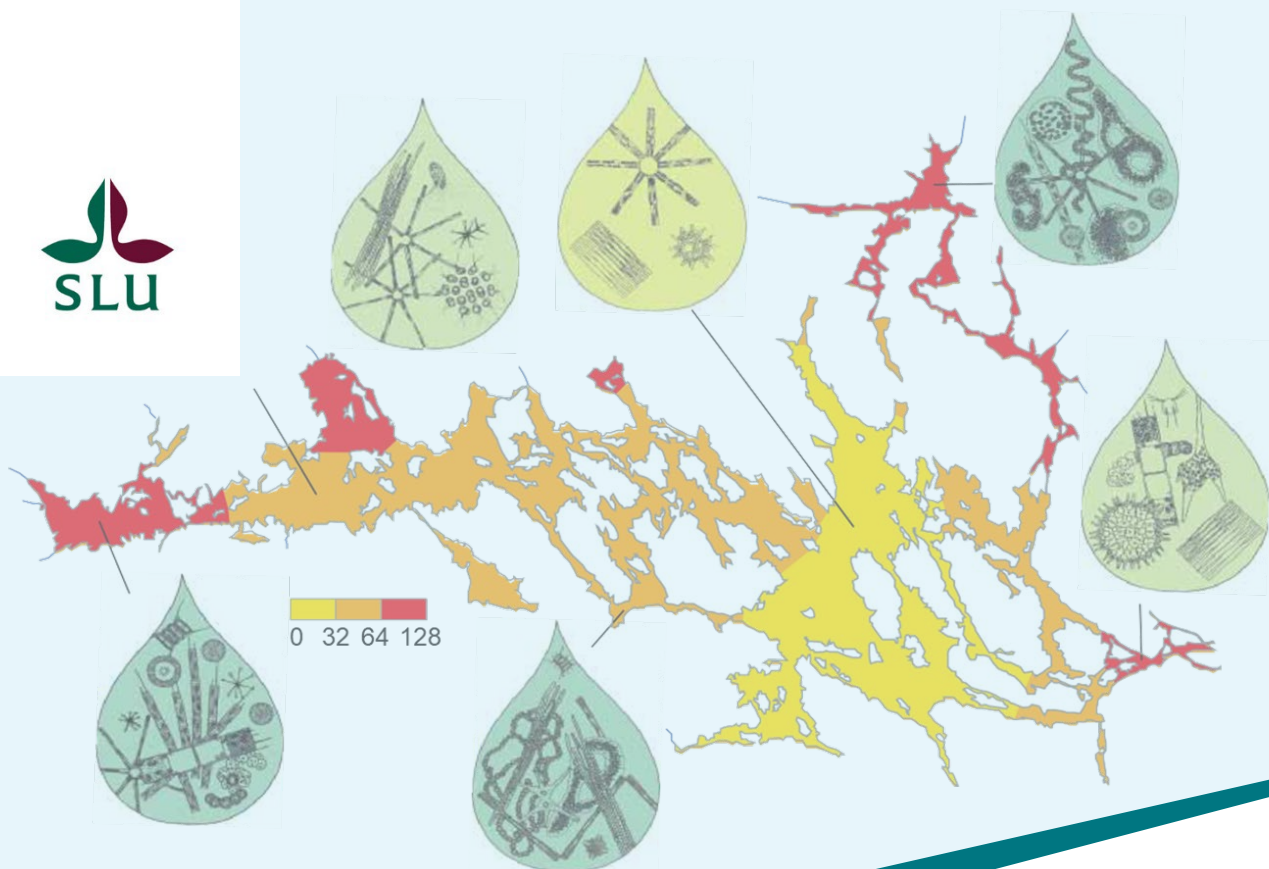




Sextio år av Mälarövervakning

Historisk återblick av hur programmet startade och
har förändrats för att möta ändrade behov

Eva Willén, Anders Wilander, Mikael Östlund & Stina Drakare

Sextio år av Mälarövervakning

Eva Willén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö

Anders Wilander, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö

Mikael Östlund, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö

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

Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö
Utgivningsår:	2026
Utgivningsort:	Uppsala
Omslagsbild:	Underlag till en bild som användes i en publikation i tidningen VI 1967. Bildidén kom från Torbjörn Willén koncentrationen av fosfor i vattnet och dropparnas färg visar mängden växtplankton och bilderna i dessa dominerande alger.
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö 2026:3

© 2026 (Willén, Wilander, Östlund & Drakare)

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

Sammanfattning

Omfattande undersökningar påbörjades i Mälaren 1964 initierat av Naturresurskommittén, som var en del av Statens Naturvetenskapliga Forskningsråd. Orsaken var sjöns centrala läge som råvattentäkt, recipient och rekreationsområde och problem med sjöns vattenkvalitet och återkommande algbloomingar. Undersökningen sågs som en början på ingående studier av Sveriges större sjöar. Syftet var att klarlägga vetenskapliga frågor, analysera orsakssamband, beskriva praktiska vattenvårdsfrågor och utbilda expertis inom vattenområdet. I början ingick även tillflödena och Hjälmaren.

När miljöövervakningen i Mälaren startade fanns inte Naturvårdsverket som bildades först 1967 och då blev huvudman för undersökningarna. Mälarens vattenvårdsförbund (MVVF) bildades 1998 och programmet inkluderades i nationell miljöövervakning där delprogrammet nu heter Stora sjöar omfattande de tre regionala vattenvårdsförbunden för Mälaren, Vättern och Väneren. Naturvårdsverkets akvatiska delar flyttades 2011 till den då nybildade Havs- och vattenmyndigheten som sedan dess står för en del av medlen till övervakningsprogrammet medan resterande del kommer från vattenvårdsförbundets medlemsavgifter.

När undersökningarna startade provtogs ett hundratal lokaler för analys av vattenkemi, växt- och djurplankton. Antalet provplatser reducerades när man lärde känna sjöns alla bassänger och kunde se var resultat liknande varandra tillräckligt för att minska antalet. Provtagningar i sund avslutades år 2000 för att resultaten var svåra att utvärdera då flödet varierade stort och ibland ändrade riktning. Transporten mellan bassänger är dock viktig att känna för att kunna modellera processer i sjön. Lägst antal provplatser var det 2001–2005 med bara de elva långliggande stationerna kvar i programmet. År 2008–2010 gjordes yttäckande provtagning för vattenkemi liknande den vid starten, denna gång med helikopter på 56 lokaler. Den yttäckande informationen samt behov kopplat till vattendirektivet gjorde att provplatserna 2006 ökades till runt 20 och ytterligare till strax över 40 efter 2017. Vid starten togs endast ytprov, men de dåliga syrgasförhållandena i bottenvattnet gjorde att prov var femte meter togs under många år. Efter 1995 minskades djupen till endast prov vid ytan, på 15 meter samt bottennära. På senare år när både syrgas- och temperaturmätning görs enkelt direkt i fält via en mätare på en lång kabel görs dessa mätningar mycket tätare och vid flera lokaler i augusti. Däremot tas vattenkemi endast vid ytan, 15 m och bottennära. När det gäller provtagningsintervall började man med sommar- och höstprovtagning, sedan ökade man till att sju månader provtogs fram till 1995. Då minskades frekvensen och täckte bara in de fyra årstiderna med en provtagning vardera. 2001 ökades provtagningen igen till sex gånger per år, med de tillagda proverna på sommarhalvåret. Övervägande antalet prover tas, dvs flest provplatser, numera i augusti eftersom växtplanktonresultat då går att använda till statusbedömning och rapportering.

De vattenkemiska parametrarna är många, 79 redovisas i databasen. Flera vanliga parametrar som vattenfärg, konduktivitet, alkalinitet, vanliga joner som kalcium, magnesium, natrium, kalium och klorid, ammoniumkväve, pH, syrgas, klorofyll-a, djurplankton och bottenfauna har bestämts med liknande metoder under alla år, vilket gör att det går bra att beräkna tidsserianalyser. Andra vanliga parametrar som totalfosfor, organiska ämnen, siktdjup, sulfat, många kväveföreningar, fosfat och växtplankton har däremot ändrat metod en eller flera gånger under de 60 åren. I rapporten tydliggör vi detta så att man kan ta hänsyn till att eventuella stegvisa ändringar i tidsserier kan bero på metodbyten. Parametern turbiditet har tillkommit runt 2010 eftersom det

blivit allt viktigare att kunna visa hur höglöden påverkar vattnet med partiklar från land. Ämnen som finns i låga halter som metaller och halvmetaller s.k. spårämnen, har bara bestämts periodvis, senaste gången 2017–2012 för att bedöma kemisk status. Parametrar som tagits bort är undersökningar av bakteriehalter, primärproduktion samt sedimentens innehåll av olika ämnen. I början gjordes också karteringar av de hydrologiska förhållandena, något som senare förfinats med nya djupkartor.

Att följa växtplanktons artförekomst och biomassa i Mälarens olika delar har sedan start varit en primär uppgift. Tidiga resultat visar att både cyanobakterier och kiselalger bidrar till hög produktion i sjön; kiselalger med hög biomassa under vår och höst, medan cyanobakterierna är typiska högsommarplankton. Även guldalger kunde ha stor biomassa och alla tre grupperna kopplades till smak- och luktproblem med vattnet. Publicerade kartor som visade vilka växtplankton som dominerade och i samma karta visades mängden växtplankton och totalfosfor (se bilden på rapportens framsida eller figur 3).

Många artiklar publicerades i dagspress och fackpress under slutet av 1960-talet för att stödja en debatt om att sjön behövde hjälp för att kunna fortsätta vara ”en oas i stället för en kloak”. Resultaten bidrog till att fosforfällning i reningsverken infördes och vilket gav en ganska snabb nedgång i både fosforhalt och cyanobakterier, men nivåerna var ändå för höga och åtgärdsarbetet behöver fortsätta.

För övriga organismgrupper visar vi exempel på studier som inkluderat t.ex. ishavs-relikter av djurplankton och bottenfauna eller de stora vattenväxtinventeringar som gjordes de första årtiondena med hjälp av en kombination av ortofoton och inventering på plats. Vi föreslår att en sådan upprepas.

Rapporten avslutas med flera förslag på justeringar att göra i miljöövervakningsprogrammet.

Abstract

Extensive investigations began in Lake Mälaren in 1964, initiated by the Natural Resources Committee, a part of the National Natural Science Research Council. The motivation was the lake's central location as a source of raw water, recipient and recreation area in combination with a declining water quality with large algal blooms in summer. The survey program was seen as the beginning of in-depth studies of Sweden's larger lakes. The objective was to clarify scientific questions, analyse causal relationships, describe practical water conservation issues and educate expertise in the water area. In the beginning, tributaries and Lake Hjälmaren were also included.

When the Swedish Environmental Protection Agency was formed in 1967 it became the principal for the project. The Lake Mälaren's Water Conservation Association (MVVF) was formed in 1998, and the program was included in national environmental monitoring as the sub-program Large lakes comprising Lakes Mälaren, Vättern and Vänern. In 2011, the aquatic sections of Swedish Environmental Protection Agency were moved to the newly formed Swedish Agency for Marine and Water Management. Which, since then, accounts for part of the funds for the program, while the remaining part comes from the MVVF's membership fees.

When the investigations started, around a hundred sites were sampled for analysis of water chemistry, phyto- and zooplankton. The number of sampling sites was reduced when results were similar enough to reduce the number of sites.

The lowest number of sampling sites was in 2001–2005, with only eleven long-term stations remaining in the program. In 2008–2010, a wide surface coverage sampling for water chemistry was carried out similar to that at the start, at 56 sites. The surface-covering information and new needs linked to the Water Framework Directive led to an increase in the number of sampling sites to around 20 in 2006 and to just over 40 after 2017.

Sampling in the straits between different basins ended in 2000 because the results were difficult to evaluate as the flow varied greatly and even changed direction. At that time, the technology for continuous measurements did not exist. However, the transport between basins was modelled.

At the start of the program, only surface samples were taken, but known, poor oxygen conditions in the bottom water indicated that depth profiles were important, thus during many years sampling was done at every five meters depth. After 1995, the intervals were reduced to samples only at the surface, at 15 meters and near the bottom. In recent years, when both oxygen and temperature measurements are made easily directly in the field via analysers on a long cord, these measurements are again made at many sites, and more frequently, especially in August. However, water chemistry is only analysed on samples from surface, 15 m and close to the bottom.

Regarding sampling intervals, the program started with summer and autumn sampling, then added months, usually sampling was done seven times a year until 1995 when only the four seasons were covered for a few years: But in 2001 at least the eleven long-term stations were sampled six times a year. The program now has the highest number of sites covered in August because phytoplankton results can then be used for status assessment and reporting.

The water chemistry parameters are many, 79 are reported in the database. Several common ones such as colour, conductivity, alkalinity, many common ions such as calcium, magnesium, sodium, potassium and chloride, ammonium nitrogen, pH, oxygen, chlorophyll-a, zooplankton and benthic fauna have been determined using similar methods throughout the years, which makes them workable to evaluate with time series analysis. Other common parameters such as total phosphorus, organic substances, Secchi depth, sulphate, many nitrogen compounds, phosphate and phytoplankton have changed methods during the 60 years. In the report, we highlight this so it can be likely that step changes in time-series of some parameters may be due to such changes. Turbidity was added around 2010 because it became increasingly important to follow how high flows affect the water with particles from land. Substances that usually are present in low concentrations such as heavy metals and semi-metals (so-called trace elements), were measured periodically, most recently in 2017–2012 focusing on heavy metals to assess chemical status. Parameters deleted early were heterotrophic bacteria, primary production and the sediment content of various substances.

In the beginning, mapping of the hydrological conditions was also done, something that was later refined with new measurements of depth for different purposes not included in the environmental monitoring program.

Following the species abundance and biomass of phytoplankton in different parts of Lake Mälaren has been a primary task since the beginning. Early results show that both cyanobacteria and diatoms contribute to high production in the lake; diatoms with high biomass during spring and autumn, while the cyanobacteria are typical summer plankton. Some chrysophytes did also have large biomass, and all three groups were linked to taste and odour problems. Maps were published showing which phytoplankton group dominated in each basins together with the total phosphorus

concentration (see picture on the cover of the report or figure 3). Many articles were published in the daily press and professional magazines during the late 1960s with an aim to support the debate that Mälaren needed help to continue being the “queen of lakes instead of a sewer tank”. This contributed to the introduction of a chemical precipitation step in the treatment plants to decrease phosphorus levels and a rather rapid decline in both phosphorus concentrations and phytoplankton was seen in the lake, but the levels were still too high, and the remedial work continued.

For other organism groups, we give examples of studies that include cold water adapted species of zooplankton and benthic fauna from earlier lake stages (brackish water) as well as the large aquatic plant inventories made in the first decades using a combination of orthophotos and in situ inventories and suggest that such an inventory should be repeated.

The report finishes with several suggestions for adjustments of the current environmental monitoring program.

Förord

Syftet med denna rapport är en sammanställning av de undersökningar som gjorts i Mälaren under olika huvudmän och utförare under 60 år för ökad överblick och för att ge en ny generation av miljöövervakare information om tidiga resultat och undersökningar som bidragit till det nuvarande miljöövervakningsprogrammet. Mälarens vattenvårdsförbund önskade en genomgång av alla stationer som ingått med information om varför stationer tagits bort eller tillkommit. På liknande sätt önskade man dokumentation om vad som provtagits, varför parametrar har tillkommit eller tagits bort. Man önskade vidare information om hur syftet och resultaten presenterades samt hur målgruppen beskrevs, särskilt vid starten, liksom information om vilka utförare som varit inblandade i provtagning och analyser under de 60 åren som programmet pågått.

Med förhoppning om att de rapporter och dokument vi grävt fram ur arkiven och beskriver valda delar av i denna rapport ska vara av nytta för framtida planering av såväl övervakning som åtgärder, i kombination med de trendanalyserna av de långa tidsserierna med data som presenterades i 2023 års Mälarrapport (Drakare et al. 2024).

Uppsala 2026-02-20

Innehållsförteckning

Sextio år av Mälarövervakning	2
Förord	7
1. Hur Mälarens övervakning började	11
1.1 Mälarundersökningens start och målsättning	11
1.2 Programnamn och beställare under 60 år	11
1.3 Mälarundersökningens organisation	12
1.4 Utförare genom åren	13
1.5 Provtagningsbåtar	14
1.6 Tidiga beskrivningar av Mälarens hydrologi	16
1.7 Tidiga resultatredovisningar	16
2. Provtagningsupplägg under 60 år	19
2.1 Provtagningar de första två åren	19
2.2 Delbassängsstudier de första åren	20
2.2.1 Galten och Blacken 1965–1970	21
2.2.2 Ekolnsystemet 1967–1973	21
2.2.3 Ekoln–Görvälssystemet 1969–1973	21
2.2.4 Stora och Lilla Ullfjärden	22
2.3 Helikopterprovtagning 2008–2010	22
2.4 Mälarens sund	23
2.5 Stationer med långa tidsserier	23
2.6 Övervakning efter vattendirektivets tillkomst	24
3. Fysikaliska och kemiska parametrar	26
3.1 Fördelning av prover i tid och djupled	26
3.2 Parametrar	27
3.3 Parametrar som bestämts med samma metoder sedan start 1964	29
3.3.1 Konduktivitet	29
3.3.2 Katjoner	29
3.3.2 Anjonen klorid	30
3.3.3 Kisel	30
3.3.4 Vattentemperatur och syrgas	30
3.3.5 Vattenfärg	31

3.4	Parametrar som bytt metod	31
3.4.1	Totalfosfor	31
3.4.2	Organiska ämnen	31
3.4.3	Siktdjup	32
3.4.4	Vattenfärg	33
3.4.5	Anjonen sulfat	34
3.4.6	Kväveföreningar	34
3.4.7	Fosfat	35
3.5	Parametrar som lagts till	35
3.5.1	Fluorid	35
3.5.2	Turbiditet	35
3.6	Parametrar som bestämts periodvis	36
3.6.1	Spårämnen	36
3.6.2	Slamhalt	37
4.	Växtplankton	38
4.1	Tidiga undersökningar av växtplankton	38
4.2	Växtplanktonundersökningar på 1960–1970-talet	40
4.3	Fördjupade studier Görväln	41
4.4	Fortsatta växtplanktonundersökningar	42
4.5	Metodbyten för växtplankton	43
4.6	Växtplanktons biomassa, artsammansättning och underlag för vattenkvalitetsbedömning	44
4.7	Klorofyll- <i>a</i> i växtplankton	46
4.8	Växtplanktons primärproduktion	47
5.	Djurplankton	48
6.	Bottenfauna	51
6.1	Tidiga bottenfaunaundersökningar	51
6.2	Bottenfauna 1969–1970	51
6.3	Litoral- och sublitoral bottenfauna	54
6.4	Särskilda artkommentarer för faunan	55
6.4.1	Glacialrelikter	55
6.4.2	Invasiva kräftdjur	55
6.4.3	Vandrarmussla	55
7.	Makrofyter – högre vattenvegetation	57
7.1	Sammanfattning av förändringar i Mälarens vegetation 1969–1980	59
7.2	Förnyad vegetationsundersökning 1996	61
7.3	Övriga vegetationsstudier i Mälaren	61
7.4	Främmande invasiva arter av makrofyter	62
7.5	Rödlistade arter och typer för Natura 2000	62
8.	Bakterier	64

9. Sedimentundersökningar.....	65
10. Förslag	67
10.1 Undersökningar vid Mälarens sund	67
10.2 Förslag gällande vattenkemiska parametrar.....	67
10.3 Justera provtagningsdjup och månader.....	68
10.4 Förslag angående utvärderingar.....	69
10.5 Information till allmänheten	69
10.6 Biologiska parametrar att lägga till.....	69
Referenser.....	71
Bilaga 1 Underlag till rapporten.....	76
Tabell B1 Provtagningsstationer för fysikalisk-kemiska parametrar	77
Tabell B2 Provtagningsstationer för växtplankton	82
Tabell B3 Provtagningsstationer för klorofyll	86
Tabell B4 Provtagningar av djurplankton i Mälaren 1964–2022	88
Tabell B5 Bottenfauna - profundalstationer	89
Tabell B6 Bottenfauna - sublitoralstationer	91
Tabell B7 Bottenfauna - litoralstationer	93
Tabell B8 Makrofytinventeringar	95

1. Hur Mälarens övervakning började

1.1 Mälarundersökningens start och målsättning

I den riksomfattande inventering av Sveriges inlandsvatten, som dåvarande Naturresurskommittén inom Statens Naturvetenskapliga Forskningsråd initierade 1963, valdes Mälaren med tillflöden som inkluderade Hjälmaren. Orsaken var sjöns stora betydelse som råvattentäkt, recipient och rekreationsområde för invånarna i angränsande storstadsområden samt att vattenkvaliteten var ofullständigt känd.

