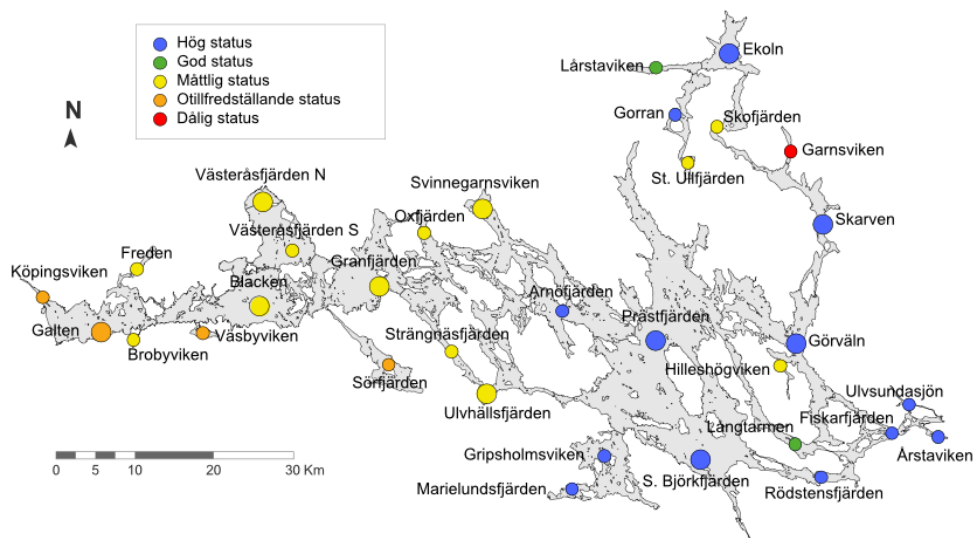


Figur 4. Statusklassning av totalfosfor i Mälaren 2019. Referensvärdena har hämtats från VISS. Årsmedelvärdena har använts för bedömning av de stationer som provtas sex gånger om året (stora punkter) och resultaten från augusti för de provplatser som enbart provtas i augusti (små punkter).

## 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 måttlig till hög status i de sydöstra delarna (Figur 5). I de västra delarna var statusen otillfredsställande till måttlig och i de nordöstra delarna måttlig till hög med undantag för Garnsviken där den var dålig. Noteringen från fältprotokollet vid mättillfället i Garnsviken är att vattnet var mycket grumligt och grönbrunt av växtplankton.

Klassningen var vid flera provpunkter lika som 2018 eller en klass bättre med undantag för Garnsviken där status 2018 var otillfredsställande och nu är dålig (Wallman et al. 2019). Statusklassningen är i övrigt mycket lik utvärderingen av 2017 års data (Sonesten 2018).



Figur 5. Statusklassning av siktdjupet i Mälaren 2019. Referensvärdena har hämtats från VISS. Medelvärde 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).

## 4.3 Biologiska parametrar

### 4.3.1 Växtplankton

Växtplankton har en viktig roll i sjöecosystemet som primärproducenter, det vill säga de producerar organiskt material från koldioxid, näringsämnen och solljus, och utgör basen i födoväven i den fria vattenmassan. De äts framförallt av djurplankton i vattnet och när de sedimenterat till botten äts de av botten djur. Musslor på grundare botten äter också en stor mängd av både växt- och djurplankton som de får i sig genom att filtrera en stor mängd vatten. Information om biomassa och artsammansättning hos växtplankton används för att kunna tolka förändringar på

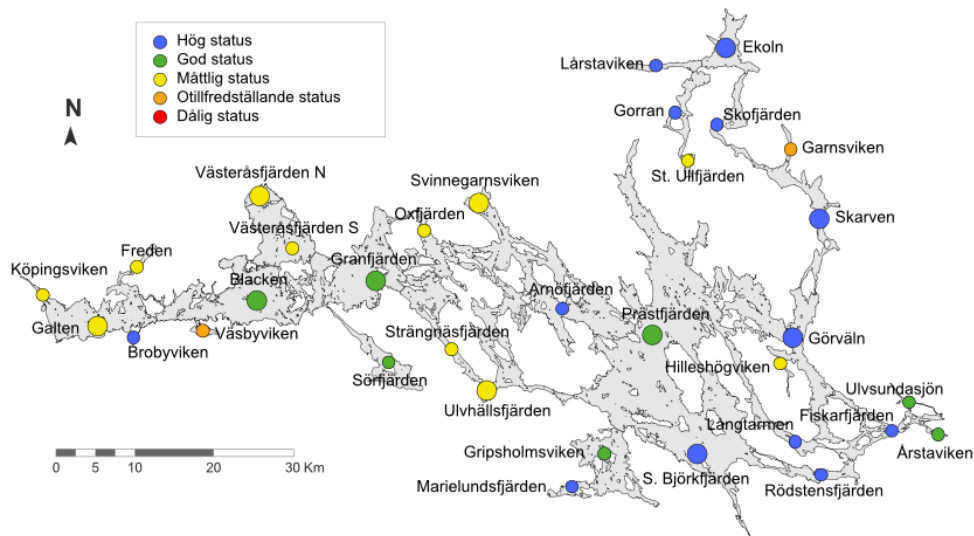
andra nivåer i födoväven såsom djurplankton, bottenfauna och fisk. Vi vill också känna till eventuellt höga halter av cyanobakterier som kan vara toxiska och därför innebära hälsorisker för människor och husdjur som riskerar att exponeras för dessa vid bad. Toxiska cyanobakterier förordar också beredning av dricksvatten eftersom extra reningssteg behövs för att få bort toxinerna. Växtplanktonsamhällets utveckling styrs av tillgången på ljus och näring, vilka i sin tur påverkas av klimatfaktorer, samt temperatur och betning av djurplankton och musslor.

I Mälaren provtas växtplankton för mikroskopanalys vid fem tillfällen varje år vid fem stationer: Galten, Granfjärden, Södra Björkfjärden, Ekoln och Görväln. Övriga stationer provtas vartannat år och endast i augusti för att kunna täcka in alla vattenförekomster för att bedöma status med biologiska data under en bedömningscykel på sex år. I denna provtagning ingick i år Brobyviken, Blacken, Västeråsfjärden S, Oxfjärden, Arnöfjärden, Mariefredsfjärden, Stora Ullfjärden, Skofjärden och Långtarmen. Klorofyll provtas tillsammans med de vattenkemiska proverna vilket möjliggör en grovbedömning av mängden växtplankton vid alla provtagningsstationer varje år.

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

Statusklassningen med avseende på klorofyll visar på god till hög status i de sydöstra delarna av Mälaren med undantag för Hilleshögsviken där det var måttlig status (Figur 6). I de västra delarna var statusen måttlig till god med undantag för Brobyviken där den var hög och Väsbyviken där den var otillräcklig. I de nordöstra delarna var statusen hög med undantag för Garnsviken där den var otillräcklig och Stora Ullfjärden där den var måttlig.