Ett omfattande detaljplaneringsarbete föregick starten av det praktiska arbetet där såväl personer från akademier, universitet och myndigheter var inblandade. Samordnade och mångåriga undersökningar i avrinningsområden av denna omfattning saknades i landet. Målsättningen var att få till stånd allsidiga, ingående och fortlöpande undersökningar för att klarlägga vetenskapliga problemställningar, analysera orsakssammanhang och bidra till att lösa praktiska frågor (Ahl & Willén, T. 1965). Meningen var också att kunna fastställa ”normalvärden” för olika delar av avrinningsområdet samt att medverka till utbildning av expertis inom vattenområdet till gagn för landets vattenvård. Med undersökningsprogrammet avsågs att hålla vattensystemet under kontinuerlig observation för framtiden och därigenom följa utvecklingen i skilda delar av området (Ahl, et al. 1964).

1.2 Programnamn och beställare under 60 år

Mälarundersökningen finansierades de första åren till Naturresurskommittén (Tabell 1). Sedan 1966 erhöles också medel från Jordbrukets forskningsråd och Statens tekniska forskningsråd. Statens Naturvårdsverk, som bildades 1967, blev huvudman för Mälarundersökningen och från 1968 erhöles undersökningen anslag från forskningsnämnden vid Naturvårdsverket och benämndes Naturvårdsverkets Limnologiska Undersökning (NLU). 1979 blev Naturvårdsverket (SNV) huvudman för det nationella programmet för miljökvalitet (PMK) där Mälarens största fjärdar ingick, medan samordnad recipientkontroll (SRK) tillämpades närmare föroreningskällor framför allt i Mälarens västra delar (Bernes 1980).

PMK upphörde 1995. Mälarens vattenvårdsförbund (MVVF), som bildats 1998, och den nya nationella miljöövervakningen (NMÖ) tog vid, i syfte att främja vattenvårdande insatser i Mälaren och dess avrinningsområde. I MVVF ingår representanter från olika myndigheter och organisationer med intressen kring sjön. Ett av förbundets syften är att, på uppdrag av Naturvårdsverket (fram till 2011) och därefter av Havs- och vattenmyndigheten (HaV), bedriva miljöövervakning i Mälaren. Hos HaV ingår Mälaren i delprogram Stora sjöar, som omfattar programmen för tre regionala vattenvårdsförbund för Mälaren, Vättern och Vänern. Hjälmarens vattenvårdsförbund får inte direkt nationellt stöd för sin miljöövervakning.

Tabell 1. Namn och beställare av miljöövervakning i Mälaren under 60 år.

Programnamn	Beställare	Tidsperiod
Mälarundersökningen	Naturresurskommittén, Statens Naturvetenskapliga Forskningsråd	1964–1966
Mälarundersökningen	SNV	1967
Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, NLU	SNV	1968–1978
Nationella programmet för miljökvalitet, PMK	SNV	1978–1995
Nationell miljöövervakning, NMÖ	SNV	1996–1997
NMÖ Stora sjöarna (även Vänern, Vättern)	Mälarens vattenvårdsförbund (medfinansiering från NV)	1998–2011
NMÖ Stora sjöarna (även Vänern, Vättern)	Mälarens vattenvårdsförbund (medfinansiering från HaV)	2011-nutid

1.3 Mälarundersökningens organisation

Arbetsfördelningen inom Mälarundersökningen var från starten delad på en fysikalisk-kemisk och en biologisk sektion. Undersökningsprogrammet hade i början karaktären av en renodlat inventerande studie. Ansvarig för arbetet inom den biologiska sektionen var **Torbjörn Willén** och för arbetet inom den fysikalisk-kemiska sektionen **Torsten Ahl**. Projektet kom att förläggas till Limnologiska institutionen vid Uppsala universitet som förestods av professor **Wilhelm Rodhe**. Dessa personer deltog tillsammans med företrädare på läns-, förvaltnings- och universitetsnivå samt företrädare för fiskerinäringen i förberedande diskussioner och planeringar inför projektets start. Redan 1965 breddades den biologiska sektionen, som från början omfattade studier av växtplankton, klorofyllstudier och djurplankton med bakteriologiska studier. Från 1969 ingick också undersökningar av bottenfauna och vattenväxter (makrofyter). Den fysikalisk-kemiska sektionen utökades 1968 med hydrologiska och

sedimentologiska studier. Till varje sektion knöts laboratoriepersonal och studenter under utbildning.

Den ekonomiska planen som presenterades i ansökan den första undersökningstiden 1964–1965 blev efter en del reduktioner satt till dryga 400 000 kronor där 33% var beräknat för gemensamma administrativa kostnader (sekretariat, båt-kostnader, skriv- och ritpersonal), 30 % för fysikalisk-kemiska analyser, 32% för biologiska undersökningar och 5% för bakteriologiska studier. Anslagstilldelningen hade vid slutet av 1960-talet mer än fördubblats till nästan en miljon kronor då anslagsgivarna som den första tiden var Naturvetenskapliga och Tekniska forskningsråden från 1968 ersattes av Statens naturvårdsverk (Willén, T. 1969).

1.4 Utförare genom åren

De flesta år har ansvaret för provtagning och analyser legat på de två sektionerna; för fysikalisk-kemiska parametrar och för biologiska parametrar. Dessa har under åren haft olika tillhörighet, först Limnologiska institutionen på Uppsala universitet. När Naturvårdsverkets limnologiska undersökning (NLU) bildades blev organisationen ekonomiskt fristående. Sektionen för fysikalisk-kemiska parametrar låg kvar i samma lokaler på Norbyvägen i Uppsala till 1989, medan biologisektionen flyttade till en hyrd villa i grannkvarteret. 1989 flyttade NLU till SLU:s lokaler i Ultuna, Uppsala, men tillhörde fortfarande Naturvårdsverket. Vid en omorganisation på Naturvårdsverket frigjordes Mälarundersökningen som enhet och fick särskilda forskningsanslag. När SLU tog över 1992 låg sektionerna administrativt först direkt under rektor på Enheten för miljöövervakning. Från 1994 har de ingått i Institutionen för miljöanalys, som 2008 bytte namn till Institutionen för vatten och miljö.

Under några år har provtagningar och analyser haft andra utförare:

- 1996 Svelab Miljölaboratorier och Stockholm Vatten. Provtagning, vattenkemi och analys av växtplankton, zooplankton och bottenfauna
- 1998 av KM-lab, Linköping. Provtagning, analys av vattenkemi, växtplankton, zooplankton och bottenfauna.
- 2004–2006 av ALcontrol AB. Provtagning och vattenkemi. Växtplankton, djurplankton och bottenfauna analyserades av Medins biologi AB.
- 2005–2007 Alcontrol AB, provtagning och vattenkemi. Växtplankton, djurplankton, bottenfauna analyserade av Medins biologi AB.
- 2012–2013 ALcontrol AB. Provtagning och vattenkemi. Växtplankton, djurplankton och bottenfauna analyserade av Medins biologi AB.

- 2014–2016 Calluna AB skötte provtagning. Vattenkemi analyserades av Eurofins environment testing AB. Växtplankton, djurplankton och bottenfauna analyserades av Pelagia Miljökonsult AB.

Sedan 2017 har institutionen för vatten och miljö, SLU åter gjort samtliga provtagningar och analyser.

1.5 Provtagningsbåtar

De större fjärdarna har oftast provtagits med lite större båtar. I en historisk överblick som denna passar vi på att nämna R/V **Sunbeam** en numera kulturmärkt 23 m lång engelsk kutter, byggd 1905, som sedan den kom till Sverige användes mycket för miljöövervakning. Sunbeam ägs av Upsala Marinbotaniska Medelhavsexpedition AB, sedan 1962. Den användes vid provtagningarna i Mälaren vid starten 1963–1964.



Sunbeam på Jungfrufjärden i Stockholms skärgård under skutseglingen Saltkråkan race i oktober 2019 Fotograf: okänd. Källa: Wikipedia.

Från 1965 användes R/V **Vaino av Stallarholmen**, ett fartyg på 21 m byggt 1924 som hyrdes för provtagning. För att kunna göra provtagning vintertid användes andra fartyg som M/F **Gruno** för provpunkterna öster om Granfjärden. I Västeråsfjärden användes isbrytaren **Bröt-Anund** och i Galten användes de första åren isbrytaren **Runskär**. Under en höst lånades även Fiskeristyrelsens fartyg **Eystrasalt** in för bottenfaunaundersökningen. För att få en mer permanent lösning av båtfrågan fick man 1966 medel och uppdrag att projektera för ett undersökningsfartyg för vattenforskning. Detta 24 m långa fartyg U/F **Ancylus** sjösattes 1971. Det användes för kustnära vatten samt Mälaren, Vänern och Vättern och ägdes av Naturvårdsverket och senare Fiskeriverket.



Ancylus. Foto: Bengt Oberger, Källa: Wikipedia

Under flera år hade institutionen för vatten och miljö en provtagningsbåt utan namn, kallad Mälarbåten eftersom den användes främst för provtagning på Mälaren. Den var dock inte så praktisk för provtagning och byttes ut inför provtagningssäsongen 2019.



Den odöpta Mälarbåten, vid bryggan i Skarholmen samt vy inifrån. Foto: Joel Segersten, SLU.

Ancylus II är den övervakningsbåt som används av Institutionen för vatten och miljö sedan april 2019. Det är en sju meter lång aluminiumbåt tillräckligt låg för att kunna köra under de broar som måste passeras för att nå många av de vikar som numera provtas. Den går till exempel precis under bron över sundet som leder in till Stora Ullfjärden. Vintertid används vid svaga isar sedan 2017 en liten hydrokopter.



Ancylus II vid Nockebybron i september 2024. Foto: Stina Drakare, SLU.

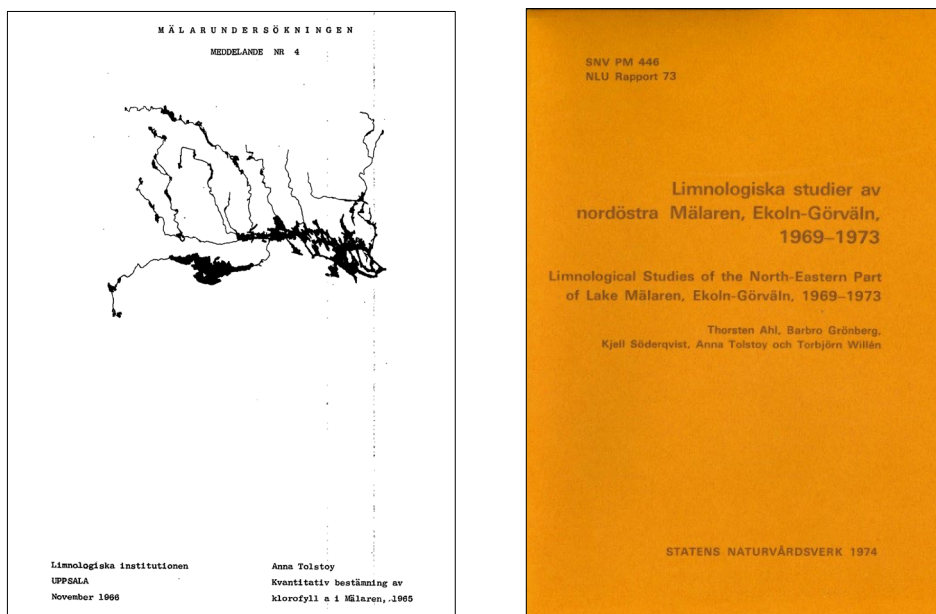
1.6 Tidiga beskrivningar av Mälarens hydrologi

De första åren efter Mälarundersökningens start karterades Mälarens hydrologiska förhållanden vilket beskrevs i två rapporter. De första beräkningarna av ytor och volymer gjordes av Lemming et al. (1971). Kvarnäs och Lindell (1971) beräknade omsättningstider för en femårsperiod (1965 till 1969) för de fem huvudbassängerna och hela Mälaren baserade på månatliga värden för tillrinning till delbassänger, nederbörd på vattenytan samt avdunstning. De jämförde det beräknade utflödet vid Norrström med uppmätta värden. Samma metod användes för perioden 1981–95 (Wallin 2000), då värden på Mälarbassängernas ytor, volymer, uppehållstider (vattenutbyte) uppdaterades. Denna typ av data är viktiga för att kunna beräkna sjöns självrenande förmåga genom nedbrytning, fastläggning i sediment och avgång till luft. Man identifierade att flera av bassängernas uppehållstider inte tar hänsyn till att allt vatten inte rör sig med samma hastighet. Det finns vatten med länge uppehållstid än de snabbare ”floderna” som för står får merparten av vattenflödet genom de större bassängerna (Wallin 2000). Efter dessa första studier har flera, mer detaljerade modeller publicerats om Mälaren hydrologi.

1.7 Tidiga resultatredovisningar

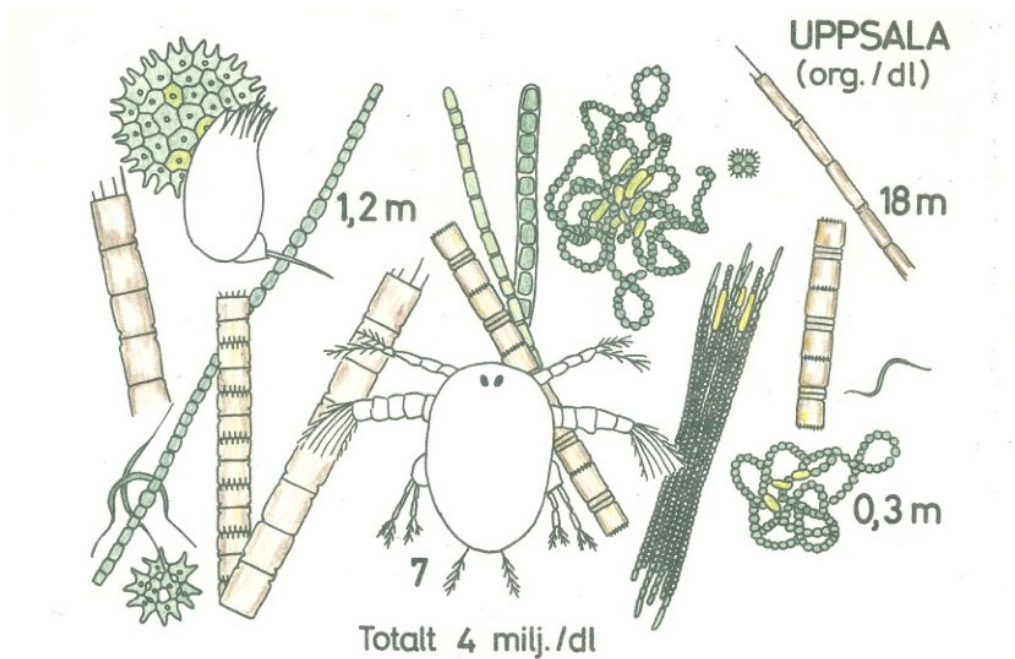
En strävan inom Mälarundersökningen var att snabbt presentera vunna resultat av olika undersökningar. Därför skapades en kort tid efter starten en numrerad

skriftserie benämnd Mälarundersökningen Meddelanden där det första numret publicerades 1966 med en sammanfattning av publicerade artiklar sedan Mälarundersökningens start och erhållna resultat (Ahl & Willén, T. 1966). Skriftserien fortsatte sedan Naturvårdsverket blivit huvudman men benämndes då NLU Meddelanden (Naturvårdsverkets Limnologiska Undersökning) som numrerades från nr 1–62. Skriftserien kom från nr 63–95 att heta NLU/SNV PM och fick således dels ett ordningsnummer i NLU serien dels ett PM-nummer hos Naturvårdsverket (Figur 1). Skriftserien avslutades helt 1978. Förutom den interna skriftserien publicerades ett stort antal artiklar i vetenskapliga tidskrifter. Därtill kom en del iögonfallande rubriker om Mälarens vattenkvalitet i såväl dagspress som i natur-/miljöpress som till exempel från Dagens Nyheter 24 augusti 1967 ”Mälaren om trettio år kan bli oas eller kloak”.