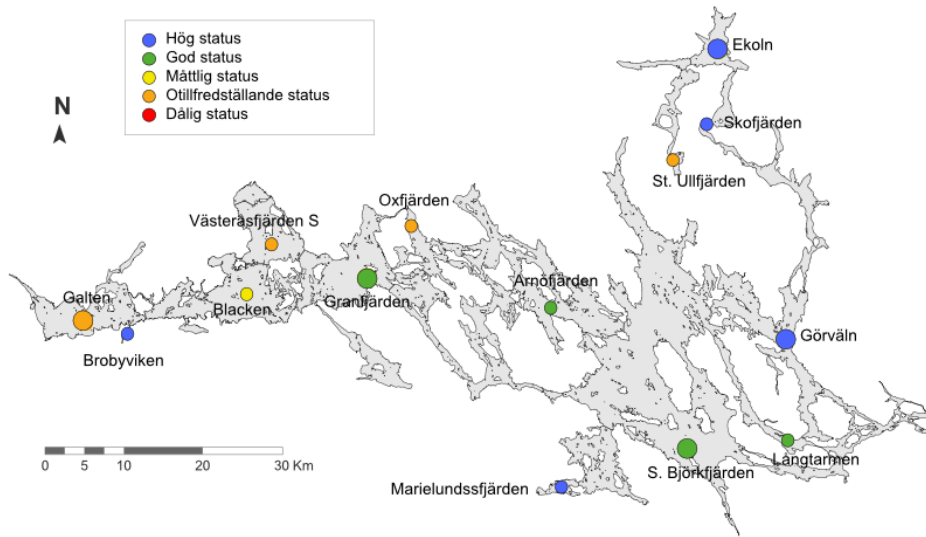


Figur 6. Statusklassning av klorofyll i Mälaren 2019. Referensvärdena har hämtats från HVMFS 2019:25 tabell 1.2. Medelvärden för juli-augusti har använts för de stationer som provtas sex gånger om året (stora punkter) och resultaten från augusti har använts för de provplatser som enbart provtas då (små punkter).

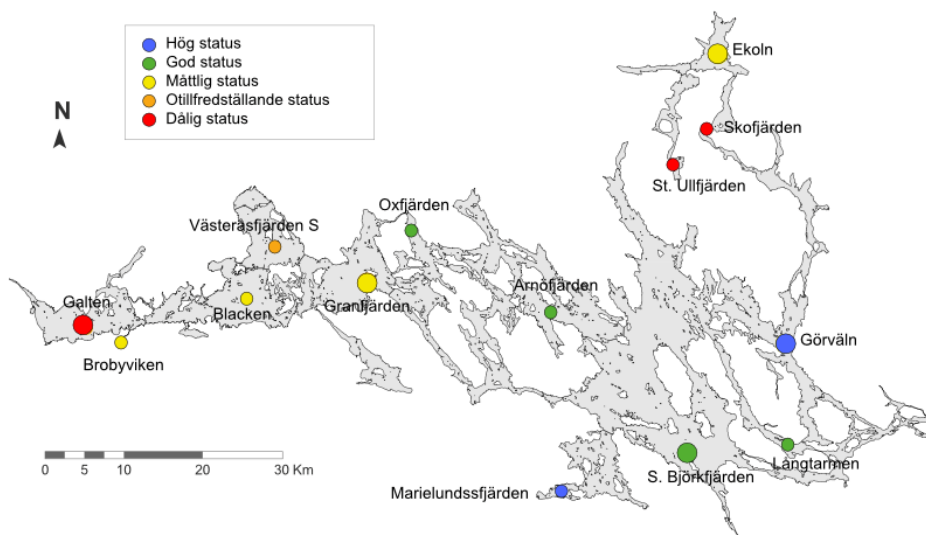
#### 4.3.1.2 Totalbiovolym och planktonτροφiskt index (PTI)

Klassningar av den ekologiska statusen med hjälp av växtplankton baseras på flera olika faktorer som speglar mängden plankton och/eller artsammansättningen. 2018 kom det ut en ny föreskrift där statusen bestäms utifrån planktonτροφiskt index (PTI) istället för trofiskt planktonindex (TPI). Fördelen med det nya indexet är att det innehåller fler släkten av växtplankton över hela näringsgradienten vilket gör det nya indexet mer robust än det gamla. Både PTI och totalbiomassa visar näringspåverkan, precis som klorofyll *a*.

2019 års statusklassning av växtplanktonsamhällets totalbiovolym (Figur 7) och PTI (Figur 8) ger en generell bättre status jämfört med tidigare två år (Wallman et al. 2019, Sonesten 2018). Vad gäller totalbiovolym klassades 2019 nio av totalt 14 stationer med god eller hög status och de sydöstra stationerna fick god eller hög status för båda parametrarna (Figur 7). Vi ser återigen ett generellt mönster med sämre klassningar i Mälarens västra delar med undantag för Granfjärden och Brobyvikens klassning av totalbiovolym där statusen förbättrades till god respektive hög. Stationerna i den nordöstra delen fick dålig till måttlig status vad gäller PTI (Figur 8) men totalbiomassan ger hög status med undantag för Stora Ullfjärden som fick otillfredsställande status.



Figur 7. Statusklassning av växtplanktonbiovolym i Mälaren 2019. Medelvärde juli-augusti har använts för Gallen, Granfjärden, S. Björkfjärden, Görvål och Ekoln (stora punkter) medan övriga stationer enbart baserar sig på resultat från provtagning i augusti (små punkter).

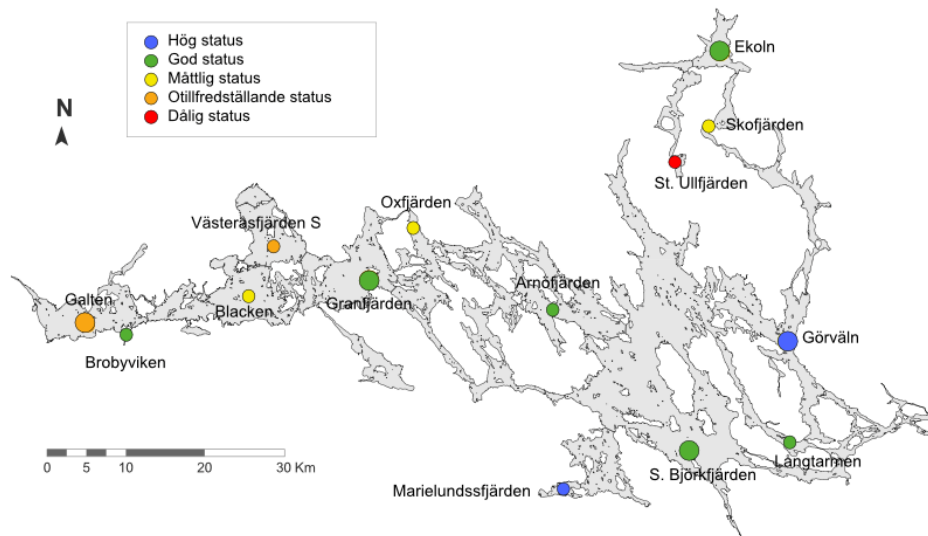


Figur 8. Statusklassning växtplankton plankton trofiskt index (PTI) i Mälaren 2019. Medelvärde juli-augusti har använts för Gallen, Granfjärden, S. Björkfjärden, Görvål och Ekoln (stora punkter) medan övriga stationer enbart baserar sig på resultat från provtagning i augusti (små punkter).