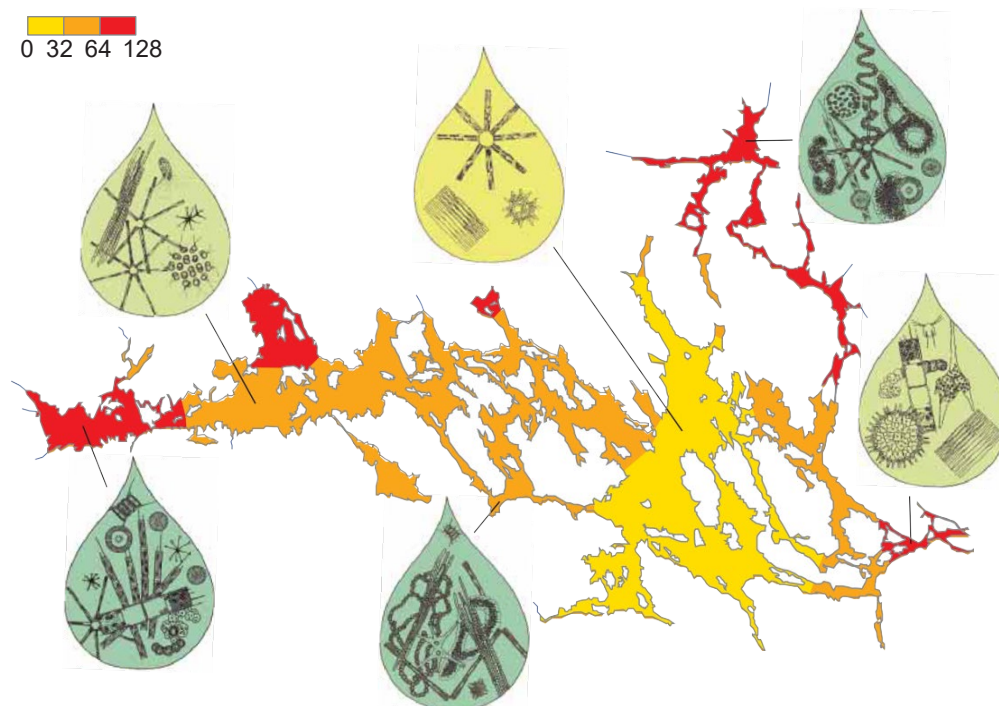


Figur 1. Exempel på fronsidor från tidiga skriftserier från Mälarundersökningen.

I rapporter och tidskrifter visades med pedagogiska illustrationer hur mycket man fick i sig av olika organismer vid en kallsup i Mälaren eller hur olika vattnet såg ut i olika delar av sjön och nådde på ett bra sätt ut till allmänheten (Figur 2, Figur 3). Man försökte väcka debatt för att få till bättre avloppsrening, tvättmedel utan fosfor och minska läckage från åkermark.



Figur 2. Illustration av vad en kallsup vid bad i Ekoln på 1960-talet kunde innehålla. Teckning Margitta Ehrnst

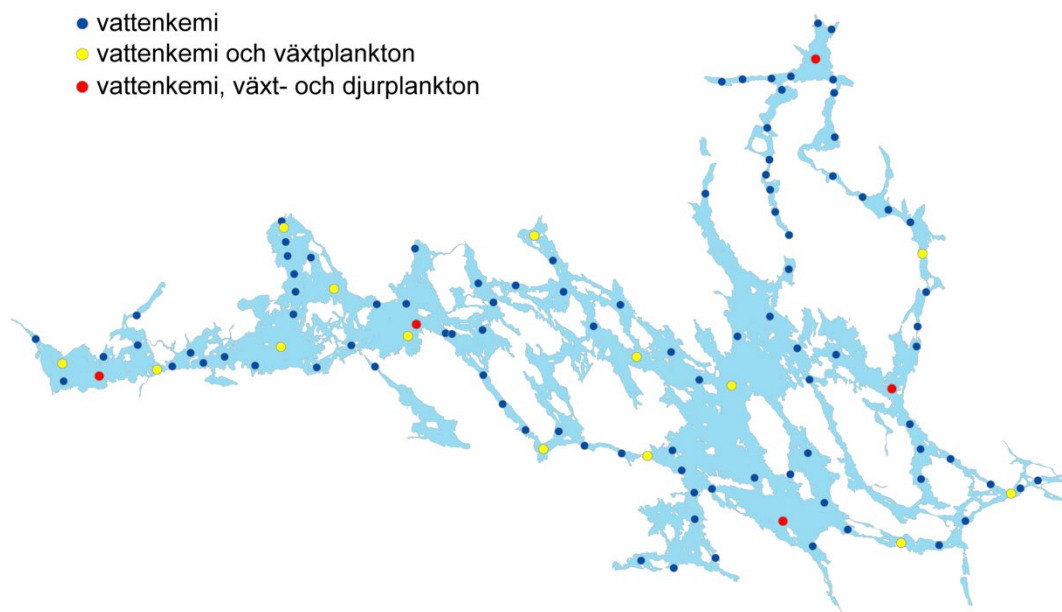


Figur 3. Mittuppslaget i tidningen Vi nr 51/52, 1967: Mälaren – en sjöarnas drottning som stinker. Bildidén kom från Torbjörn Willén och teckning av Margitta Ehrnst. Färgen på sjöytorna motsvarade vattnets fosforinnehåll ($\mu\text{g l}^{-1}$), dropparnas gröna färg mängden växtplankton och bilderna i dessa vilka alger som dominerade. Artikelförfattare var Göran Holmberg.

2. Provtagningsupplägg under 60 år

2.1 Provtagningar de första två åren

En första begränsad rekognoserande provtagningsresa gjordes i Mälaren juni 1964, men hela sjön provtogs också i augusti och oktober samma år på hundratalet lokaler både vid strandnära och centralt belägna platser (Figur 4). I huvudsak togs ytprov för analys av fysikalisk-kemiska variabler samt växt- och djurplankton. Detta lokalnät byggdes upp kring de 20-tal stationer som undersökts fysikaliskt-kemiskt av Statens Vatteninspektion och dess föregångare, lett av överinspektör Sten Vallin, vid ett antal tillfällen under perioden 1933–1960, där dock inte Ekoln ingått. Vallin gjorde också två provtagningar i knappa tiotalet åmynningar runt sjön.



Figur 4. Lokaler i Mälaren provtagna 1964–1965 vad gäller vattenkemi, växt- och djurplankton.

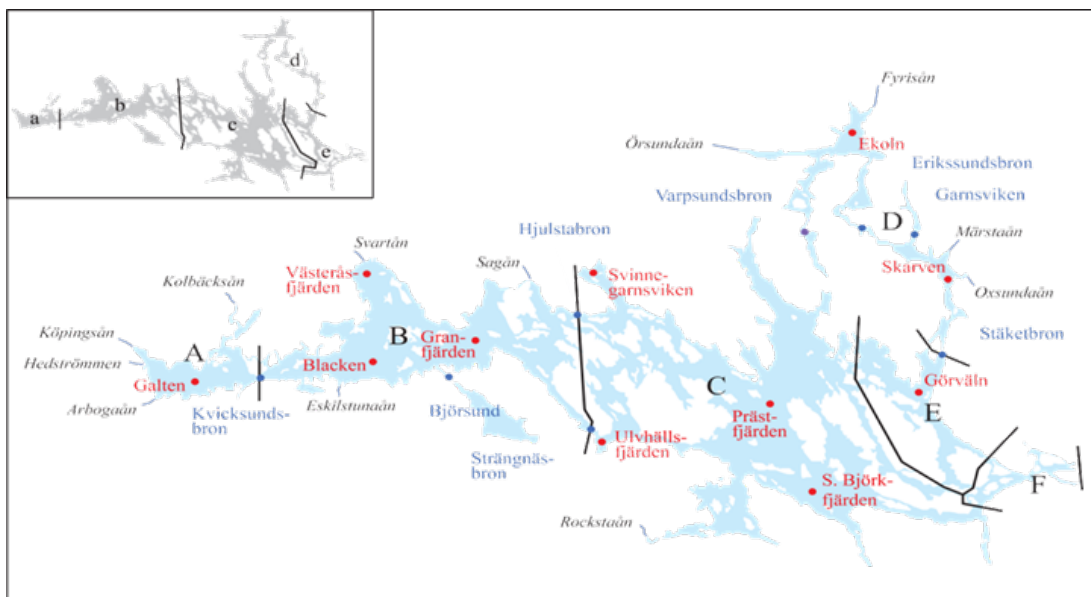
Under 1965 gjordes fem provtagningsresor på samma lokalnät som första året samt från ett tiotal åmynningar. Då introducerades också bakteriebestämning. Från 1966 reducerades antalet undersökta lokaler till ett sextiototal med

provtagningar mars–oktober samt en särskilt detaljerad undersökning av vattenkvaliteten i juli i Galten–Blacken. Antalet lokaler för fortsatt provtagning i hela Mälaren minskades påtagligt från 1967 med något tätare provtagningsnät i Ekoln och Galten.

2.2 Delbassängsstudier de första åren

Mälarens flikighet och rikedom på fjärdar gör att sjön kan delas in i flera mer eller mindre avgränsade bassänger, som uppvisar stora skillnader i morfologi och vattenomsättning, vilket bidrar till naturliga skillnader i vattenkvalitet (Figur 5).

En första orientering om Mälarens kemiska vattenbeskaffenhet gjordes efter analyser av prover tagna 1964–1965 som visade på låga syrgasnivåer i Ekoln och de Stockholmsnära bassängerna liksom i Lilla Ullfjärdens djupvatten. Vad gäller närsalter uppmättes höga värden i Ekoln, Stockholmsnära fjärdar, Västeråsfjärden samt Galten med koncentrationer för totalfosfor på över $100 \mu\text{g l}^{-1}$. De högsta totalkvävekoncentrationerna uppmättes i Galten med värden över $2000 \mu\text{g l}^{-1}$ (Ahl 1966).



Figur 5. Mälarens större delbassänger markerade med linjer i en tillståndsrapport sammanfattande resultat från 1965–2011. Provtagningsstationer i 11 fjärdar är markerade med röda prickar. Stationerna ingår fortfarande 2024. Sunden visas som blå prickar med namn i blått. Åarna har namnen i svart. Flera bassängindelningar har använts varav ytterligare en syns i övre vänstra hörnet.

2.2.1 Galten och Blacken 1965–1970

I Galten och Blacken, som länge påverkats av industriella och kommunala spillvattenutsläpp, gjordes speciella provtagningar i juli månad 1965–1970, en undersökning som också utvidgades till Västeråsfjärden (Willén, T. et al. 1973). Syftet var att följa förändringar och variationer årligen i dessa fjärdar, som tar emot mer än 50% av Mälarens tillrinnande vatten. Förutom växtplankton följdes klorofyllkoncentrationer, begränsade primärproduktionsstudier, viss vattenkemi (ej näringsämnen) samt heterotrofa bakterier. Mellanårsvariationerna var påtagliga. Galten hade de högsta halterna av klorofyll med avtagande koncentrationer österut. Siktdjupet understeg 1 m i Galten och ökade till ca 2 m i Blacken. Biomassorna av växtplankton varierade i Galten mellan 1,5–13 mm³ l⁻¹ (medianvärden) med cyanobakterier som den vanligaste växtplanktongruppen med dominans av släktet *Aphanizomenon*.

2.2.2 Ekolnsystemet 1967–1973

Detaljerade, brett upplagda studier i södra delen av Ekoln 1967–1969, gjordes för att jämföra samvariationer mellan de undersökta variablerna samt belägga undersökta organisms temporala utveckling i en övergödd bassäng som påverkats av kommunala utsläpp och jordbruk. Här gjordes också primärproduktionsstudier med ¹⁴C-teknik (Grönberg et al. 1974). Provtagningarna ägde rum veckovis under vegetationsperioden och mindre frekvent under övriga året. Slutsatsen var att Ekoln inte kunde anses vara så starkt påverkad som en del andra Mälarenbassänger.

2.2.3 Ekoln–Görvålnsystemet 1969–1973

Nio lokaler i fjärdsystemet Ekoln–Görvåln undersöktes med syfte att studera effekterna av avlastning av fosfor från Märstaområdet då flera tätorter 1969/1970 anslöts till Käppala reningsverk på Lidingö samt att kemiskt reningssteg införts i Kungsängsverket, Uppsala 1972 (Ahl et al. 1974). Från Ekoln till Skofjärden minskade koncentrationerna av växtplankton och undersökta näringsämnen. Dock skedde koncentrationsökningar från Erikssund till Stäket d.v.s. i fjärdarna runt Sigtuna. Görvåln hade de lägsta halterna av undersökta variabler. Minskningar av närsalter och växtplankton konstaterades under perioden liksom förskjutningar i cyanobakteriernas artdominans från *Microcystis* till *Planktothrix* särskilt uttalat i Ekoln. Siktdjupet hade också påtagligt förbättrats med betydligt klarare vatten i hela fjärdsystemet, vilket tolkades som orsakat av större andel grundvatten i tillrinningen på grund av de senaste årens stora nederbördsunderskott (Ahl et al. 1974) snarare än avledning och rening av avloppsvatten.

2.2.4 Stora och Lilla Ullfjärden

Stora och Lilla Ullfjärdarna har ända sedan Mälarundersökningens tidiga start blivit föremål för särskilt intresse (Ahl & Willén T.1965, Åhrén & Grimås 1965, Aasa 1967). Från Lilla Ullfjärden finns nio vattenkemiska ytprover redan från 1930-talet (Lohammar 1938). I samband med dessa tidiga provtagningar insamlade Lohammar också prov för analys av växtplankton.

Artsammansättningen i dessa växtplanktonprover analyserades flera år senare av Skuja som där påtalade en synnerligen rik förekomst av cyanobacteriesläktet *Planktothrix* (Skuja 1956). Flera arter inom detta släkte har visat sig kunna producera gifter (Willén, E. et al. 1995). Koncentrationerna av fosfor och kväve hade på 1960-talet stigit avsevärt, vilket gynnat växtplanktonutvecklingen. Redan från sommaren 1964 kunde syrgasbrist i Lilla Ullfjärdens hypolimnion konstateras. Man fann att en påtaglig eutrofiering skett som kunde härledas till människans aktivitet och omdaning av miljön. En samlad limnologisk beskrivning av Lilla Ullfjärden baserad på övervakningsresultat från 1965–1974 gjordes av Willén, T. & Tirén (1984). I Lilla Ullfjärden gjordes också primärproduktionsmätningar 1965, 1968 och 1974 (Tolstoy 1972).

2.3 Helikopterprovtagning 2008–2010

För att få en synoptisk bild över Mälarens vattenkemiska status i alla större fjärdar och vikar togs prover med helikopter på 56 lokaler i augusti 2008–2010. Dessa omfattade också bestämning av klorofyll (Wallman et al. 2010). Troligtvis användes denna information för att avgöra vilka mindre vikar och bassänger som hade avvikande värden jämfört med de stora fjärdarna kopplat till behov av att avgränsa bassänger mer detaljerat och koppla till åtgärder som Vattendirektivet kräver.

2.4 Mälarens sund

Sunden provtogs månadsvis tidigt i Mälarprogrammet, men dessa avslutades omkring år 2000 (Tabell 2). Orsaken var att resultaten var svåra att utvärdera. Sunden placering framgår i Figur 5. Vid några togs prover på flera djup. Eftersom sunden transporterar vatten mellan sjöns bassänger är vattenkvaliteten viktig att mäta för modellering av förhållandena i bassängerna. Vid denna tid hade man inte möjlighet att göra kontinuerliga mätningar av flöde och riktning på flödet, vilket är möjligt om man vill uppta dessa mätningar idag.

Tabell 2. Provtagningsstationer i Mälarens sund. Endast vattenkemi bestämdes. Ytprov är 0,5–1 m.

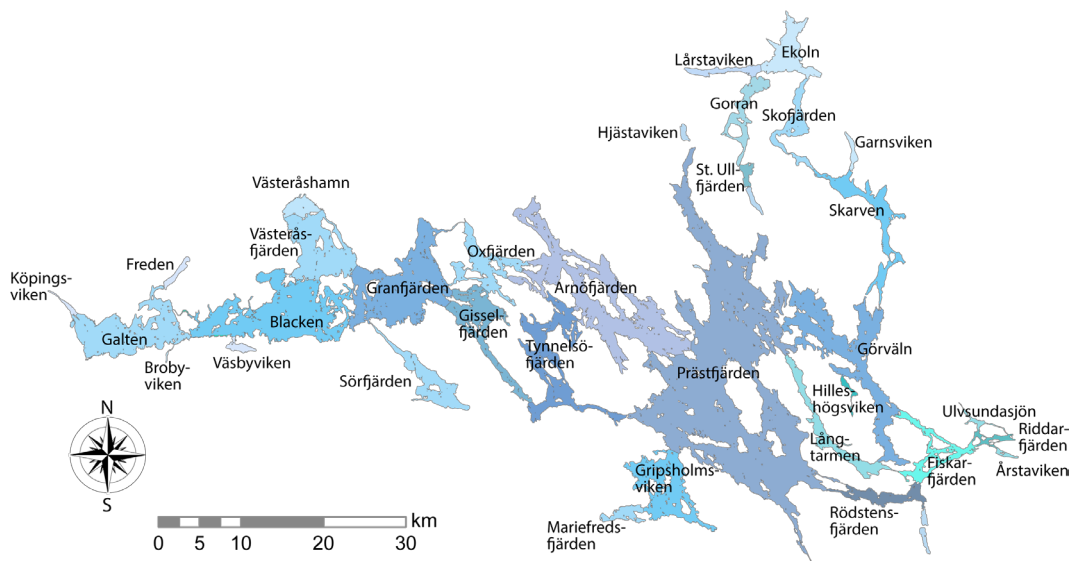
Övervakningsstation	Första år	Senaste år	Antal år	Provtagningsdjup
Björsund	1965	2000	36	yta
Erikssund	1965	1995	31	yta & 5–50 m
Eriksundsbron	1968	2000	33	yta
Hjultabron V	1964	2000	36	yta & 3–10 m
Kvicksundsbron	1967	2000	34	yta & 3–8 m
Strängnäsbron	1967	2000	34	yta & 5–16 m
Stäketbron	1968	2000	33	yta & 3,5–4 m
Varpsundsbron	1968	1995	28	yta

2.5 Stationer med långa tidsserier

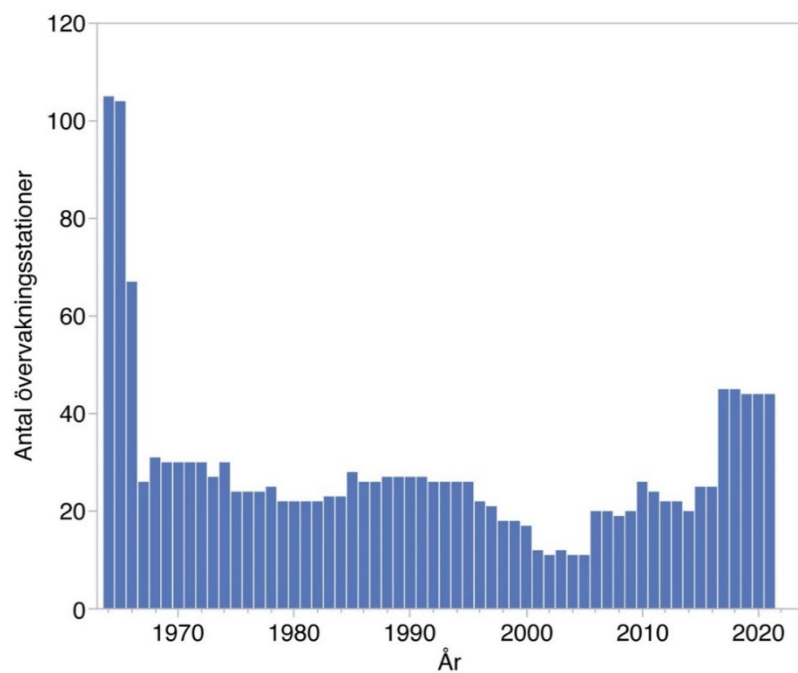
Från slutet av 1990-talet omfattade det fortsatta övervakningsprogrammet, gällande vattenkemiska variabler och klorofyllanalys i sjön, 11 lokaler som undersöktes sex gånger om året (Figur 5). Dessa har varit desamma från 1964 till nutid, dvs. i 60 år. Växtplanktonlokaler som har behållits hela perioden med start 1964 är fem av dessa (Galten, Granfjärden, Södra Björkfjärden, Ekoln och Görväln) med provtagningsfrekvens fem gånger per växtsäsong. Djurplankton har långa tidsserier från 1964 för fyra av lokalerna (Granfjärden, Södra Björkfjärden, Ekoln och Görväln) fyra gånger per säsong. Bottenfauna har något eller några års glapp i sina tidsserier. Provtagningsdjupet (och provplatsnamnet) har varierat något, men i stort sett finns kompletta tidsserier för Granfjärden, Norra Ekoln, Görväln och Södra Björkfjärden med provtagningsstart 1969. I Mälarrapporten för år 2023 ingår tidsserieanalyser för de elva lokalerna med långa tidsserier (Drakare et al. 2024).

2.6 Övervakning efter vattendirektivets tillkomst

EU:s ramdirektiv för vatten, antaget år 2000, innebär för Mälarens del att bassängerna delades in i vattenförekomster (Figur 6) med en och i något fall två övervakningsstationer i varje. De 11 stationerna med långa tidsserier följs fortfarande, men provtagning sker även i övriga vattenförekomster med en lägre frekvens, för att kunna göra uppföljning av främst näringspåverkan med hjälp av vattenkemiska parametrar och växtplankton. Med analysresultaten görs bedömning och rapportering av ekologisk status och därefter kan åtgärder planeras med målet att uppnå minst god status i alla vattenförekomster. Hur antalet stationer varierat över tid visas i Figur 7.



Figur 6. Mälarens nuvarande indelning i vattenförekomster. Arnöfjärden och Prästfjärden har två provtagningsstationer.



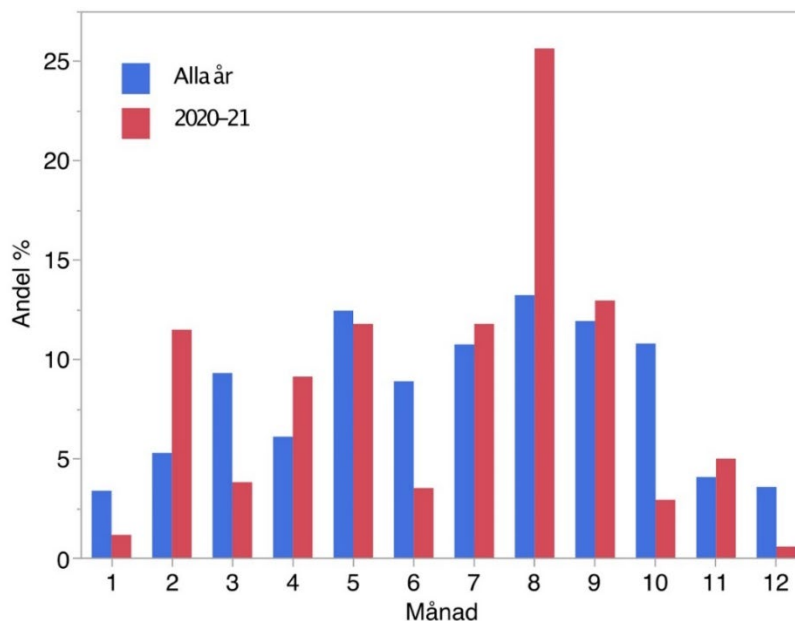
Figur 7. Sammanställning av antalet övervakningsstationer i Mälarens övervakningsprogram per år sedan starten 1964.

3. Fysikaliska och kemiska parametrar

Här redovisas uppgifter gällande bestämningar av fysikalisk-kemiska parametrar; både mätningar i fält och i laboratorium. Klorofyll, som provtas samtidigt med vattenkemi, beskrivs ihop med växtplankton i avsnitt 4.

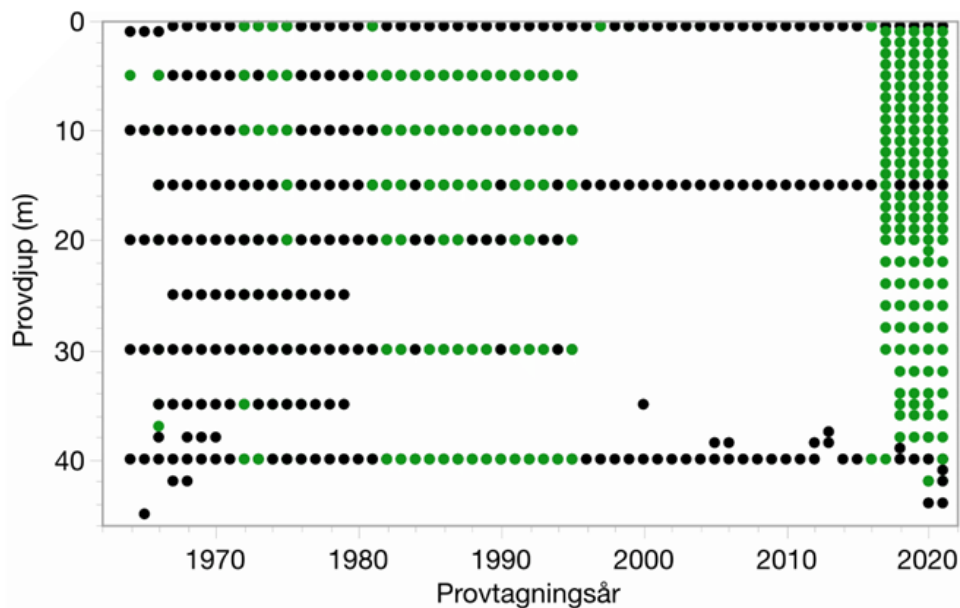
3.1 Fördelning av prover i tid och djupled

Det är stor variation i antalet fysikalisk-kemiska provtagningar över året. Under startåren togs prover fyra gånger under sommar och höst. Därefter togs prover åtminstone vid någon station varje månad fram till t.o.m. 1995. Då uteslöts vintermånaderna november, december och januari för att förhållandena var relativt stabila under vintern. Andelen övervakningsstationer som provtagits har förändrats under senare år med en påtaglig minskning för månaderna juni och oktober samt en viss förstärkning för april och en stor dominans av prover i augusti (Figur 8). Samtliga provtagningsplatser listas i Bilaga B1.



Figur 8. Andel per månad av provtagna stationer, dels för hela tidsperioden (blå staplar), dels för 2020–2021 (röda staplar).

Vid starten av Mälarundersökningen var avsikten att få en yttäckande bild av förhållandena i hela sjön, därför togs de flesta proverna nära ytan. Ganska snart började man provta var femte meter, med djupaste punkt en meter över botten. Efter 1995 glesades djupen till att bara omfatta tre nivåer: ytnära (0,5–1,5 m), 15 m djup samt bottennära (Figur 9). Grunda bassänger saknar förstås 15 metersprovet. Dessa tre djup är fortfarande kvar men på senare år är även djupprofiler av temperatur och syrgas levererade till datavärd. De tas varje meter i övre delen av provplatsen och varannan meter i djupare partier (hypolimnion). Vill man analysera långa tidsserier är det ytnära, 15 meters djup samt bottennära prover som det finns fysikalisk-kemiska data för från hela 60-årsperioden.



Figur 9. Exempel från Södra Björkfjärden på hur provtagningsdjupen för fysikalisk-kemiska parametrar varierat under de 60 år som miljöövervakningen i Mälaren pågått. Svart full analys, grön markering endast temperatur och syrgas.

3.2 Parametrar

Databasen redovisar 79 parametrar med fler än två värden. Där ingår 19 med filtrering före bestämningen märkta med F. För att förenkla redovisningen har parametrarna samlats i 20 grupper enligt Tabell 3.

Tabell 3. Fysikalisk-kemiska parametrar, som de benämns i Miljödata-MVM, som bestämts (> 2 värden) sedan övervakningen i Mälaren startade indelade i grupper. Parametrar märkta med F innebär att provet filtrerats innan analys. OF avser ofiltrerat prov.

Grupp	Parameter	Grupp	Parameter
Färg	Abs F 254 /5cm	Spårämne	As µg/l
Färg	Abs F 365 /5cm	Spårämne	As F µg/l
Färg	Abs F 420 /5cm	Spårämne	Ba F µg/l
Färg	Abs F 436 /m	Spårämne	Cd µg/l
Färg	Abs OF 420 /5cm	Spårämne	Cd_F µg/l
Färg	Färgtal mg Pt/l	Spårämne	Co µg/l
Siktdjup	Siktdjup m	Spårämne	Co_F µg/l
Siktdjup	Siktdjup med kikare	Spårämne	Cr µg/l
Siktdjup	Siktdjup utan kikare	Spårämne	Cr_F µg/l
Organiska ämnen	CODMn mg/l O2	Spårämne	Cu µg/l
Organiska ämnen	DOC mg/l C	Spårämne	Cu F µg/l
Organiska ämnen	TOC mg/l C	Spårämne	Fe µg/l
Organiska ämnen	KMnO4 mg/l	Spårämne	Fe F µg/l
Konduktivitet	Kond mS/m	Spårämne	Hg ng/l
Konduktivitet	Kond_20 µS/cm	Spårämne	Hg F ng/l
Konduktivitet	Kond_25 mS/m	Spårämne	Mn µg/l
Katjon	Ca mg/l	Spårämne	Mn F µg/l
Katjon	K mg/l	Spårämne	Ni µg/l
Katjon	Mg mg/l	Spårämne	Ni F µg/l
Katjon	Na mg/l	Spårämne	Pb µg/l
Anjon	Cl mg/l	Spårämne	Pb F µg/l
Anjon	F mg/l	Spårämne	Sr F µg/l
Anjon	SO4 mg/l S	Spårämne	U µg/l
Anjon	SO4 mg/l	Spårämne	U F µg/l
Anjon	SO4_IC mg/l S	Spårämne	V µg/l
Anjon	SO4_IC mg/l SO4	Spårämne	V F µg/l
Anjon	SO4_Mack. mekv/l	Spårämne	W µg/l
Kisel	Si mg/l	Spårämne	Zn µg/l
Kväve	Kjeld-N µg/l N	Spårämne	Zn F µg/l
Kväve	NH4-N µg/l N	Slamhalt	Slamhalt mg/l
Kväve	NO2-N µg/l N	Turbiditet	Turb FNU FNU
Kväve	NO2+NO3-N µg/l N	Aluminium	Al µg/l
Kväve	NO3-N µg/l N	Aluminium	Al filt µg/l
Kväve	Org-N µg/l N	Aluminium	AlI NAJ µg/l
Kväve	Tot-N µg/ N	Aluminium	AlO NAJ µg/l
Kväve	Tot-N ps µg/l N	Temperatur	Vattentemperatur °C
Kväve	Tot-N summa µg/l N	Syrgas	Syrgashalt mg/l O2
Kväve	Tot-N TNb µg/l N	Syrgas	Syrgasmättnad %
Fosfor	PO4-P µg/l P	pH	pH
Fosfor	Tot-P µg/l P	Alkalinitet	Alk. mekv/l
Spårämne	Ag µg/l	Alkalinitet	Alk/Acid mekv/l
Spårämne	Ag F µg/l	Klorofyll	Kfyll µg/l

3.3 Parametrar som bestämts med samma metoder sedan start 1964

På 60 år byts en del analysmetoder och laboratorieutrustning för vattenkemi ut. Dessutom har det periodvis varit olika utförare. Trots det finns det vattenkemiska parametrar som analyseras på tillräckligt lika sätt under dessa år så att de enkelt kan ingå i studier av tidsserier. I Mälaren är dessa parametrar:

1. vattenfärg i form av absorbans vid 420 nm,
2. konduktivitet
3. katjonerna kalcium, magnesium, natrium och kalium
4. anjonen klorid
5. kisel
6. ammoniumkväve
7. totalfosfor
8. vattentemperatur
9. syrgas
10. pH
11. alkalinitet
12. klorofyll-a (se avsnitt 4.7)

De beskriver tillsammans Mälaren på ett relativt heltäckande sätt, särskilt för att följa dem i djupgradienter och över årtider samt över lång tid. Nedan nämns några justeringar i data som behöver göras för att kunna göra utvärderingar av tidsserier för dessa. År med byten av utförare, som beskrivs i avsnitt 1.4, bör då även tas hänsyn till för att säkerställa att eventuella variationer inte är utförarberoende.

3.3.1 Konduktivitet

Konduktivitet, elektrisk ledningsförmåga, ger ett bra mått på den sammanlagda koncentrationen (som ekvivalenter) av kat- och anjoner (de större konstituenterna). Mätningar av konduktivitet på laboratoriet görs efter temperering av provet till en viss temperatur; fram till och med 1983 var det 20° C, därefter 25° C. Undantag skedde 2014–2016 då det utförande laboratoriet gjorde mätningarna vid 20°. För att omräkna konduktivitet mätt vid 20° till 25° multiplicerar man värdena med 1,10 vilket ger en god möjlighet för utvärdering av tidsserier efter en sådan justering.

3.3.2 Katjoner

För katjonerna kalcium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) och kalium (K) har metodbyte skett från flamfotometer 1966, till atomabsorptionsspektrofotometer (AAS) 1967–1989 och därefter spektroskopi med induktivt kopplad plasma (ICP).

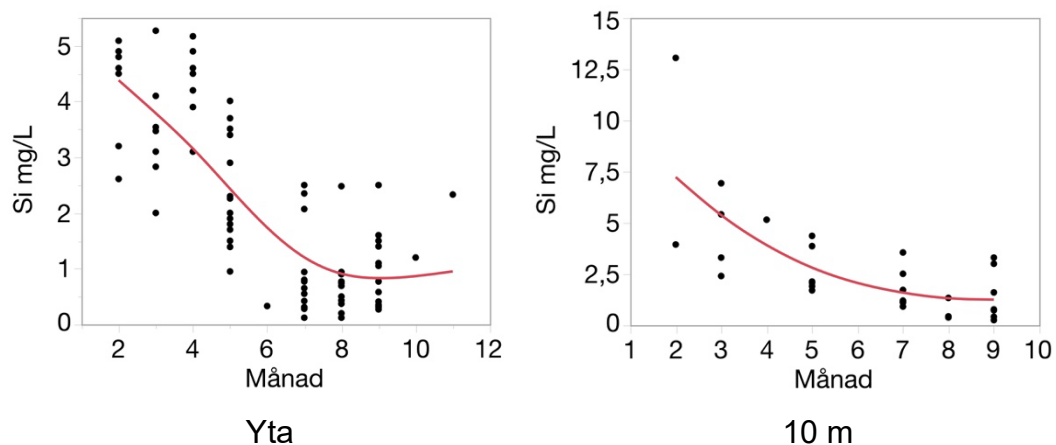
Värdena torde dock vara väl jämförbara och utvärderingar av tidsserier möjliga att göra utan speciell förbehandling av data. Dessa parametrar har mätts sedan Mälarundersökningens start. Eftersom katjoner ger ett ”fingeravtryck” om vattenmassans ursprung, vilka jordarter som dominerar i olika delavrinningsområden samt variation hos dessa både i tid och i rum, vore det värdefullt att utvärdera detta material. Vissa av dem kan också visa på påverkan av vägsalt. Så vitt vi har funnit finns endast en tidig utvärdering av dessa (Ahl 1973).

3.3.2 Anjonen klorid

Metoden för att mäta klorid har ändrats från att använda en metod som titrimetriskt bestämmer klorid genom titrering med silvernitrat till jonkromatografi 1984. För klorid är sannolikt byte av bestämningsmetod till jonkromatografi obetydlig vilket gör att klorid passar för utvärdering av tidsserier.

3.3.3 Kisel

Kisel (reaktivt kisel) förekommer löst i form av silikatjonen H_3SiO_4^- . Kisel är essentiellt för kiselalger vars skal byggs upp som kvarts. Vanligen är halten i Mälarens ytvatten som högst under mars-april och sjunker kraftigt i samband med kiselalgernas maximum på våren så att halten minskar och är som lägst under sommaren (Figur 10).



Figur 10. Exempel på årstidsvariation av kisel (silikat) i Galten belägen i Mälarens västra del vid ytan och 10 meter nära botten.

3.3.4 Vattentemperatur och syrgas

Vattentemperatur blir allt intressantare att utvärdera i långa tidsserier. Ett varmare klimat påverkar såväl etablering som uppbyggnad av temperaturskiktningen i djupare bassänger vilket i sin tur påverkar syrgasförhållandena.

Klimatförändringar kan endast värderas om man har långa tidsserier, helst mer än 30 år, vilket gör omfånget av data från Mälaren unikt. Utmaningar är att det inte

är kontinuerliga mätningar vilket gör det svårt att exakt säga när skiktningen bildats, däremot går det att bestämma hur stark den varit olika månader. En annan utmaning är att provtagningsmånad ibland växlat, till exempel från oktober till september, vilket minskar möjligheten att utvärdera hur varmare höstar påverkar sjön. Längst tidsserier för temperatur finns för 11 stationer. I djupled har den tidiga undersökningsperioden oftast mätpunkter var femte meter, sedan följer en lång period med prov på som mest tre djup: ytan, 15 meter och bottennära. Efter 2017 finns temperaturprofiler tätare eftersom temperatur sedan dess mäts med en kabelförsedd sensor som sänks ner i vattnet och registrerar temperaturen på olika djup (Figur 9). I augusti tas numera temperaturprofiler i alla vattenförekomster tillsammans med syrgas för att få kunskap om sommarförhållanden för sjöns kallvattensarter.

3.3.5 Vattenfärg

Se avsnitt 3.4.4.