#### 4.3.1.3 Sammanvägd bedömning för växtplankton

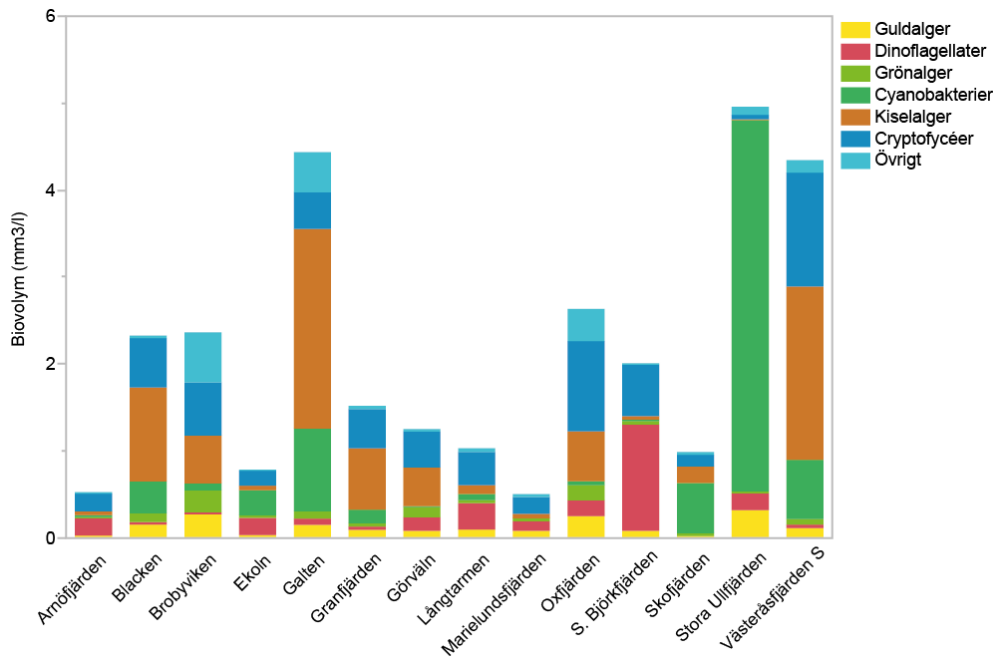
Vid klassificeringar av sjöars status med avseende på näringsämnen, baserat på växtplanktonsamhället, sammanvägs bedömningarna av klorofyll, totalbiovolym och PTI. Även den sammanvägda bedömningen resulterar i högre statusklassningar 2019 jämfört med tidigare två år och följer i princip klassningen av totalbiovolymen (Figur 9). Fyra av punkterna i västra Mälaren fick otillfredsställande till måttlig status och i nordöstra delen fick Stora Ullfjärden och Skofjärden dålig respektive måttlig status. Alla övriga stationer klassades till god eller hög status vilket är en förbättring jämfört med 2018 (Wallman et al. 2019).



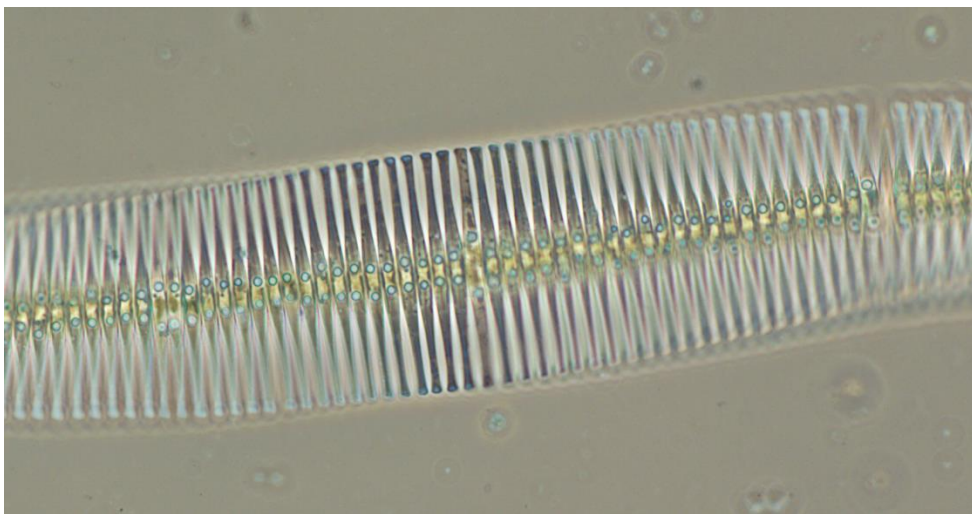
Figur 9. Sammanvägd bedömning växtplankton i Mälaren 2019. Beräknad utifrån PTI, växtplankton och biomassa. Medelvärde juli-augusti har använts för Galtén, Granfjärden, Södra Björkfjärden, Görvålén och Ekoln (stora punkter) medan övriga stationer enbart baserar sig på resultat från provtagning i augusti (små punkter).

#### 4.3.1.4 Växtplanktonsamhällets sammansättning

Resultat som visar växtplanktonsammansättning i augusti (Figur 10) tydliggör varför en station kan få bättre status för parametern biovolym än PTI. Stationer med sämre status har hög andel av växtplankton som gynnas av näringsrika förhållanden. Särskilt tydligt är det i Stora Ullfjärden och Skofjärden där den stora andelen cyanobakterier ger utslaget för PTI. I andra sidan av skalan ser vi att stationer med hög status för PTI, som Görväln och Mariefredsfjärden, nästan helt saknar cyanobakterier. Även alger i de andra grupperna av växtplankton bidrar förstås.