3.4 Parametrar som bytt metod

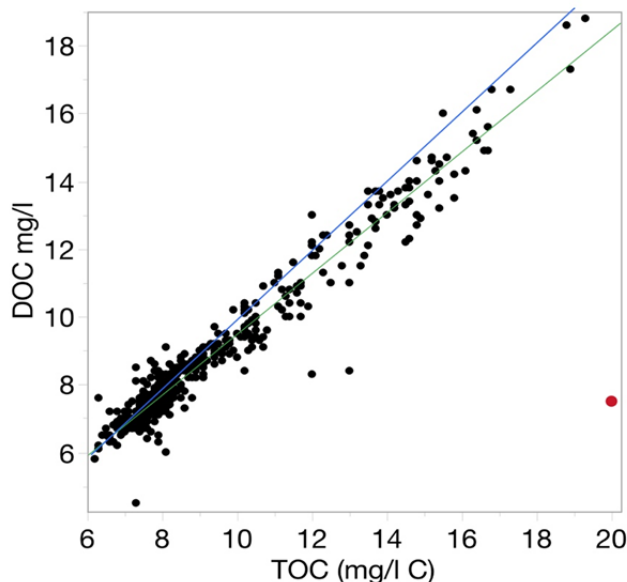
3.4.1 Totalfosfor

Totalfosforanalyser kvalitetsgranskades en tid efter ett byte till ett nyare analysinstrument. En instabil baslinje i det äldre analysinstrument visade sig leda till att nollnivån för analyshalt blev osäker. Sonesten & Engblom (2001) undersökte resultat med de olika instrumenten och fann en avvikelse för perioden januari 1991 till juni 1996 som ett absolut fel i form av en förhöjning på ca. $1,2 \mu\text{g l}^{-1}$. Förhöjningen har inte så stor effekt i Mälaren som redan har höga halter, men vid analys av tidstrender bör man känna till denna avvikelse.

3.4.2 Organiska ämnen

Från starten bestämdes organiskt material som permanganatförbrukning, ett kraftigt oxidationsmedel som bryter ned organiskt material vid koktemperatur, angivet som KMnO_4 (mg l^{-1}), dvs den mängd av ämnet som förbrukades. Organiskt material kunde också beskrivas som CODMn (Chemical Oxygen Demand med permanganat), där denna mängd räknats om till en ekvivalent mängd syre. Det finns alltså en stökiometrisk (formelmässig) relation mellan dessa två värden (division av värdet för KMnO_4 med 3,95 ger CODMn). I databasen redovisas endera av alternativen. För utvärderingar av tidsserier bör alltså samma värde användas för att få en så lång serie som möjligt. 1996 startade bestämningar av TOC (Total Organic Carbon) och efter några år av jämförelse

mellan metoderna vid SLU avslutades mätningar med KMnO_4 2006. Under sex år 2016–2021 gjordes även bestämningar av löst organiskt kol (DOC). Bestämning av DOC är krävande eftersom en särskild filtrering krävs. DOC kan acceptabelt beräknas från TOC från förhållandet DOC/TOC (Figur 11).

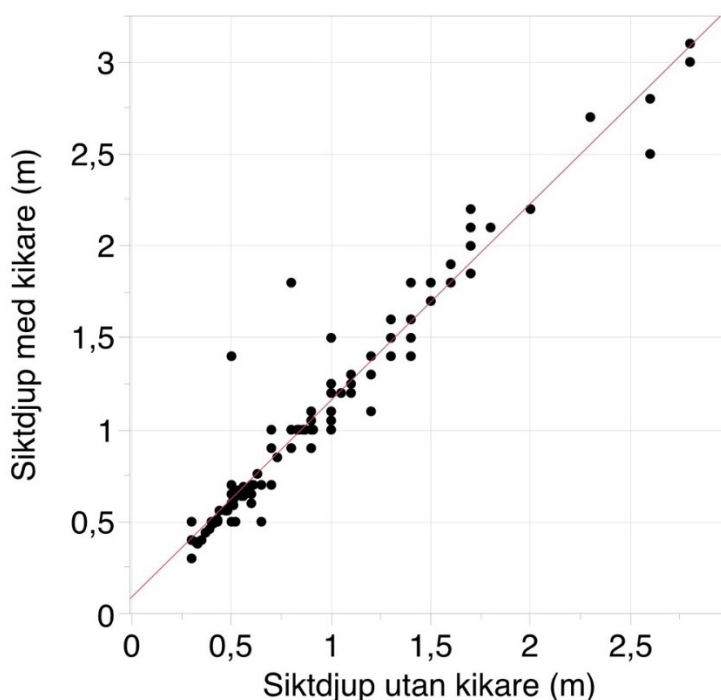


Figur 11. Förhållandet med DOC (löst organiskt kol) och TOC (totalt organiskt kol). Blå linje 1:1 förhållandet. Den gröna linjen visar linjär regression $\text{DOC} = 0,500 + 0,897 \times \text{TOC}$. R^2 0,95. Det extrema rödmarkerade värdet är uteslutet. Provet är från Ulvsundasjön april 2018 på 14 m djup; sannolikt uppslammat sediment.

3.4.3 Siktdjup

Siktdjupet påverkas främst av förekomsten av partiklar som mineral och växtplankton samt humusämnen. Siktdjupet representeras av tre variabler om man hämtar data från Miljödata-MVM: siktdjup, siktdjup med kikare och siktdjup utan kikare. Med kikare menas en ”vattenkikare”, ett mörkt rör med klar botten som eliminerar blänk i vattenytan och gör det lättare att se siktskivan. En jämförelse mellan dessa mätningar visas i Figur 12. Med vattenkikaren blir alltså siktdjupet ungefär 7 % högre än utan.

Bestämningar med vattenkikare började rapporteras 2014. En orsak till att det inte skett tidigare var att vattenytan inte kunde nås i de större båtar som då användes. Vid utvärdering av långa tidsserier bör alltså tidigare värden ”korrigeras” enligt ovan. Den ”obenämnda” parametern siktdjup kan sannolikt klassificeras till med eller utan kikare om det är känt vilken båt som använts.



Figur 12. Jämförelse mellan samtidigt bestämt siktdjup med och utan vattenkikare. Sambandet är: $\text{Siktdjup med kikare} = 0,090 + 1,070 \times \text{Siktdjup utan kikare}$, $n = 89$.

3.4.4 Vattenfärg

Färgtal bestämdes ursprungligen visuellt mot en brungul färglösning bestående av platinaklorid (KPtCl_6) i olika koncentrationer (Pt-skala: Pt mg l^{-1}), sedan ersatt av olidfärgade glasplattor monterade på en platta som jämförs med provets färg i en komparator. Detta gjordes för de flesta prover under perioden 1964 till 1978. Sedan 2011 redovisas färgtal endast för stationerna Västeråsfjärden, Fullerön och Västra Holmen vilka ej provtas i MVVF regi.

Redan vid Mälarundersökningens start 1965 kompletterades denna bestämning av vattenfärgen med mätningar i en spektrofotometer; först vid 420 nm våglängd på både ofiltrerat och filtrerat prov. Skillnaden mellan dessa värden ger ett mått på halten suspenderat material. På filtrat mäts dessutom sedan 2017 vid 436 nm, som fastställts i en ISO-standard. 2018 tillkom bestämningar vid 254 och 365 nm; dessa våglängder ger en mer specifik upplysning om det organiska materialets optiska egenskaper. Eftersom vattenfärg som absorbans vid 420 nm mätts så länge behövs inte färgtal mätt mot en med platinakloridlösning eller färgskiva vid jämförelser av stationer och tidpunkter. Vattenfärg mätt som absorbans har ej bytt metod.

3.4.5 Anjonen sulfat

Sulfat bestämdes först enligt Mackereth (Karlgrén 1962), men sedan 1984 började jonkromatografi användas. En störning för sulfat från organiskt material eliminerades då. Sulfatvärden redovisas i fem olika kolumner i Miljödata-MVM:s databas, och särskilt problematiskt är att två av benämningarna, $\text{SO}_4 \text{ mg l}^{-1} \text{ S}$ och $\text{SO}_4 \text{ mg l}^{-1}$, inte anger bestämningsmetod (Tabell 3). Eftersom Mälarundersökningen åtminstone under 60-talet fram till 1983 var enda leverantör av data gäller de ”metodlösa” värdena för dessa år med stor säkerhet Mackereth-metoden. Därefter användes jonkromatografi (IC) vid Mälarundersökningen och med stor sannolikhet även av andra laboratorier. Ungefär samtidigt börjar $\text{SO}_4 \text{ mg l}^{-1} \text{ S}$ användas som en ”slaskkolumn”, dessutom ibland samtidigt med $\text{SO}_4 \text{ mg l}^{-1} \text{ S}$. För framtida utvärdering av sulfatvärden rekommenderas att värden i dessa två kolumner omräknas till de med metodangivelse.

3.4.6 Kväveföreningar

Närsalter i form av kväveföreningar (N) är svåra att utvärdera vad gäller tidstrender då metoderna ändrats mycket över tid. De beteckningar för kväveföreningar som används för kväveföreningar är de som finns i Miljödata-MVM, där 10 är aktuella för Mälaren:

1. Kjeldahl-N
2. $\text{NH}_4\text{-N}$
3. $\text{NO}_2\text{+NO}_3\text{-N}$
4. $\text{NO}_2\text{-N}$
5. $\text{NO}_3\text{-N}$
6. Organiskt-N
7. Total-N
8. Tot-N ps
9. Tot-N summa
10. Tot-N TNb

Mätvärden för Kjeldahl-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{+NO}_3\text{-N}$ och $\text{NO}_2\text{-N}$ redovisas från och med 1964. $\text{NO}_2\text{+NO}_3\text{-N}$ bestäms efter reduktion av $\text{NO}_3\text{-N}$ till $\text{NO}_2\text{-N}$ och därefter bestämning av nitrit (NO_2^-). Särbestämningen av $\text{NO}_2\text{-N}$ avslutades vid SLU 1995–1996 eftersom nitrit är en instabil intermediär och på bakteriell väg kan övergå till nitrat eller kvävgas. Eftersom prover sällan kunde analyseras inom ett dygn ansågs de kunna ändras för mycket i väntan på bestämning. Värden för $\text{NO}_3\text{-N}$ redovisas för Broviken 1996–1998. Eftersom inga värden anges för $\text{NO}_2\text{-N}$ så är det troligt att dessa egentligen borde stå i kolumn $\text{NO}_2\text{+NO}_3\text{-N}$.

Tot-N ps (oxidation med persulfat) började bestämmas 1987. Bestämningar av Kjeldahl-N gjordes inte 2005–2006 samt 2011 när andra laboratorier än SLU var utförare och inte heller efter 2013 då SLU slutade använda metoden. 2007

startades bestämning av total-N, som redovisas som Tot-N TNb, genom instrumentell förbränning av provet med bestämning av kväveoxider.

Org-N (organiskt bundet N) beräknas antingen som skillnad mellan Kjeldahl-N och $\text{NH}_4\text{-N}$ eller som skillnaden mellan Tot-N ps och summan av de oorganiska fraktionerna $\text{NH}_4\text{-N}$ och $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$. Några sådana värden för 2011 och 2012 redovisas i databasen.

Parametrarna Total-N, Tot-N ps, Tot-N summa och Tot-N TNb avser troligen värden för den totala koncentrationen N i provet. Av dessa är två direkta bestämningar: Tot-N ps och Tot-N TNb. De två andra, Tot-N $\mu\text{g l}^{-1}$ N och Tot-N summa $\mu\text{g l}^{-1}$ N, är beräknade. Värden för Total-N, som inte är kopplade till någon bestämningsmetod anges för 2060 prover. Bristen är mest markant under de år som konsulter varit utförare. Majoriteten av konsulternas prover bestämdes sannolikt som Tot-N ps. De olika och möjliga metoderna ger svårjämförbara resultat. Spridningen av totalkvävevärden på fyra kolumner är dessutom besvärlig vid utvärdering av data.

3.4.7 Fosfat

SLU bytte 2015 till en metod som ger möjlighet att bakgrundskorrigera värdena, dvs. störningar från partiklar och eventuell bakgrundsfärg (von Brömssen et al. 2019). Det gör att fosfatvärden efter 2015 är lägre än tidigare år. Eftersom övervakningen i Mälaren hade annan utförare just då syns förändringen inte förrän SLU tog över ansvaret för dessa prover 2017 för Mälaren. Vid utvärdering av tidsserier bör hänsyn tas till detta metodbyte.

3.5 Parametrar som lagts till

3.5.1 Fluorid

Anjonen fluorid bestäms med jonkromatografi tillsammans med sulfat och klorid sedan 1994. Sedan 1994 har ca 1030 värden rapporterats. Halterna är varierade men är omkring 0,2–0,3 mg l^{-1} . Högsta halter $>1,0 \text{ mg l}^{-1}$ förekom i Brobyviken. Källan till fluorid är vanligen naturlig vitting.

3.5.2 Turbiditet

Turbiditet är ett mått på vattnets partikelhalt. Den bestäms med ett instrument där infallande ljus mäts vinkelrätt från detta som reflekterat ljus. Värdet påverkas både av koncentrationen av partiklarna och av deras reflekterande egenskaper, som är olika för lerpartiklar och fasta humusämnen. De första bestämningarna av

turbiditet gjordes 2007–2009 i Västeråsfjärden, Fulleröfjärden och Västra Holmen. Från 2010 ingår turbiditet i mätprogrammet; från början med 14 stationer och på senare år 33–34 stationer med varierande antal årliga prov (106–206). De flesta stationer som bestämdes på turbiditet har provtagits på tre djup: i ytan, på ett mellandjup samt en meter över botten. Turbiditet kan också beräknas genom att använda sig av skillnaden mellan absorbansmätningar vid 420nm på ofiltrerade och filtrerade prov. Halterna förväntas variera med nederbörd i form av extremväder och milda vinterförhållanden, som ökar risk för ytavrinning med lerpartiklar från främst odlingsmark. Mälarens vattenverk mäter ofta turbiditet eftersom det påverkar doseringen av fällningskemikalier vid behandlingen för dricksvatten. Det finns troligtvis långa tidsserier av turbiditet från dessa som skulle kunna ingå i en utvärdering.

3.6 Parametrar som bestämts periodvis

3.6.1 Spårämnen

Koppar och **zink** bestämdes ofta under perioden 1985–1995, vilket visade att koppar- och zinkhalter var låga vid sjöstationerna (Wallin 2000). Ungefär då började ICP (spektroskopi med induktivt kopplad plasma) användas, vilket möjliggör samtidig bestämning av många grundämnen. Efter detta följer en period med sporadisk provtagning av spårämnen, troligtvis med koppling till kända punktutsläpp. Åren 2000, 2002, 2004–2006 samt 2008 finns inga spårämnen redovisade från Mälaren i Miljödata-MVM.

Av de elva långliggande stationerna med 60 åriga provtagningar har **järn** (Fe) och **mangan** (Mn) bestämts i tre (Blacken, Görväln och Prästfjärden) under perioden 1985–1995. 1995–2016 byttes dessa ut till Ekoln, Granfjärden och Södra Björkfjärden. Efter 2016 kvarstår endast Ekoln och Södra Björkfjärden medan Görväln har på nytt tillkommit. I syrgashaltigt vatten förekommer järn och mangan i fast form som hydroxider. De tillförs Mälaren med tillrinnande åar. Under syrgasfattiga förhållanden övergår dock de bägge ämnena från partikulära oxider till tvåvärd löslig form. Som exempel finns från Mälaren fyra tillfällen med järnhalter över $2500 \mu\text{g l}^{-1}$ när syrgashalten gick under 1 mg l^{-1} . För mangan hittas halter över $1000 \mu\text{g l}^{-1}$ vid en syrgashalt mindre än 2 mg l^{-1} . Det finns tyvärr inga bestämningar av filtrerade prov med låga syrgashalter, som kan stödja att inte dessa prover innehöll främst hydroxidformer. Det tycks som järn- och manganhalterna inte har utvärderats, en orsak kan vara att järn oftast är i partikulär form samt att de syrgasfria vattnen inte hittills undersökts på löst (filtrerat) Fe.

Arsenik (vanligen som arsenit: AsO_3^{3-}) har bestämts både som totalhalt och efter filtrering. De tidigaste proverna från Mälaren är från 2007, tre stationer i Köpingsviken (Hamnutlopp, Köpings hamn och Köpingsån, Runnskär), sannolikt på grund av befarade utsläpp från träkonservering. Broviken, Fiskarviken (Stockholm D) och Västra Holmen har några prover vardera från perioden 2015–2021.

Aluminium och **barium** bestämdes på filtrerade prov från Västra Holmen vid tre tillfällen 2019 och 2020.

Kvicksilver har bestämts från några stationer i Köpingsviken och Västeråsfjärden vid samma tillfällen som provtagning för arsenik 2020–2021. Det är tveksamt om bestämning av kvicksilver i vatten är meningsfull, koncentration i fisk eller sediment är mer givande. Kvicksilverhalterna i abborre från Mälaren är höga och över gränsvärdena för biota (Barthel Svedén & Olsson 2023), vilket de är i fisk från stora delar av Sveriges inlandsvatten.

Under perioden 2017–2021 har spårämnena arsenik, kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink bestämts för vattenprov från flera av de större fjärdarna i Mälaren för att bedöma kemisk status och jämföra med gränsvärden (Wallman et al. 2019). För alla ämnen utom arsenik låg halterna under gränsvärdena. Mälardalen har naturligt höga bakgrundshalter av arsenik.

3.6.2 Slamhalt

Slamhalt bestämdes gravimetriskt (genom filtrering av känd volym, torkning och vägning) under åren 1985 till 1995. Värdet är av både oorganiska (lerpartiklar) och organiska (t.ex. plankton) partiklar. Under de aktuella åren bestämdes slamhalt vid som mest 15 stationer, alla provtagningsmånader och på flera djup.

4. Växtplankton

Redan vid Mälarundersökningens start angavs som en av de primära uppgifterna att följa den kvalitativa (artförekomst) och kvantitativa (biomassa) växtplanktonutvecklingen i Mälarens olika delar (Ahl & Willén, T. 1966). Växtplankton intar en nyckelposition i näringskedjan både som födoresurs för flera djurgrupper och genom sin snabba reaktion på miljöförändringar. Ur praktisk synvinkel är god kännedom om planktonutvecklingen nödvändig till exempel när det gäller lukt- och smakproblem på råvatten eller förekomst av algtoxiner.

Ett annat mått på växtplanktons biomassa erhålls genom analys av klorofyll-*a*. Begreppet växtplankton för tanken till växtriket men planktiska alger fördelas mellan klasserna prokaryoter (cyanobakterier som är organismer utan avgränsad cellkärna), protister (enkla organismer med cellkärna som varken är svampar, växter eller djur) och växter (t.ex. grönalger). Alla är fotosyntetiserande och flera kan även fungera som djur, dvs. äta andra organismer som bakterier och mindre växtplankton.

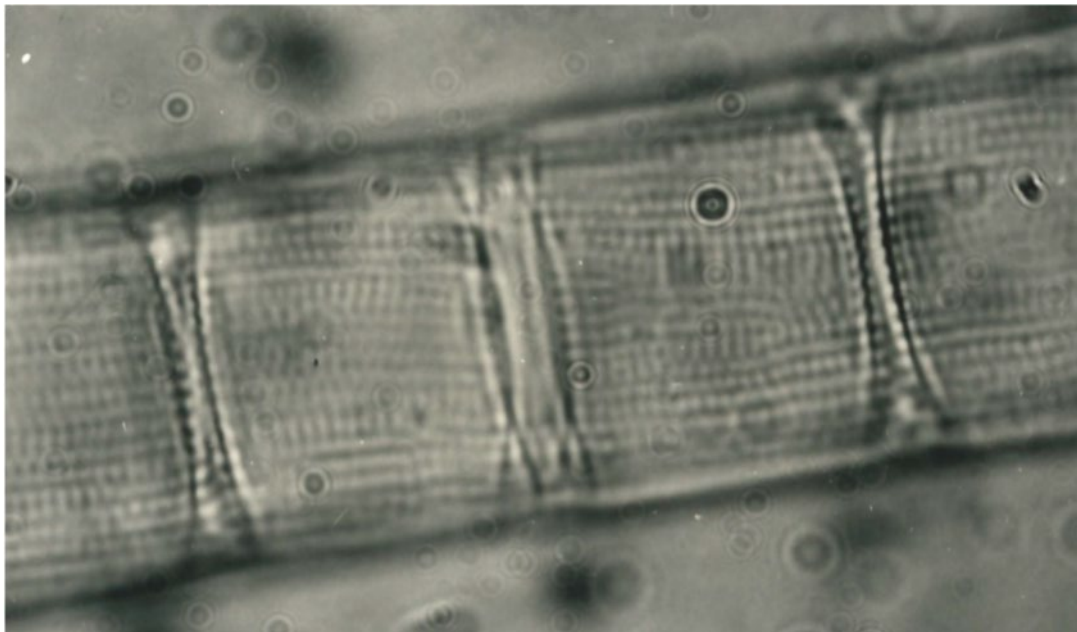
4.1 Tidiga undersökningar av växtplankton

Från förindustriell tid finns det få studier av växtplankton i Mälaren. Från några tidiga nedslag (Fischerström 1785) talas om massutveckling vid vissa stränder av det som då kallades ”vattenglungan (på vattnet flytande), ett illaluktande hårlikt ämne” – en cyanobakterie som numera har det svenska namnet knippvattenblom (*Aphanizomenon flos-aquae*, Figur 13).

I början av 1900-talet studerades särskilt kiselalgsfloran i Stockholmsområdet och då påtalas den rika förekomsten av arten *Aulacoseira islandica subspecies helvetica* (äldre släktnamn *Melosira*) (Cleve-Euler & Huss 1912). Det svenska namnet för släktet är trådkisel (Willén, E. & Tolstoy 2007). Huvudarten *Aulacoseira islandica*, (Figur 14) anges som en karakteristisk och massutvecklande kiselalg i Mälaren (Cleve-Euler 1938).



Figur 13. En koloni av cyanobakterien *Aphanizomenon* (knippvattenblom). Foto: Eva Willén



Figur 14. Detaljbild av den i Mälaren vanliga kiselalgen *Aulacoseira islandica* med karakteristiska raka rader av porer (Foto: Eva Willén).

Växtplankton funna i Ekoln sommartid beskrivs också av Lemmermann (1904) och av Skuja (1956). Lemmermann beskriver massutveckling i slutet av 1800-talet av släktena *Coelosphaerium* och *Microcystis*. Skuja påpekar med data från 1940 och 1950-talet rik förekomst av cyanobakterierna *Microcystis* och *Dolichospermum* (med dess äldre namn *Anabaena*).

I Görväln gjordes både art- och biomassestudier i hela vattenmassan 1955–1956 vid 21 tillfällen, ett arbete som fick en internationell publicering (Willén, T. 1959). Här konstaterades en påtaglig kiselalgsutveckling under vårcirkulationen och stora mängder av guldalgen *Uroglena* (ögongull) sommartid. Massutveckling av växtplankton kan orsaka luktproblem vilket mättes vid +65°C. En stark tranlukt orsakades av släktet *Uroglena* liksom påtaglig fisklukt vid dominans av kiselalger.

4.2 Växtplanktonundersökningar på 1960–1970-talet

Under de första två åren vid starten av Mälarundersökningen inventerades växtplankton över hela sjön i augusti och oktober 1964 på ett hundratal lokaler. Då skedde också provtagningar på djupare nivåer på tiotalet platser. Samma lokalnät undersöktes också 1965 med provtagningar vår, sommar och höst. Specialprovtagningar gjordes redan somrarna 1965 och 1966 på ett trettiotal lokaler i Galten-Kvicksunds-Blackenområdet, som karakteriseras av grunda och näringsrika fjärdar. Dessa studier omfattade också bakteriologi och klorofyllanalyser. Undersökningarna fortsatte juli 1968 och 1970. Även Västeråsfjärden specialstuderades med ett tätare stationsnät 1969 och 1970. Växtplanktonbiomassorna nådde då i Galten ett högsta medianvärde för de undersökta lokalerna $13,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ under juli 1968 medan de högsta värdena på vissa platser i fjärden erhöill extremvärden över $20 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ och bestod nästan uteslutande av cyanobakterien *Aphanizomenon*. I Västeråsfjärden var biomassorna betydligt lägre och varierade mellan 2 och $3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ (Willén, T. et al. 1973). Ekoln blev också föremål för intensiva studier från 1967 då misstankar om påtaglig eutrofiering förelåg (Grönberg et al. 1974). Dessa studier omfattade förutom växtplanktons biomassor också klorofyll-a och primärproduktionsmätningar. Resultaten kunde här inte styrka någon extrem föroreningsituation men kan ändå tjäna som referens eftersom fosforfällning av avloppsvattnet i Uppsala inte hade införts ännu. Undersökningar i Ekoln och söderut till Görväln fortsatte från 1969 till 1973 för att utröna effekten av kemisk fällning av avloppsvatten i fjärdarnas tillrinningsområden (Ahl et al. 1974).

Ett område som tidigt var av särskilt intresse som en avsnörd del av Mälaren var Stora och Lilla Ullfjärden (dåvarande namn Ullevifjärdarna) där vattnets karaktär och växtplanktonsamhället markant skiljer sig från övriga fjärdar i Mälaren. Månadsvisa provtagningar av plankton och vattenkemi skedde i Lilla Ullfjärden 1965, undersökningar som sedan fortsatte 1971 och 1974, där också planktonutvecklingen vintertid blev föremål för intresse, med förekomst direkt under isen av stora mängder toxinproducerande cyanobakterier av släktet *Planktothrix* på svenska kallade svävtrådar, vilka genom sin röda färg blev

synliga för blotta ögat i håvprov (Willén, T. & Tirén 1984, Willén, T. 1971, Willén, T. & Mattsson 1997) (Figur 15). Det är ett släkte som fortfarande hittas i Ullfjärdarna och som också påtalades av Skuja (1956) efter analys av prover tagna på 1930-talet. Arten fanns i massutveckling också i Stora Ullfjärden vilket blev tydligt när cyanobakterieblomningen på försommaren 1970 drev in mot en badbrygga där förruttnelsen spred en obehaglig lukt som kändes vida omkring. Händelsen, som åstadkom ett larm i pressen, återgavs också i tidskriften Forskning och Framsteg (Willén, T. 1971). Arten visade sig vara mycket toxisk under hela året med produktion av levertoxinet microcystin.



Figur 15. Ett håvdrag strax under isen i Lilla Ullfjärden med rik förekomst av den röda *Planktothrix*. Foto: Eva Willén

4.3 Fördjupade studier Görväln

I Görväln, som sedan 1929 är en av råvattentäkterna för Stockholmsregionen, gjordes fortsatta studier av växtplankton på 1980-talet för att utröna effekter av den reduktion av fosfor som skedde vid avloppsvattensbehandling i början av 1970-talet (Ericsson et al. 1984). Då kunde konstateras att Görvälns näringsstatus hade reducerats från totalfosforkoncentrationer som på 1960-talet nådde $60 \mu\text{g l}^{-1}$, till $35 \mu\text{g l}^{-1}$ i början av 1980-talet. Växtplankton reagerade emellertid inte så mycket med lägre totalbiomassor som med förändringar på grupp- och artnivå.

Främst minskade mängden cyanobakterier och grönalger. Det gick att visa hur olika blandningsförhållanden till fjärden av inflödande vatten påverkade växtplanktons artsammansättning. När vattnet kom från Ekoln-Skarven gynnade det förekomst av cyanobakterier som släktena *Microcystis* och *Planktothrix* samt vissa kiselalger. När vattnet kom från de sydliga fjärdarna gav det utslag i förekomst av dinoflagellater, okalger och större kiselalger liksom fler flagellater. I arbetet belyses särskilt störningar i form av lukt- och smakförändringar på råvattnet orsakade av olika alger. Påtagliga problem orsakas av guldalger *Synura* och *Uroglana* som ger en tran- eller fisklukt. Även större mängder kiselalger och cyanobakterier gav upphov till olika lukter av t.ex. skämd mat, mögel, dy, svavel etc. (Edler et al. 1995). Kiselalgens benägenhet att på senhöst och vinter täppa till filter i vattenverket samt fastna på fiskenät, så att dessa synliggörs, fördes också fram både från vattenverket och yrkesfiskare.

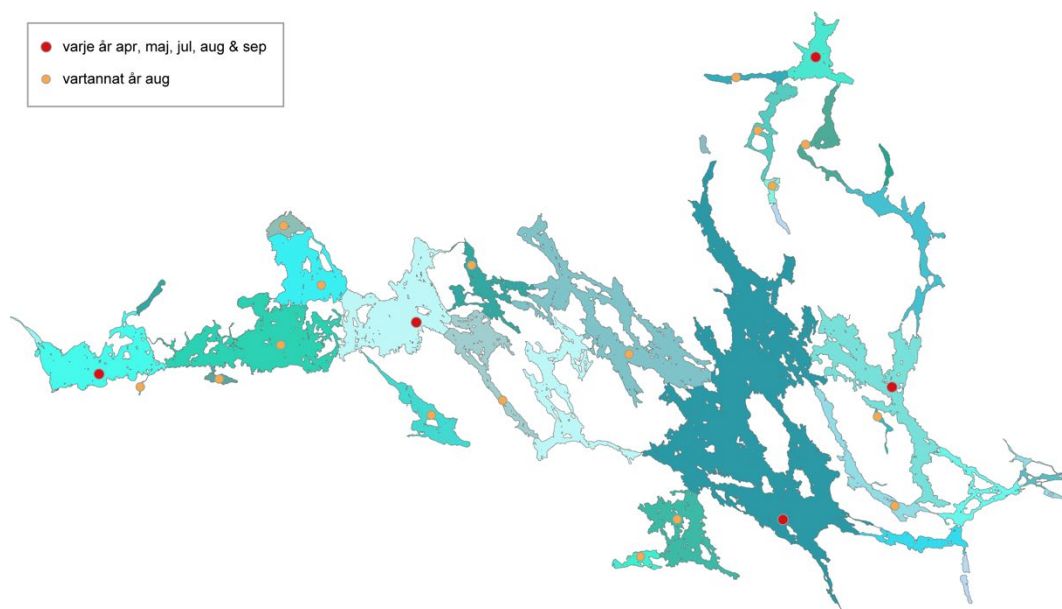
Ytterligare studier av växtplankton i Görväln med inriktning på förändringar som skulle kunna relateras till pågående klimatförändring gjordes 2018 på beställning av vattenverket (Willén, E., 2019 opubl data). Vid en jämförelse av två tjugooårsperioder, en i slutet av 1900-talet (1980–1999) och en på 2000-talet (2000–2018), konstaterades signifikanta skillnader i vattentemperatur och näringsämnen. Den senare perioden visar på högre vattentemperaturer och lägre koncentrationer av kväve och fosfor samtliga årstider. Växtplanktonens biomassor visade stora mellanårsvariationer, men signifikanta skillnader mellan perioderna fanns bara under våren för flagellater (tillhörande flera alggrupper) som hade fördubblats i mängd under 2000-talet. På grund av organismernas ringa storlek blir dock skillnadens i biomassor mellan perioderna små. Även potentiellt toxinproducerande cyanobakterier hade sommartid ökat den sista perioden även om biomassorna för dessa var låga. Dock återkom de årligen. Också i denna översikt diskuteras i korthet lukt- och smakförändringar orsakade av alger vilket ger problem och kräver extra åtgärder när det gäller dricksvattenproduktion.

4.4 Fortsatta växtplanktonundersökningar

Ganska snart reducerades antalet lokaler i Mälaren, där växtplanktonprov togs mars–oktober ungefär sex gånger under året, till ett fyrtiotal lokaler 1966 och sedan till ett tjugotal 1967 (Bilaga B2).

I Ekoln, Görväln, Södra Björkfjärden, Granfjärden och Galten har under hela undersökningsperioden från 1964 växtplankton studerats med månadsvisa provtagningar april/maj–oktober. Dessa fem områden ger en god bild över vattenkvaliteten speglad i växtplanktonsamhällena i Mälarens största bassänger. Från 2017 tas dessa prov i april, maj, juli, augusti och september. För att kunna

bedöma ekologisk status ingår sedan 2017 växtplanktonundersökningar vartannat år vid ytterligare 17 lokaler (9 udda år, 8 jämna år) i augusti (Figur 16). Många av vattenförekomsterna har problem med övergödning och då är växtplankton den lämpligaste biologiska variabeln att mäta för bedömning.



Figur 16. De 22 provtagningslokalerna för växtplankton. Röd markering visar provplatser som tas månadsvis maj–september och som undersökts sedan Mälarundersökningens start 1964. Gul markering anger platser som provtas i augusti vartannat år (dvs hälften av platserna provtas ett år och den andra hälften året därpå). Namnen på lokalerna hittas i Tabell B1.

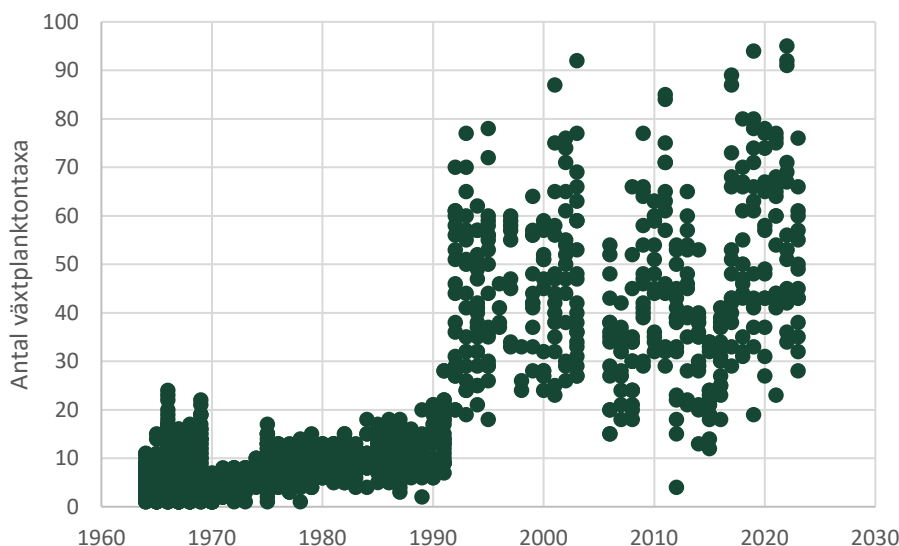
En period (ca 1999–2011) gjordes extra provtagningar i månadsskiftet juli–augusti vid de fem ordinarie samt vid några extra lokaler. För dessa analyserades endast cyanobakterier för att få bättre kunskap om algbloomingläget.

4.5 Metodbyten för växtplankton

Viss variation har förekommit både när det gäller provtagningstillfällen, provtagna djupnivåer och räknemetoder för bedömning av växtplanktons biomassa. Sedan 1979 tas ett blandprov från nivån 0–8 m. utom i den grunda fjärden Galten där skiktet 0–2 meter provtas. Provet bedöms spegla epilimnion d.v.s. det under sommaren omrörda övre skiktet med varmare vatten.

Räknemetoden som underlag för biomasseberäkningar ändrades 1992 från räkning av endast dominerande arter (Willén, E. 1976) till räkning av alla arter (fullanalys) i en räknekammare. Den förenklade räknemetoden som infördes 1969, fanns med som ett önskemål redan i protokoll (daterat 12 mars 1964) från

sammanträden inför starten av Mälarundersökningen. Dominansräkningar hade tidigare också använts av Nauwerck (1955) och T. Willén (1960). Det var svårt att hinna med att analysera alla prover när det var så många lokaler som provtogs de första åren. Förändringen till fullanalys ökade framförallt antalet arter som noterades i proven vilket syns tydligt i Figur 17.



Figur 17. Antalet räknade växtplanktontaxa vid dominansräkning respektive fullanalys. Före 1969 räknades alla arter. Troligtvis gjorde totaldominansen av vissa algblokningsarter dessa första år med hög växtplanktonbiomassa att mindre vanliga arter missades.

Standardisering av hur växtplankton räknas och hur biomassan beräknas har skett särskilt vad gäller val av geometriska figurer som ska motsvara olika växtplanktons former för beräkning av biovolymen. Den nu använda metoden är samma som används i andra länder i Europa vilket gör att resultaten kan jämföras mellan länder (HVMFS 2013, Havs- och vattenmyndigheten 2018).

4.6 Växtplanktons biomassa, artsammansättning och underlag för vattenkvalitetsbedömning

Tre mer samlade svenska rapporter om växtplanktonutvecklingen i hela Mälaren har sammanfattat tre längre perioder:

- från start till slutet av 1980-talet (Willén, E. et al. 1990)
- från start till 1998 (Wallin 2000)
- från start till 2011 (Sonesten et al. 2013)

Den förstnämnda rapporten, som behandlar åren efter att kemisk fällning av fosfor hade införts vid avloppsbehandling från mitten av 1970-talet, visar minskade växtplanktonbiomassor och förkortade tider för massutvecklingar av

cyanobakterier i näringsbelastade fjärdar som Galten och Ekoln medan planktonutvecklingarna i centrala Mälaren visar små mellanårsvariationer.

I de båda senare rapporterna (Wallin 2000, Sonesten et al. 2013) tydliggörs också minskningar av biomassan efter 1975–1980 i Ekoln-Görvålområdet men i Mälarens västligt belägna fjärdar är mellanårsvariationerna mest påtagliga och kan nå nivåer som t.ex. i Granfjärden kan bli väl så höga enstaka år som under Mälarundersökningens första tioårsperiod. Dock bestod biomassorna efter mitten av 1970-talet inte i lika hög grad av cyanobakterier utan av kiselalger.