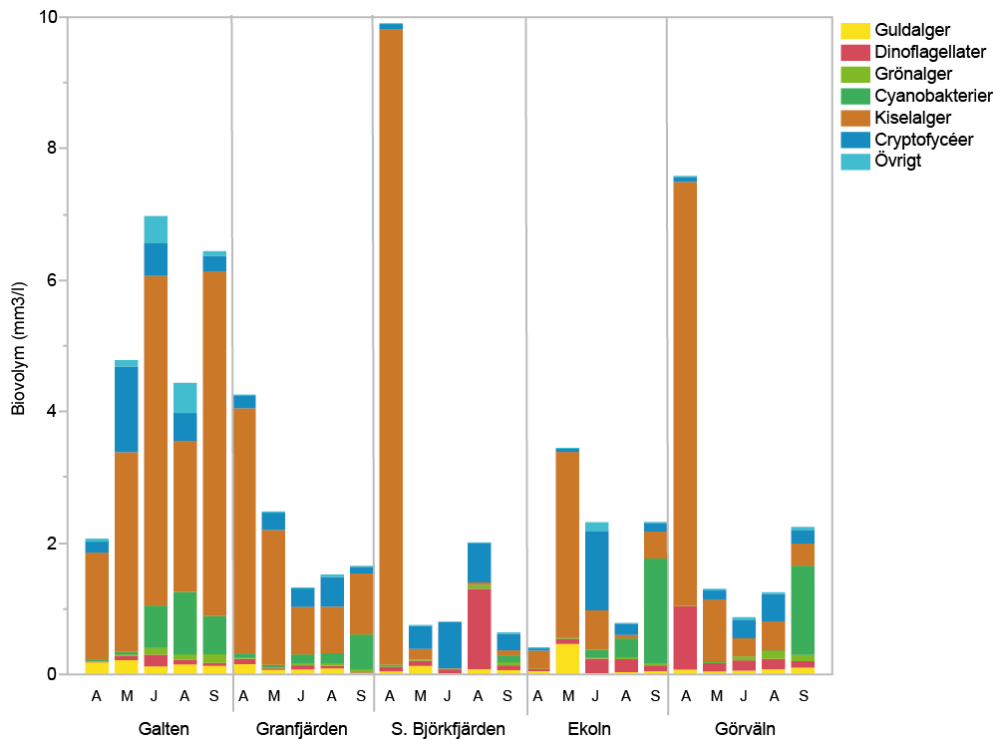


Figur 10. Växtplanktonsamhällets sammansättning augusti 2019 vid fjorton stationer i Mälaren.



Vacker kiselalg, *Fragilaria crotonensis*, från Ekoln i augusti 2019  
Foto: Isabel Quintana, SLU

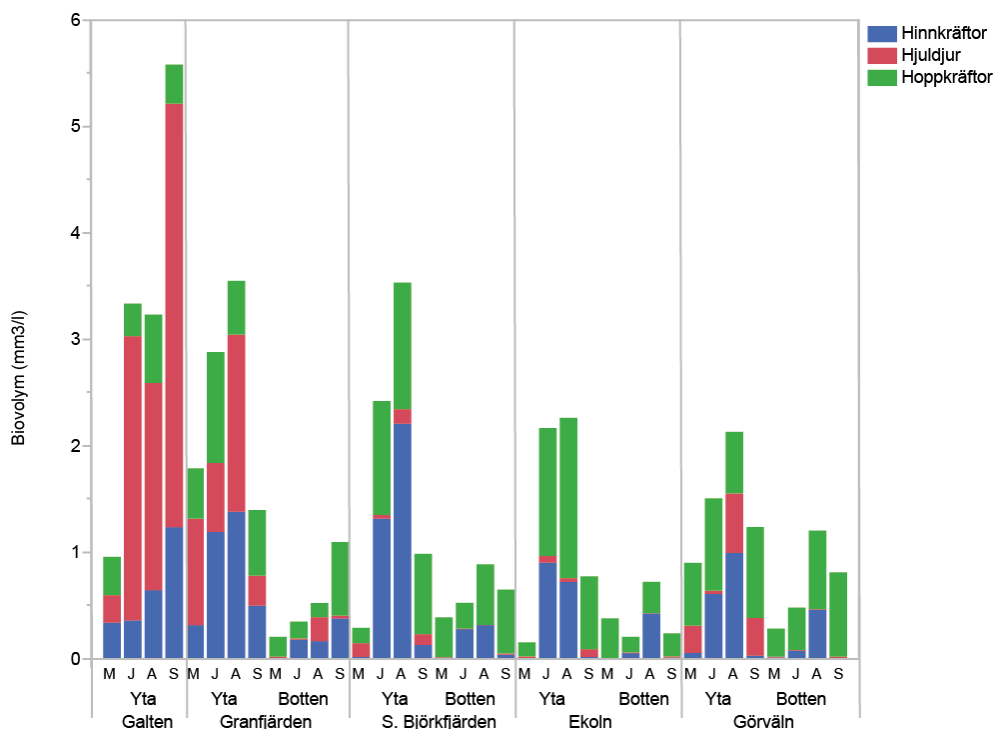
Vid fem stationer mäts växtplankton flera gånger under året vilket gör att man kan följa säsongvariationen i växtplanktons sammansättning (Figur 11). Här syns tydligt att det är på våren som växtplankton verkligen finns i riklig mängd. Då använder kiselalger den näring som frigjorts under vintern men inte kunnat användas pga för lite ljus. Kiselalgerna tål att blandas om i vårcirkulationen av vattnet och de har ofta extra högt klorofyllinnehåll för att klara av effektiv tillväxt i det lite sämre ljus som det blir när de blandas runt i vattenmassan. Kiselalgerna använder upp en stor del av de lösta näringsämnena i vattnet och sedimenterar sedan till botten när vattnet temperaturskiktas på försommaren. Kiselalger med sina kiselskal är relativt tunga och sjunker till botten om inte vattnet rörs om tillräckligt. På botten blir de en mycket viktig födokälla för botten djuren då de är rika på essentiella fettsyror som omega-3. Galten har en annorlunda växtplanktonsammansättning med höga halter av kiselalger hela sommaren. Det beror på att den sällan är temperaturskiktad, vilket gör att kiselalgerna har optimala förhållanden hela sommaren. På hösten återkommer kiselalgerna när vattnet blandas om igen, men då det oftast sker senare än september missas detta i provtagningsprogrammet för växtplankton i Mälaren.



Figur 11. Biovolym för vanliga grupper av växtplankton i Mälaren i april (A), maj (M), juli (J), augusti (A) och september (S) under 2019 för de fem stationer som har förtätad provtagning av växtplankton.

### 4.3.2 Djurplankton

Djurplankton provtas vid fem stationer i Mälaren både över och under temperaturskiktningen, då de simmar mellan dessa för att söka föda i övre delarna och gömma sig för planktonätande fisk i de djupare delarna med sämre ljus. Det finns också kallvattensarter av djurplankton som bara trivs i det kalla bottenvattnet. Biovolymen av djurplankton var generellt högst i det ytligare vattenskiktet (Figur 12). Störst biovolym fanns vid de västra provpunkterna Galten och Granfjärden där skillnaden jämfört med övriga provpunkter framförallt beror på en stor mängd hjuldjur.



Figur 12. Biovolym av de tre stora djurplanktongrupperna i Mälaren i maj (M), juli (J), augusti (A) och september (S) 2019. 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.

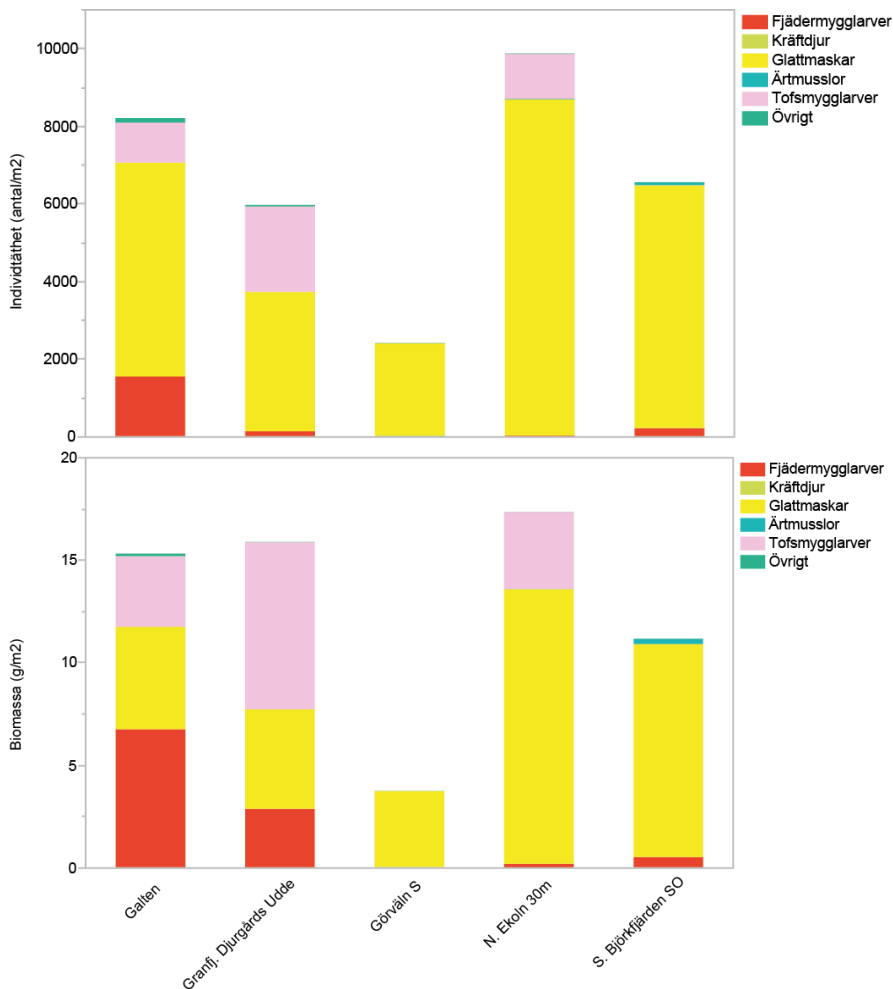
### 4.3.3 Bottenfauna på djupbottnar

Bottenfaunasamhället i djupbottnarna består av konsumenter som antingen äter organiskt material som sedimenterar ner från överliggande vattenmassa (både växtplankton och organiskt material från avrinningsområdet) eller lever som rovdjur på annan bottenfauna. Samhällets sammansättning påverkas dels av tillgången på föda, dels på olika miljöfaktorer som temperatur och syrgashalt. Olika bottenfaunaarter varierar i känslighet för t.ex. näringspåverkan i form av syrgasförhållanden och surhet. Mälaren har inte alls surt vatten så här används djupbottnarnas

fauna mest för att följa hur näringsbelastningen indirekt påverkar bottenfaunan genom syrgasförhållandena.

#### 4.3.3.1 Bottenfaunasamhällets sammansättning

Bottenfaunasamhällets individtätthet domineras av de småväxta glattmaskarna i alla bassänger och de dominerar även vad gäller biomassa i de östra stationerna Norra Ekoln, Görväln S. och Södra Björkfjärden (Figur 13). I Galten domineras biomassan av fjädermygglarver och i Granfjärden av tofsmygglarver. Att Görvälns djupbottnar har extra låg biomassa av bottendjur och i stort sett saknar andra bottenfaunagrupper än glattmaskar är märkligt. Syrgasnivåerna är bra på dessa djup.



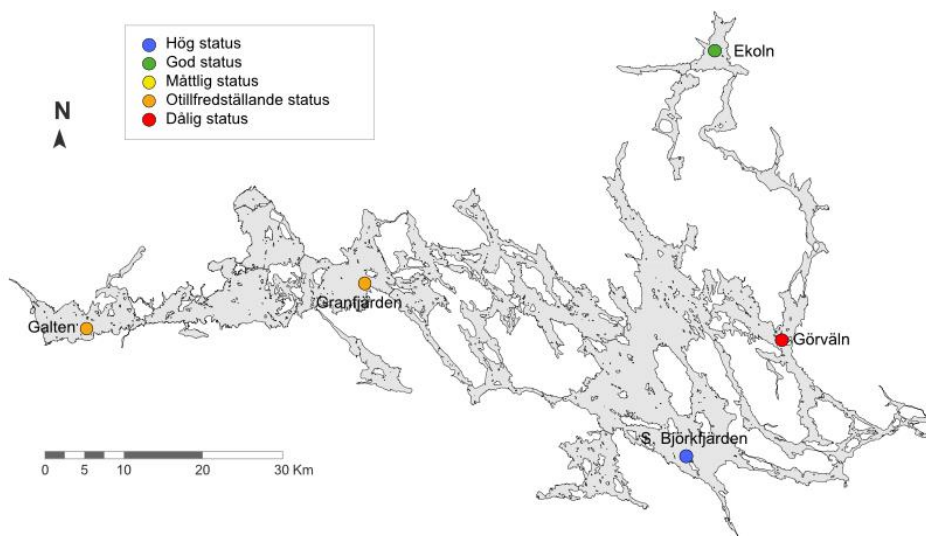
Figur 13. Bottenfaunasamhällets sammansättning på Mälarens djupbottnar i september 2019 med avseende på individtätthet (överst) och biomassa (nederst).

#### 4.3.3.2 Benthiskt kvalitetsindex (BQI)

För bottenfauna bedöms den ekologiska statusen med avseende på näringspåverkan (syrgasförhållandena) med hjälp av Benthic Quality Index (BQI). Indexet utnyttjar kunskapen om olika fjädermyggarterns känslighet mot låga syrgashalter.