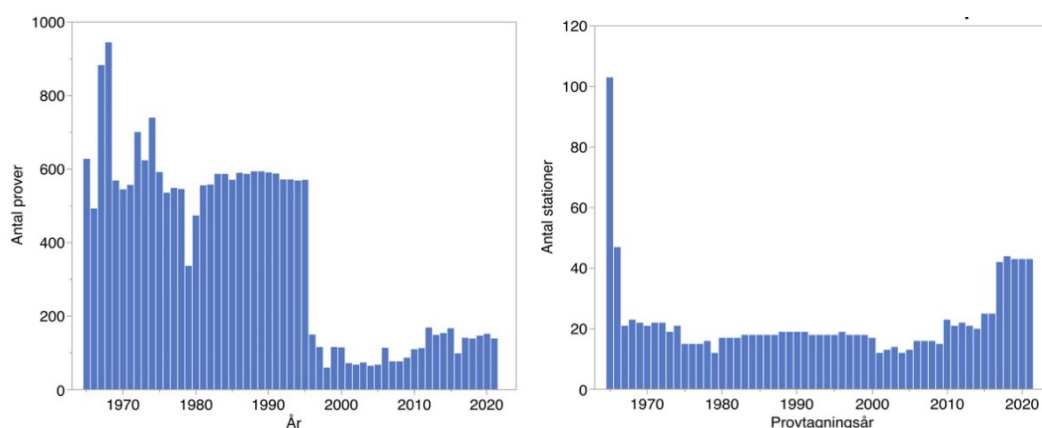
Kiselalger och olika typer av flagellförsedda (simmande) växtplankton, t.ex. gruppen Cryptophyceae – rekylalger, är vanliga inslag sommartid i många av Mälarens fjärdar. Av de fem fjärdar som provtagits regelbundet för växtplankton är generellt sett biomassorna högst i Galten och Ekoln och lägst i Södra Björkfjärden. Vad gäller artrikedomen är den också störst i Galten som är för grund för att ha en lång temperaturskiktning av vattnet under sommarhalvåret. Artrika är också Granfjärden och Görvål där vatten blandas in från angränsande fjärdar. Södra Björkfjärden och Ekoln är något artfattigare med sina väl skiktade och djupa vattenmassor och Södra Björkfjärden har därtill ett något näringsfattigare vatten (Tabell 4).

Tabell 4. Antal taxa av växtplankton 2000–2022 per alggrupp och fjärd i fem Mälarfjärdar

Alggrupper	Ekoln	Galten	Granfjärden	Görvål	S. Björkfjärden
Bacillariophyta	47	64	60	51	49
Charophyta	12	31	20	25	27
Chlorophyta	87	142	108	97	90
Choanoflagellater	2	2	3	3	2
Chrysophyceae	19	25	21	23	19
Cryptophyta	8	7	11	6	9
Cyanobacteria	61	70	71	72	61
Dinophyceae	18	19	17	18	15
Euglenophyceae	5	21	12	5	5
Haptophyta	2	2	2	2	2
Raphidophyceae	1	3	2	1	1
Synurophyceae	9	11	11	9	9
Xanthophyceae		7	5		
Övriga	24	34	24	26	22
Totalsumma	295	438	367	338	311

4.7 Klorofyll-a i växtplankton

Räkning med volymsbedömning av växtplankton liksom bestämning av klorofyll-*a* koncentrationen ger ett bra mått på biomassan. Klorofyll är ju ett nödvändigt pigment för fotosyntes. Klorofyllkoncentrationerna varierar kraftigt mellan Mälarens olika fjärdar och mellan säsonger. Oftast fås ett maximum sommartid utom för de näringsfattigaste centrala bassängerna av sjön som får sitt maximum under våren under kiselalgsutvecklingsperioden. Första provtagningsåret 1964 ägnades avsevärd tid åt provtagningar med metodstudier för klorofyllanalys och från 1965 bestämdes klorofyllhalter vid alla undersökta stationer som då var många, strax över hundra (Tolstoy 1966, Figur 18). Metoden utvecklades av Anna Tolstoy inom Mälarundersökningens ram (Tolstoy 1977). En känd vattenvolym filtreras i fält. Filtret males sedan tillsammans med aceton och på lösningen bestäms absorbansen vid några olika våglängder och värdena används för beräkning av främst klorofyll-*a* som redovisas här, men även andra algpigment. En översikt över den första tioårsperiodens klorofyllkoncentrationer över hela Mälaren både i ytvatten och i djupled ges i Tolstoy & Winbladh (1976). Då kvantitativ bestämning av växtplankton i mikroskop kräver viss tid ansågs det, vid Mälarundersökningens start, lämpligt att utveckla klorofyllmetoden för att snabbare få resultat (Tolstoy 1977). I Mälaren har de två typerna av prov tagits på olika djupintervall så de är inte helt jämförbara. Det vanliga växtplanktonprovet täcker sedan 1979 in ett djupare skikt, vanligtvis 0–8 meter om inte lokalen är mycket grund, än klorofyllproven som tas vid de djup och med samma hämtare som övriga vattenkemiprover dvs. 0,5 och 15 m samt bottennära. Efter 1995 slutade man bestämma klorofyllhalten vid de djupare skikten eftersom halten där oftast var mycket låg. Att antalet prover minskade med två tredjedelar när de djupare proven tas bort syns tydligt i Figur 18.



Figur 18. Antalet klorofyllprover (till vänster) samt antalet provtagningsstationer för klorofyll (till höger) i Mälaren sedan 1964.

Under 2014 skedde en förskjutning mot lägre antal klorofyllprover per år samtidigt som antalet stationer var ungefär lika stort. 24 stationer provtogs endast

en gång per år, som regel i augusti i samband med provtagningen av växtplankton och som ytprover. Därmed bibehålls många stationer för klorofyll i Mälaren. I Miljödata-MVM finns det 41 övervakningsstationer för klorofyll i Mälaren, då ingår även prover som tas inom recipientkontroll av andra utförare än MVVF, t.ex. Stockholm Vatten och Avfall (Tabell B3).

Klorofyll kan också använts som ett mått på växtplanktons produktionskapacitet.

4.8 Växtplanktons primärproduktion

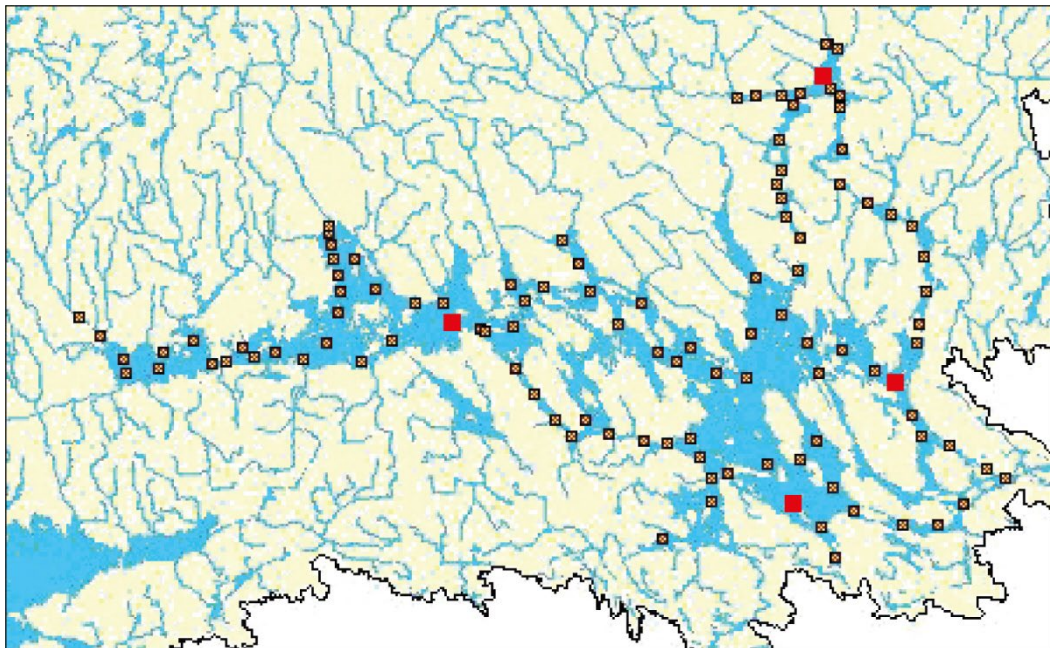
Mälarens ekosystem i fria vattenmassan är huvudsakligen autoktont, dvs energin för konsumenter som djurplankton och fisk kommer från växtplanktons fotosyntes. Därför är det värdefullt att försöka skatta denna. Växtplanktons primärproduktion kan bestämmas genom tillsats av en känd mängd radioaktivt kol (^{14}C) till ett vattenprov med växtplankton och därefter inkuberas flaskan på provets djup eller i en inkubator på undersökningsbåten. Efter exponering under fyra timmar filtreras provet för att samla upp alla växtplankton och mäta hur mycket kol de fixerat genom fotosyntesen. Det görs genom att mäta radioaktiviteten på filtret och sedan beräkna hur mycket primärproduktion de bidragit med.

Sådana bestämningar gjordes först i Lilla Ullfjärden 1965 och 1968 och i Ekoln 1967 till 1969 (Grönberg et al. 1974, Tolstoy 1972, 1988). Under 1969 till och med 1971 undersöktes nio stationer från Ekoln till Görväln (Ahl et al. 1974). För Ekoln beräknades den årliga primärproduktionen motsvara den för naturligt eutrofa vatten. Den årliga primärproduktionen i Ekoln angiven för 1967 och 1968 var 120 respektive $125 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ (Tolstoy 1988) Den högsta produktion förelåg i juli-augusti under perioden med cyanobakterieutvecklingar. I Lilla Ullfjärden mättes årsproduktionen 1968 och 1974 till 100 och $135 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ med höga värden redan på våren då både cyanobakterien röd svävtråd (*Planktothrix prolifica*) och kiselalger utvecklas där. Efter detta har inte primärproduktionsbestämningar gjorts i Mälaren.

5. Djurplankton

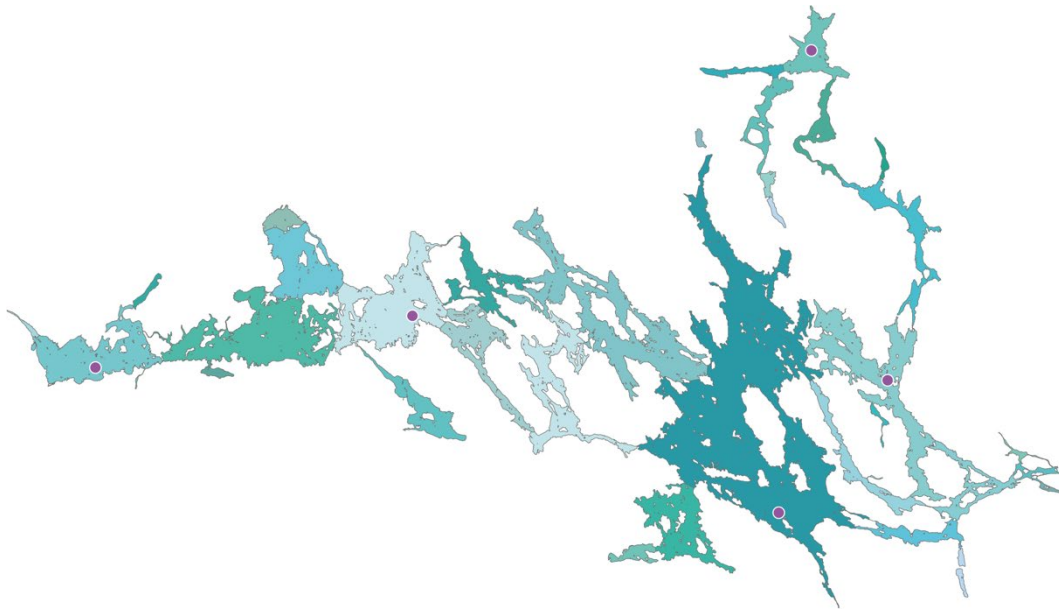
Den första undersökningen av zooplankton gjordes av Sven Ekman i Ekoln omkring 1905. Ekman redovisade 20 olika arter av hinnkräftor (Ekman 1907), medan det 1961 endast hittades fem av dessa (Gönczi 1962). De första åren för Mälarundersökningen i Ekoln som provtogs vid många tillfällen under året (1965–1969) hittades totalt 12 taxa av hinnkräftor i Ekoln (enligt uttag ur databasen). Orsaken till minskningarna i artantal tolkade som utbyggnad av vattentoaletter och bristfällig rening.

Redan från Mälarundersökningens första tid inventerades djurplanktonbestånden kvantitativt med tanke på deras viktiga roll i näringsväven. De har en sådan placering i näringsväven att de dels själva föder sig på bakterier och växtplankton dels tjänar som föda åt större planktonlevande djur och småfisk. Vid den första inventeringen i augusti 1964 togs prover vid ca 70 lokaler på 0,5 m djup. Proven togs med en Rodhehämtare (5,1 L) och filtrerades med en sil med maskvidd 80 µm. Som mest på 1960-talet togs prover från ett nittiototal stationer (Figur 19). Antalet stationer minskade med tiden och istället togs prover i djupled då vissa arter föredrar kallare djupskiktet under sommaren. För detaljer om undersökta stationer och tider se Tabell B4. Merparten av djurplanktonlokalerna de första åren är desamma som för vattenkemi och växtplankton/klorofyll. Djurplankton ingick i specialstudien av Ekolns limnologiska status 1967–1969 liksom i studien av Ekoln-Skarven-Görvälnområdena 1970–1975 som beskrivs avsnitt 2.2.



Figur 19. Djurplanktonlokalernas maximala utbredning i Mälaren under 1964–1967. Fortfarande aktiva tidsseriestationer (4 st) i drift med vissa uppehåll sedan 1964 har markerats i rött. Där tas prov maj, juli, augusti och september från ytan till botten hopslaget till två blandprov som representerar de två skikten som bestäms av temperaturskiktningen (Karta ur Persson & Svensson 2004).

Efter dessa intensivstudier kom tre år helt utan provtagningar av djurplankton men de ingick på nytt i programmet 1979–1995 med månatliga provtagningar maj–oktober. Provtagningsfrekvensen minskades sen till 4 gånger per år maj, juli, augusti och september. Fram till 2011 gjordes provtagningar på fyra lokaler vilka 2012 utökades att också innefatta Galten. Från 2012 tas således prover från 5 lokaler i Mälaren (Galten, Granfjärden, Södra Björkfjärden, Görväln och Ekoln) under fyra månader (Figur 20).



Figur 20. Nuvarande lokaler för djurplanktonprovtagningar i Mälaren maj, juli, augusti och september.

Det samlade intrycket av djurplanktonpopulationen i Mälaren är att faunan är artrik med 87 taxa varav 57 hjuldjur, 18 hinnkräftor, 11 hoppkräftor (Sonesten et al. 2013) men det finns ingen enskild art med total dominans. Individantalet av hjuldjur är störst men räknat som biomassa utgör hinnkräftor den största andelen. Djurplanktons biomassor redovisade på 2000-talet var högst i Galten och Ekoln och betydligt lägre i Södra Björkfjärden och Görväln även om stora mellanårsvariationer förekommer.

6. Bottenfauna

De inledande undersökningarna av bottendjuren s.k. bottenfauna startades hösten 1969. Innan har endast enstaka översiktliga studier blivit utförda. Mellan åren 1970–1995 gjordes årliga provtagningar från fjärdarnas djupbottnar (profundalen). Åren 1996–1997 togs beslut om att också undersöka bottenfaunan på andra typer av bottnar, med provtagning i litoralen (närmast stranden) och på sublitorala bottnar, på 4–6 m djup. Dessa undersökningar upprepades åren 1999–2000.

För provtagningar i profundal och sublitoral används en Ekmanhämtare. Provtagningen är helt kvantitativ då en känd yta av botten hämtas upp, med de djur som lever i och på sedimentet. Litoralprovtagningen görs på annat sätt då bottarna i den zonen består av annan typ av bottenmaterial och vegetation. Här rörs bottenmaterialet upp på ett kontrollerat sätt och det uppvirvlade materialet inkl. djur samlas upp i en håv.

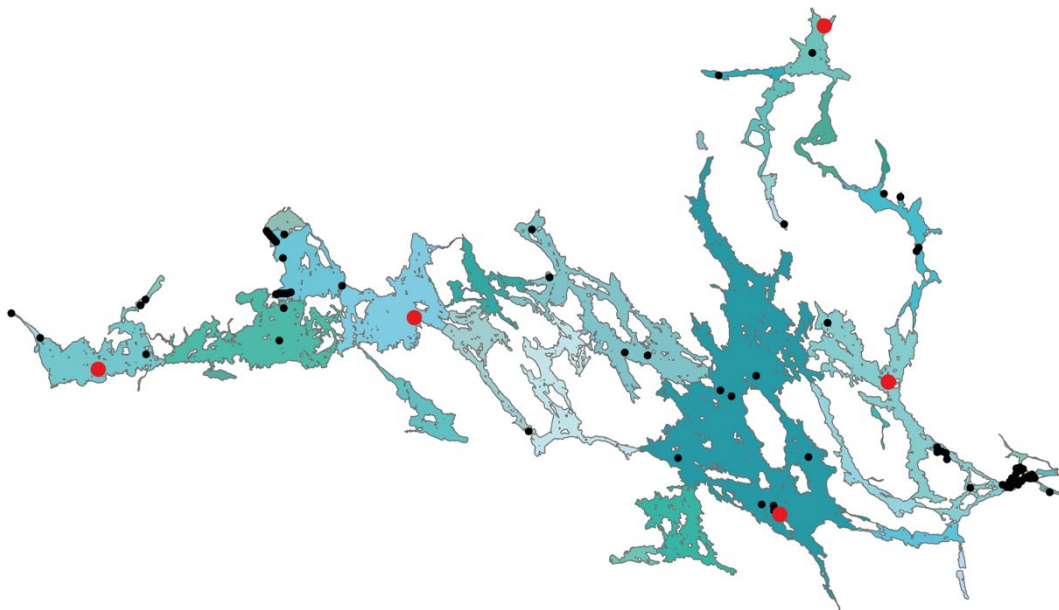
6.1 Tidiga bottenfaunaundersökningar

Tidiga studier av bottenfaunan i sjön utförda från 1913 till 1950-talet finns publicerade (Rosén 1915, Alm 1927, Puke 1948). Därtill finns ytterligare ett antal opublicerade arbeten som manuskript (Vallin manuskript. Sötvattenlaboratoriet, Drottningholm). Dessa studier genomfördes under olika årstider, på olika djup och med varierande metodik (Wiederholm 1974).