Statusklassningen av BQI (Figur 14) resulterar i otillfredsställande status för Galten och Granfjärden i väster och i hög status för Södra Björkfjärden i öster vilket är samma klassning som 2017 och 2018 (Wallman et al. 2019, Sonesten 2018). Statusklassningen vid Görväln däremot gick från hög status tidigare år till dålig status 2019. Det kan förklaras av en total avsaknad av fjädermygglarver i provet då indexet resulterar i dålig status om inga indikatortaxa påträffas i provet. Det räcker med förekomst av endast en individ av ett indikatortaxon för att klassningen ska växla från dålig till någon annan nivå, beroende på vilken art som påträffas. Det är också förklaringen till att statusklassningen för Ekoln svängt från hög status 2017, till dålig status 2018 och god status 2019.

Statusen i Galten och Granfjärden sammanfaller med de höga biomassorna av fjädermygglarver i dessa bassänger (Figur 14) som framför allt utgörs av arter som är toleranta mot låga syrgasnivåer. Flera arter av fjädermygglarver har en god förmåga att kunna leva under förhållanden med låga syrgashalter, vilket ofta förekommer vid förhöjda näringsnivåer. Biomassan i Granfjärden domineras av tofsmygglarver vilka också tolererar lägre syrgashalter i och med att de inte är bundna till sedimentet utan kan simma vertikalt genom vattenmassan.



Figur 14. Statusklassning av bottenfauna i Mälaren 2019. Referensvärdena har hämtats från HVMFS 2019:25 tabell 4.3.

#### 4.3.4 Pelagisk fisk 2018

Institutionen för akvatiska resurser analyserar pelagisk fisk på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Senaste resultatrapportering är från 2018 och undersökningen gjordes 17-20 september. Områdena fiskas med trål och är ungefär desamma som för bottenfaunan (Figur 14) men utan Galten.

2018 var ju ett extremår vädermässigt och möjligen kan fisken ha påverkats av detta. Det behövs dock några år med efterdata för att studera detta. **Norsbeståndet** var stabilt med god rekrytering utom i Granfjärden vilket kan bero på att fjärden värmdes upp mycket då den är grund vilket kan ha påverkat norsen negativt. Även **siklöjebeståndet** har varit på god nivå sedan 2012. Det var stark rekrytering både i Prästfjärden och i Görväln. Beståndet var svagt i Granfjärden men starkt i de övriga fjärdarna. Även **gösen** minskade 2018 i Granfjärden men ökade i Görväln. Variationen mellan fjärdarna är stor vilket troligtvis beror på att gösen rör sig mellan fjärdarna i jakt på bytesfisk. Även i Ekoln ökade gösbeståndet 2018. **Braxen** minskade i Granfjärden men ökade något i Prästfjärden och Görväln. I Ekoln är beståndet stabilt med lite variation mellan åren. Övriga vanliga fiskar som fångades 2018 var benlöja, gers, lake, storspigg och ål.

#### 4.4 Syntes av miljöövervakningen 2019

2019 var inte ett lika extremt år vädermässigt som 2018, men det blev en nederbördsrik höst och mild vinter som ju även hjälpte till att fylla på grundvattenförråden i Mälarens avrinningsområde.

När det gäller syrgashalter i bottenvattnet har vi ökat på antalet stationer där dessa mäts och de visar att syrgashalterna i flera bassänger ger dålig status. Detta är förstås inte bra då risken ökar för internbelastning med sedimentbunden fosfor som då blir vattenlöslig igen och kan bidra till algblomningar. Även bottenlevande djur påverkas förstås av de låga syrgashalterna. Totalfosfor i ytvattnet visar liknande mönster som andra år med bättre status i sydöstra delarna av Mälaren när vattnet hunnit sedimentera ut en del fosfor i de djupare fjärdarna på sin väg genom Mälaren. Jämfört med 2018 var statusen något bättre i flera stationer i de västra och nordöstra delarna. Även för parametern siktdjup ser man mönstret med högst status i sydöstra delarna av sjön. För samtliga dessa parametrar liknar 2019 och 2017 varandra medan 2018 generellt gav sämre status något som vi kopplar till extremvädret 2018.

Växtplankton mätt som klorofyll mäts i alla stationer varje år och en jämförelse mellan de senaste tre åren visar att 2019 var det bästa av de tre då 20 av 33 stationer hade god eller hög status medan endast 6 hade det år 2018 och 16 under 2017. Cyanobakterier nådde inte lika höga halter 2019 som 2018 vilket också bidrog till överlag bättre status för parametern växtplankton. Stora Ullfjärden har dock väldigt stor dominans av cyanobakterier vilket bidrar till att den får dålig status.

Bottenfaunan i Görväln har under de senaste 3-4 åren haft relativt låg biomassa och i stort sett bara innehållit glattmaskar. I ett långt tidsperspektiv är detta ovanligt, och det har bara hänt tidigare 2001-2003 att den grupp av kräftor, oftast vitmärlor, som brukar vara vanlig vid denna station saknas nästan helt. Det kan inte förklaras av låga syrgasnivåer och måste undersökas mer. Vi känner inte till hur fiskar eventuellt kan påverka dessa små kräftdjurs bestånd i just Mälaren, genom att äta upp dem, något vi får försöka ta reda på tillsammans med granninstitutionen Akvatiska

resurser på SLU. På grund av att även fjädermygglarver saknades i Görväln 2019 fick den dålig status för bottenfaunan. Övriga fyra stationer gav god och hög status i östra delarna och otillfredsställande status i västra delarna, ett mönster som verkar stabilt mellan åren.

Det ska bli intressant att följa hur det stora inflödet av vatten från avrinningsområdet under hösten och vintern kommer att påverka 2020 års miljövariabler. Riktigt mycket lerpartiklar i norra och västra delarna har kommit med dessa tillflöden, väl synligt från satellitbilder under vintern.



## 5 Forskning

### 5.1 Första publikationen från Crosslink-projektet

I förra årets Mälarrapport presenterades det internationella projektet Crosslink som syftar till att öka förståelsen för kopplingar mellan grön och blå infrastruktur. Mälaren är inblandad då 30 av provtagningsytorna i den svenska delen av studien ligger i Mälarens nordöstra avrinningsområde. Nu har den första publikationen från projektet kommit ut. I denna har bottenfaunasamhället studerats i bäckar med olika mycket kantzon utmed bäcken samt olika typ av kantzon med olika stor andel av låga och höga växter. De bäckar som hade breda trädbevuxna kantzoner hade bäst bevarade bottenfaunasamhällen. Förutom Mälarbäckarna ingick bäckar från Belgien, Norge och Rumänien i jämförelsen. Resultaten visade att det är just trädens funktion att kunna skugga bäcken som är viktigast för ett artrikt bottenfaunasamhälle. Näst viktigast var övrig vegetation i kantzonen och att den var tillräckligt bred. Studien publicerades i april 2020 i tidskriften Water och har titeln: **Assessing the benefits of forested riparian zones: a qualitative index of riparian integrity is positively associated with ecological status in European streams**. En länk till publikationen i fulltext finns här: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/4/1178>.

Skuggande träd kring bäckar kommer troligtvis bli än viktigare i ett varmare klimat även för fisksamhället vilket gör att vi redan nu behöver planera för detta så att träden hinner bli stora och göra nytta i åkerlandskapets bäckar och åar. Vi fortsätter att följa de resultat som publiceras från projektet.

### 5.2 Mälaren en dricksvattenreservoar med rester i vattnet av mediciner och industrikemikalier

Norrsvatten som är en kommunal dricksvattenproducent, har tillsammans med det stora forskarnätverket DRICKS (Chalmers, SLU & Lunds tekniska högskola) finansierat ett projekt om organiska miljöföroreningar vid 11 stationer i Mälaren. Målsättningen var att följa årstids- och djupledsvariationen hos miljöföroreningarna. Studien gjordes 2017 och resultaten har presenterats på tidigare Mälarseminarium. Nu har den också presenterats i den vetenskapliga tidskriften Chemosphere (Rehrl et al. 2020) och för de som vill läsa alla detaljer hittas publikationen här: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126168>.

Provtagningspunkterna i Ekoln och Västeråsfjärden hade högst summakoncentration av organiska miljögifter vilket reflekterar att de ligger nedströms städer. Prästfjärden hade de lägsta halterna. Säsongsstudien visade att det var högst halter under våren och lägst under sommaren. Högre nedbrytning av organiska ämnen förväntas vid högre temperaturer och även av solljusets nedbrytande egenskaper. Särskilt rester av allergimedikiner hade höga halter på våren och försomma-

ren då de också används mest. Det fanns också en variation i djupled med högre halter närmare botten av de flesta ämnena.

I analysen ingick 111 ämnen och 73 av dessa hittades i proverna. På 10-i-topp listan fanns följande ämnen:

1. Tolytriazol – industrikemikalie som hindrar korrosion på koppar och järn
2. Lamotrigin – antiepileptisk medicin
3. Koffein – viktig beståndsdel i kaffe
4. Karbamazepin – antiepileptisk medicin
5. Cetirizin – antihistaminmedicin mot allergier
6. Tramadol – morfinliknande medicin mot smärta
7. Bikalutamid – cancermedicin
8. DEET – insektsmedel för utvärtes användning mot t.ex. myggor
9. Metoprolol – betablockerande medicin mot högt blodtryck
10. Oxazepam – ångestdämpande och lugnande medicin

Både lamotrigin och karbamazepin renas dåligt i reningsverk vilket gör att de återfinns i sjöar som är recipienter för avloppsvatten. Även nyare flamskyddsmedel som ersätter bromerade flamskyddsmedel hittas strax utanför 10-i-topp listan. Studien visar att det finns flera organiska miljöföroreningar som behöver fortsätta följas upp i Mälaren för att kunna studera möjliga exponeringsscenarier.

### 5.3 Provtagning i Mälaren för nya projekt

Flera forskare från institutionen för vatten och miljö har bett om att få prover tagna av besättningen på båten. Prover för växthusgasmätningar och mera organiska miljöföroreningar har t.ex. tagits. Dessa fortsätter att tas under 2020.

## 6 Resultat från studentarbeten

### 6.1 Hittas samma organiska miljöföroreningar i vattnet som i vandrarmusslor från Mälaren?

Mikael Isaksson skrev under 2019 sitt självständiga arbete på masternivå på programmet Miljötoxikologi på Uppsala universitet. Studien gjordes på SLU på Institutionen för vatten och miljö, med Frank Menger, Wiebke Dürig och Oksana Golovko som handledare. I studien jämfördes rester i miljön av läkemedel, flamskyddsmedel, kroppsvårdsprodukter, pesticider, konserveringsmedel, opioider och en industrikemikalie från olika delar av Mälaren. Olika delar av miljön kan vara olika bra på att ta upp miljöföroreningar och därför jämfördes halten i vandrarmusslor, i vattnet och halten när man provtagit med en speciell provtagare som drar

åt sig organiska miljöföroreningar, så kallad passiv provtagning. Av de 92 ämnen som totalt studerades hittades 13 i musslorna, 38 i vattenprovet och hela 46 med den passiva provtagaren. Musslorna hade framförallt tagit upp antidepressiva läkemedel. I vattenprovet dominerade istället industrikemikalien och den var också den näst mest förekommande i specialhämtdaren. Denna studie gjordes i samarbete med ett större forskningsprojekt, Lake POPs, vilket gör att vi kan återkomma med andra resultat från forskningsprojektet. Titeln på Mikael Isakssons masterprojekt är **Occurrence of organic micropollutants (OMPs) in Lake Mälaren using zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and passive water samples** och den fullständiga publikationen finns att ladda ner från denna länk: <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1296828/FULLTEXT01.pdf>.

Det är positivt att musslorna är dåliga på att ta upp många av de miljöföroreningar som finns i vattnet. Det innebär att organiska miljöföroreningar inte sprids vidare i så hög grad i näringsväven av just dem. Intressant är att ämnen som är designade för att användas av levande organismer som mediciner för människor också är just de ämnen som tas upp och hittas i andra djur, i detta fall vandrarmusslor.

## 6.2 Modellering av framtidens årstidsväxlingar i Ekoln

Den globala uppvärmningen kommer att påverka jordens klimat i många sekel framöver. I Sverige kan vi vänta oss högre temperatur, längre vegetationsperiod och flöden med stora säsongsvariationer. Eftersom de framtida klimatförändringarna kan komma att påverka Uppsalas möjlighet till dricksvattenproduktion undersöks möjligheten att använda Ekoln som kompletterande råvattentäkt. Vattenkvaliteten påverkas av den årstidsbundna cirkulationen av vattnet med vinter- och sommarskiktning av vattnet och vår- och höstomblandning. I detta examensarbete, som var det avslutande momentet på fem års studier för **Sandra Lindqvist** på civilingenjörsprogrammet miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet och SLU studerades hur den årstidsbundna cirkulationen ändras med två av de framtidsscenarierna som finns för klimatet för år 2050: RCP4.5 (utsläpp av CO<sub>2</sub> kulminerar 2040) och RCP8.5 (3 ggr större CO<sub>2</sub>-utsläpp år 2100). En tredimensionell spridningsmodell av typen MIKE 3 Flow Model FM från Tyréns AB användes efter att ha modifierats och kalibrerats. Ett helt år årstidsbunden cirkulation simulerades för de två klimatscenerierna och jämfördes med referensåret 1989. Modellen visade att sommarskiktningen av vattnet i snitt kan förekomma nio dagar längre vid RCP4.5 scenariot. Vid RCP8.5 blev även temperaturen i ytvattnet varmare och vinterstagnationen försvann beroende på utebliven isläggning.

Examensarbetet utfördes på SLU som en del av ett större projekt där Uppsala Vatten och Avfall AB var beställare. Projektet kopplas även till FORMAS-projektet ClimAqua om modellering av klimatförändringars effekter på mikrobiologiska risker för ett säkert och hållbart dricksvattenssystem. Handledare var Ekaterina Sokolova, Chalmers tekniska högskola och ämnesgranskare var Stephan Köhler, SLU. Studien publicerades 2019 och har titeln **Vilken effekt har framtida klimat**

**på strömningsmönster i Ekoln - en modelleringsstudie baserad på MIKE 3 FM** och finns att ladda ner från denna länk: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1341472/FULLTEXT01.pdf>.

### 6.3 Bedömning av cyanobakterieblomning via satellit

Information om algblovningsläget från satelliter under sommaren är vi vana att få från Östersjön. Denna typ av övervakning går också att göra från sjöar som har tillräckligt stora ytor utan för grunt vatten som stör analysen. Rapporterna från Östersjön baserar sig på övervakning av klorofyll-*a*-pigmentet men det går också att med algoritmer bearbeta satellitbilderna så att de ger svar på om det också finns cyanobakteriepigmentet fykocyanin, vilket skulle ge en mer precis bestämning om växtplanktonen är just cyanobakterier. Både bedömning av klorofyll (dvs. alla växtplankton) och cyanobakterier är under utveckling för sjöar, då dessa ofta har mer svårtolkade resultat än Östersjön p.g.a. att de innehåller mer humus och lerpartiklar i vattnet. Under våren 2020 har **Patrik Hildén** gjort ett 15 hp kandidatarbete vid SLU där han studerat just hur bra sambandet mellan miljöövervakningens mätningar i fält stämmer överens med de värden som kommer från satellitövervakningen. När rapporten är helt färdig kommer den att finnas länkad till på webbsidan Fokus på Mälaren. Satellitbilderna filtrerades med algoritmer av Petra Philipson på Brockmann Geomatics som handledde projektet tillsammans med Stina Drakare, SLU.

Huvudresultatet från detta kandidatarbete är att det, trots att fyra års data använts i jämförelsen, är väldigt få tillfällen då det varit klart väder vid provtagningen i sjön. För klorofyll fanns 106 matchningar av 306 möjliga provtillfällen (35 %). För prover med fullständig växtplanktonanalys fanns matchning mellan satellit och provtagning vid 22 tillfällen av 89 möjliga (25 %) under de fyra åren. Sambandet mellan klorofyll mätt i vattnet och från satellit hade ändå hög förklaringsgrad på ca 70 %. Det cyanobakteriespecifika pigmentet ger via beräkningarna i nuläget en cyanobakterieflaggning vid halter över en viss nivå. En sådan flaggning blev det för matchade prov bara vid 13 tillfällen och i endast två av dessa hade cyanobakterier analyserats i mikroskop. I det ena var det en stor mängd cyanobakterier i provet (7,7 mm<sup>3</sup>/l, Stora Ullfjärden, 2017-08-17) och i det andra fallet låg mängd (0,13 mm<sup>3</sup>/l, Galten 2016-09-12). Cyanobakterieflaggningen via satellit behöver alltså fler prover för att kunna verifieras, medan klorofyllbestämning från satellit redan fungerar tillräckligt bra för Mälaren.



Figur 15. Satellitbild som visar hur Mälaren skiftar i olika mycket grönt i olika delbassänger. Bild från Sentinel 3 med pixelstorlek 300 x 300 m från den 8 juni 2019. Bilden är från Finlands miljöcentral (SYKE:s) webbsida Tarkka som publikt visar satellitfoton från flera satelliter (<https://wwwi4.ymparisto.fi/i4/eng/tarkka/index.html>), Originalbild från: ESA Copernicus Sentinel Data, SYKE.

När bedömningar av cyanobakterieblomningar i Mälaren baserade på pigment specifika för cyanobakterier blir allt bättre i framtiden kan man förvänta sig fler möjliga dagar med cyanobacteriespecifika algblomningsbedömningar. Då är det snarare antalet molnfria dagar som begränsar. En grov uppskattning av hur många dagar per månad bilderna duger för algblomningsuppskattning visar att det under den varma ljusa delen av året (här antaget som april till och med oktober) i snitt är 11 molnfria dagar per månad över ett specifikt område (Stora Ullfjärden). Från satellit skulle man alltså under 7 månader kunna få bedömningar från 78 dagar av 240 möjliga, d.v.s. cirka en tredjedel av dagarna (år 2019 valdes för grov uppskattningen). Som jämförelse tas vanliga växtplanktonprov i Stora Ullfjärden bara en gång vartannat år i augusti. Algblokningsbedömningar görs också av kommunerna upp till sex gånger per sommar vid badplatser under badsäsongen. Satellitövervakning av algblokningsövervakning överstiger alltså vida den övervakning som i nuläget görs i Mälaren, undantaget den kontinuerliga mätning som görs nära dricksvattenintag vid en del vattenverk. Satellitbilder blir tillgängliga med bara en dags fördröjning vilket är bra om man t.ex. vill koppla det till varningar till allmänheten att vara försiktiga vid bad eller att låta bli att låta husdjur och boskap dricka sjövattnet.

## Referenser

- Burdon, F.J., Ramberg, E., Sargac, J., Forio, M.A.E., de Saeyer, N., Mutinova, P.T., Moe, T.F., Pavelescu, M.O., Dinu, V., Cazacu, C., Witing, F., Kupilas, B., Grandin, U., Volk, M., Rîşnoveanu, G., Goethals, P., Friberg, N., Johnson, R.K. & McKie, B.G. (2020) Assessing the benefits of forested riparian zones: A qualitative index of riparian integrity is positively associated with ecological status in European streams. *Water* 2020 (12):1178.
- HVMFS 2019:25. (2020) Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Havs- och vattenmyndigheten, föreskrift 2020:25.
- Isaksson, M. (2019) Occurrence of organic micropollutants (OMPs) in Lake Mälaren using zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and passive water samplers. Uppsala universitet, 54 s.
- Lindqvist, S. (2019) Vilken effekt har framtida klimat på strömningsmönster i Ekoln – en modelleringsstudie baserad på MIKE 3 FM. Uppsala universitet & SLU, Examensarbete 30 hp. UPTEC W 19 029, ISSN 1401-5765, 64 s.
- 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: 126168.
- Sonesten, L. (2018) Mälaren 2017 – Sammanfattande resultat från miljöövervakningen 2017. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö; Rapport 2018:8.
- 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