6.2 Bottenfauna 1969–1970

Innan de regelbundna studierna inom ramen för Mälarundersökningen hade initierats inventerades faunan i sexton fjärdar i juli och september 1965 med koncentration på djupnivån 15 m d.v.s. övre profundalen (Grimås 1967). Resultat härifrån ger värden för individantal och totala biomassor samt dominerande djurgrupper med påpekanden att biomassorna vanligen är störst på hösten (medelvärde var 3,83 individer m^{-2} och biomassan 6,9 g m^{-2} för alla då inventerade lokaler och provtagningar). Här ställs bottendjurens biomassa i

relation till de då förekommande totalfosforhalterna i olika fjärdar d.v.s. större biomassor (medelvärden 11,0–20,4 g m⁻²) i fjärdar där fosforhalterna var höga (Tot-P 50–200 µg l⁻¹) och betydligt lägre biomassor (0,2–1,1 g m⁻²) där halterna var lägre (Tot-P högst 25 µg l⁻¹). Tidigare studiers provtagningsutrustning, provtagningsdjup och sällningsteknik har varit annorlunda än de som varit rådande sedan 1969/1970 vilket försvårar jämförelser mellan undersökningar. Studierna före 1969/1970 indikerar en successiv ökning av faunans individtäthet med stigande halter av näringsämnen, vilket också kunnat stödjas genom Grimås undersökningar och genom studier av sedimentproppar i Ekoln (Wiederholm 1974, Willén, E. et al. 1990).



Figur 21. Provtagningslokaler för bottenfauna. Rödmarkerade lokaler provtas regelbundet sedan 1999. Tidigare provtagna lokaler markerade i svart.

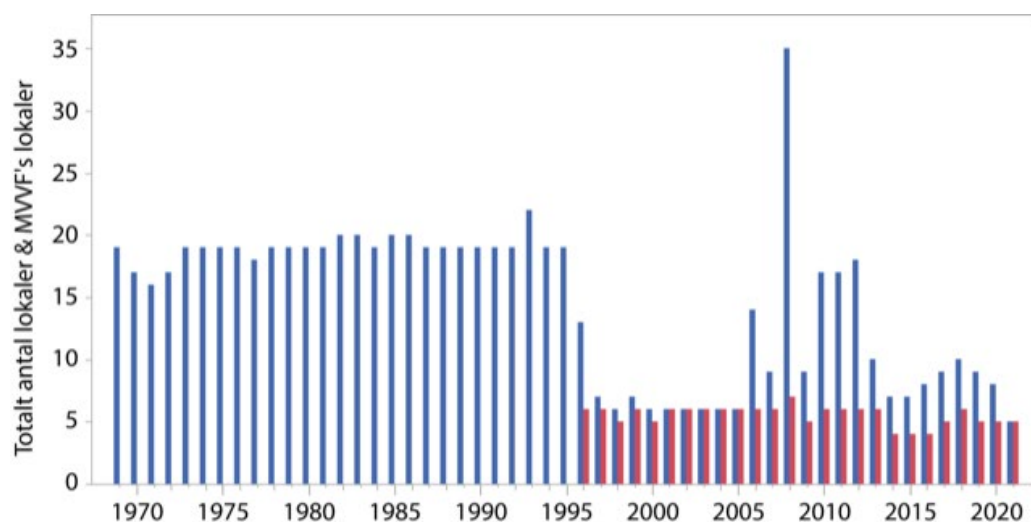
I Ekoln har utvecklingen kunnat rekonstrueras under en 150-årsperiod från ett nära nog opåverkat tillstånd över en period med successiv men långsam eutrofiering från 1800-talets början till 1930-talet, kopplat till mer intensiv markanvändning (Wiederholm & Eriksson 1979). Därefter från 1940 och 1950-talen tycks eutrofieringen ha nått ett stadium kritiskt för många bottendjur i takt med ökande utsläpp av kommunalt avloppsvatten och användning av handelsgödsel i jordbruket.

Syrgasttillgången är av avgörande betydelse för bottenfaunan. Särskilt betydelsefull är tillgången i eller närmast sedimentytan. Bottenvattnets halter är kopplade till trofigrad och vattendjup. Vid höga halter av näringsämnen underhålls en hög primärproduktion och därmed riklig sedimentation av organiskt material till botten. På strandnära botten är avsättning av material beroende av hur vindutsatt området är. På en vindskyddad plats ges möjlighet till anrikning av

material. På lite djupare bottenar avsätts sediment tillfälligt (transportbottenar, sublitoralzonen) och på de största djupen finns ackumulationsbottenar (profundalzoner), där material lagras permanent. Djupet på ackumulationsbottenar som undersökts i Mälaren varierar mellan 15 och 50 m. I mindre fjärdar och skyddade vikar finns ackumulationsbottenar på betydligt mindre djup.

Syftet med Mälarundersökningens bottenfaunaundersökningar har varit att belysa variationer i faunans kvantitet och sammansättning i förhållande till eutrofiering och förorening i sjöns olika delar. Undersökningarna förlades till områden som förväntades återspegla karaktäristisk miljö i de olika bassängerna med avseende på närings-, temperatur- och syrgasförhållanden och ofta till plana bottenarealer (profundalzoner). Därtill var studierna avsedda att utgöra referens för senare bedömning av faunan i sjön och dess reaktion på minskad närsaltbelastning. Studierna från 1969–1970 förlades till 19 lokaler fördelade över 3 områden i sjön, där djupa fjärdar hade provtagning på två nivåer i profundalen (Figur 21, Tabell B5, B6, B7).

Även om provtagningar inte fortsatte efter 1995 på ett tiotal lokaler, återupptogs andra efter några års uppehåll och nya lokaler inventerades. Successivt som kunskapen om faunans artsammansättning och abundans ökade reducerades antalet lokaler och fick bli representativa för större områden. Sedan 1999 tas prover i profundalزونen varje höst i fem fjärdar. Provtagningsdjupen har varierat något, men sedan 2017 tas proven på följande nominella djup: Norra Ekoln, 30 m, Görvälén Syd 40–45 m, Södra Björkfjärden 42–45 m, Granfjärden 25–30 m och Galten 10 m. Antalet provplatser i Mälarens profundal har således varierat över tiden men bottenfaunan har följts på ett tjugotal lokaler åtminstone i 27 år och i mer än 40 år i Norra Ekoln, Norra Prästfjärden och Granfjärden (Tabell B5).



Figur 22. Antalet platser för provtagning av profundalfaunan 1969–2021. Totala antalet lokaler i blått. MVVF's lokaler i rött.

6.3 Litoral- och sublitoral bottenfauna

Under fyra höstar 1996–1997 och 1999–2000 utökades undersökningarna av bottenfaunan genom provtagningar från litoral- och sublitoral i de fjärdar där profundalprov togs. Dessa provtagningar upprepades 2014 för litoralzonen (Nilsson et al. 2015). Litoralzonens fauna är särskilt lämpad för bedömning av biologisk mångfald medan sublitoralfaunan tillsammans med profundalfaunan används för att beskriva tillstånd och förändringar i näringspåverkan (Wallin 2000). Ur ett biologiskt mångfalds-perspektiv är det betydelsefullt med strandnära provtagning för bottenfauna. Litoralproverna insamlades som sparkprov och med handhåvning på djup som understeg 1 m (Tabell B7), medan sublitoralproverna togs med Ekmanhämtare på djupnivåer mellan 1 och 10 m beroende på lokal (Tabell B6).

En samlad bedömning av litoralfaunan på de 7 undersökta lokalerna 2014 är dess höga art- och individrikedom (Ekoln, Skarven, Görväl, Norra Prästfjärden, S. Björkfjärden, Granfjärden och Galten). Snäckfaunan är särskilt artrik med 14 arter. Även nattsländor är artrika medan dagsländor är fåtaliga och bäcksländor saknas helt. Totalantalet taxa per undersökt lokal, alla grupper inbegripet, varierande mellan 40–56 och är klassat som mycket stort med Norra Prästfjärden som särskilt artrik medan Skarven och Galten var något artfattigare.

Individtätheten i faunan är klassad som mycket hög (2330–4560 individer m^{-2}) på alla lokaler utom i Skarven (894 ind m^{-2}) och S. Björkfjärden (474 ind m^{-2}) baserat på vilka arter som hittades, många ovanliga, expertbedömdes naturvärdet som högt respektive måttligt högt (Nilsson et al. 2015). Ett exempel från de litoralinventeringar som gjordes 1999 visade i motsats till inventeringen 2014 att mer än hälften av alla individer bestod av dagsländelarver utom i Norra Prästfjärden där var tredje djur var en dagslända eller en fåborstmask. I sublitoralen dominerade då fjädermyggslarver och fåborstmaskar utgjorde den näst största gruppen. Ett undantag gällde Skarven och Görväl där stora mängder av vandrarmusslor fanns (Andersson 2000). En slutbedömning av bottenfaunan i Mälarens strandområden är att den är mycket artrik och har höga eller mycket höga naturvärden.

6.4 Särskilda artkommentarer för faunan

6.4.1 Glacialrelikter

Glacialrelikta och kallvattenskrävande kräftdjur finns både i zooplanktonpopulationen (makrozooplankton) och i bottenfaunan i Mälaren. Särskilda undersökningar gjordes 2007 och 2021 mestadels i sjöns centrala fjärdar (Henricsson & Andersson 2007, Kinsten 2021).

Välundersökta områden är Norra Prästfjärden, N. och S. Björkfjärden, Görvåln, Blacken, Gripsholmsfjärden, Granfjärden, Skarven och Lilla Ullfjärden. Till de relikta kräftdjuren i Mälaren räknas

1. sjösyrsa *Gammaracanthus lacustris* (äldre släktnamn *Relictacanthus*),
2. hoppkräftan *Limnocalanus macrurus* (ett stort zooplankton),
3. vitmärla *Monoporeia affinis* (äldre släktnamn *Pontoporeia*),
4. pungräkan *Mysis relicta* s.l. (här ingår 2 arter därför används beteckningen sensu lato = i vid bemärkelse),
5. taggmärla *Pallasea quadrispinosa* och
6. ishavsgråsugga eller skorv, *Saduria entomon*.

Vid de regionalt mest omfattande undersökningarna 2007 saknades helt sjösyrsa och skorv och dessa arter finns inte heller registrerade 2021. Pungräkan hade den största individtätheten 2021 i N. Björkfjärden och hoppkräftan *Limnocalanus macrurus* förekom också talrikt särskilt i Görvåln. Pungräkan finns särskilt i sjöns djupare centrala delar och i kallt och syrerikt vatten även om mindre bestånd också insamlas från de norra Mälarfjärdarna. I Lilla Ullfjärden finns tidiga noteringar om glacialrelikter från början av 1900-talet och då registrerades skorv liksom pungräkan, vitmärla, taggmärla och *Limnocalanus macrurus* (Jägerskiöld 1912). I undersökningar som gjordes på sommaren 1966 angavs fynd av taggmärla och vitmärla liksom *Limnocalanus macrurus* och även en individ av skorv (Kjällman & Grimås 1967). Det är oklart om Ullfjärdarna fortfarande kan hysa dessa kallvattensarter då de kalla bottenvattnen sommartid troligtvis har för låga syrgashalter.

6.4.2 Invasiva kräftdjur

På senare år har flera för Sverige nya arter av småkräftdjur påträffats i östra Mälaren, flera av dem av invasiv typ. De liknar de inhemska märlkräftorna och pungräkorna men är varmvattensarter som främst lever på grunt vatten. I nuläget håller kunskapsläget på att byggas upp (Bjelke 2024).

6.4.3 Vandrarmussla

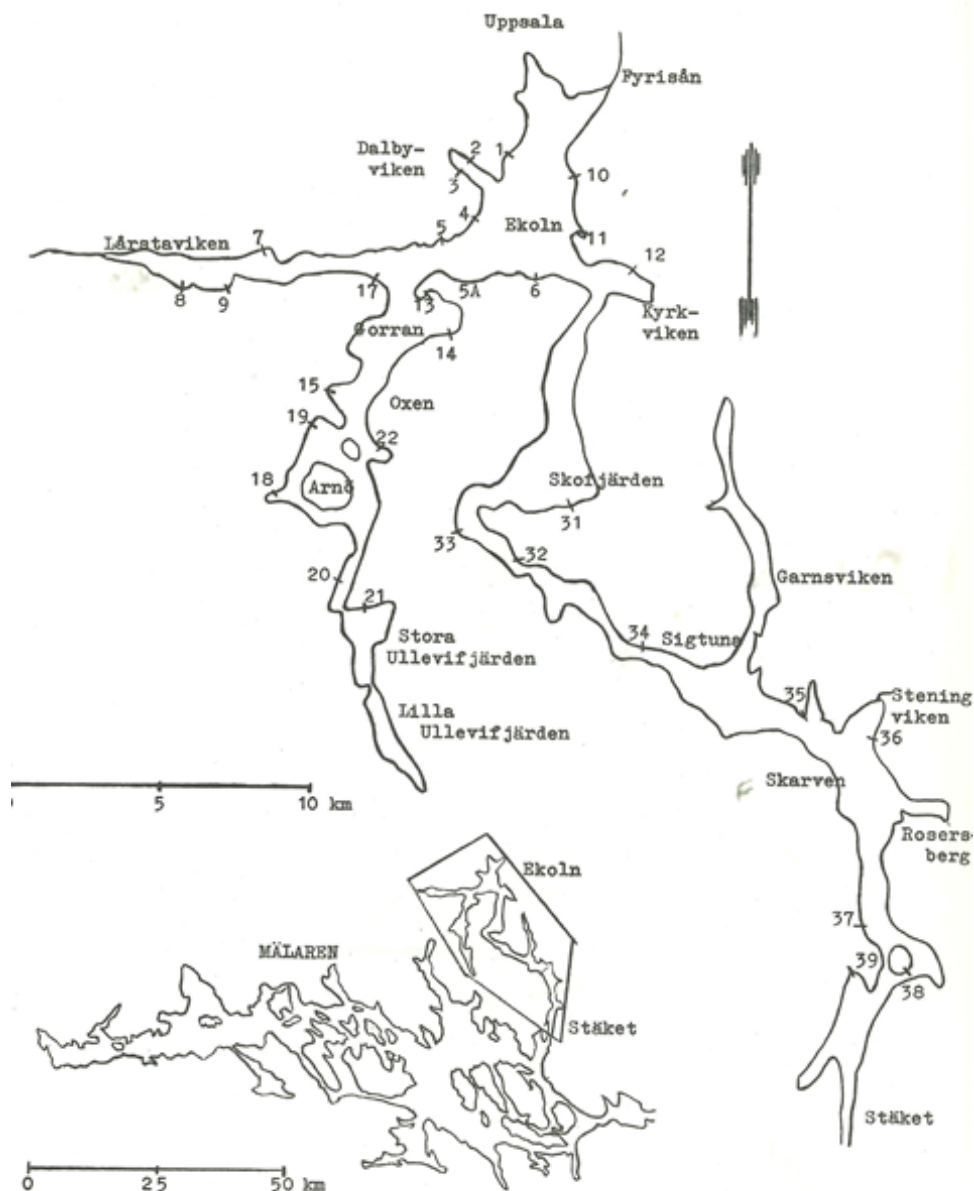
En främmande art med särskild utbredning i Ekoln och östra Mälaren är vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*). Musslan är mycket vanlig i Ekoln ut till

10 m djup och upp mot ytan och stora skalbankar har hittats på 2–4 m djup (Sonesten et al. 2013). Vandarmusslan har etablerat sig i Mälarens östra partier sedan 1920-talet och kommer ursprungligen från området kring Kaspiska havet. En vandarmussla lever normalt i 3–5 år (Ludyanskiy et al. 1993). Den betraktas som en mycket invasiv art (högsta riskgrupp, 5) som sätter sig på båtskrov. Det finns emellertid beräkningar på mängder av växtplankton som musslorna kan filtrera och på så sätt fastlägga fosfor, vilket indikerar att musslorna har en positiv roll för omsättningen av näringsämnen i Mälaren (Grandin & Larson 2007, Goedkoop et al. 2011). Vandarmusslorna kommer inte med i nuvarande ordinarie provtagningsprogram då profundal bottenfauna insamlas på större djup än där musslan lever.

7. Makrofyter – högre vattenvegetation

Undersökningar av den högre vattenvegetationen, så kallade makrofyter, i Mälaren påbörjades sommaren 1969 inom ramen för Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, NLU. Innan dess fanns inga heltäckande undersökningar av sjöns vegetation. Syftet med undersökningarna var att kartlägga förekommande större växtsamhällen för att kunna mäta framtida förändringar i dessa. Detaljerade vegetationsundersökningar fanns dock från Stora och Lilla Ullfjärden som inventerats 1965 (Magnusson 1972). En översikt av de tidigare vegetationsstudierna särskilt i Lilla Ullfjärden har gjorts i Willén, T. & Tirén (1984).

Vegetationskarteringar över hela Mälaren gjordes genom flygfotografier tagna av Rikets Allmänna Kartverk (RAK) med start i Ekolnsystemet 1969 i sydlig riktning mot dels Ullfjärdarna dels Stäket (Figur 23). Från 1970 karterades övriga Mälaren. Fotograferingen, som skedde från en höjd av 1530 m, gjordes med infraröd film (Kodak ektakrom) av Lantmäteriet (som då precis bytt namn från RAK) under senare delen av juli månad. Diabilder från dessa fotograferingar i skala 1:10 000 tolkades i spegelstereoskop. Från flygfotografierna kunde växtsamhällenas area fastställas och utbredningen anges på kartor. Endast övervattens- och flytbladsvegetation karterades på det viset, undervattensväxterna syns inte i bilderna. Omfattande fältundersökningar gjordes samtidigt i utlagda transekter från land med provtagningar var femte meter ut mot öppet vatten där vegetationen inom en yta 1 m² skars av vid botten och torkades vid 105°C (kvantitativa mätningar). I Mälaren analyserades på det sättet vegetationen i hundra slumpvis valda transekter. Dessa analyser användes sedan för beräkningar av vegetationens biomassa i de undersökta områdena. Förutom analyser i transekter intensivstuderades växter i s.k. fixpunkter med enbart räkning av växterna. Dykningar gjordes 1969 i Ekoln, men undervattensvegetationen var så sparsam i det då grumliga vattnet, att dykningarna inte fortsatte. Vattenvegetationen runt Mälaren bestod till helt dominerande del av enartsbestånd av bladvass, säv, smalkaveldun eller gul näckros vilket underlättade bildanalysarbetet och minskade behovet av fältkontroller. Dessa bestånd sträckte sig kilometervis efter Mälarens strandlinje, en längd av 2218 km.



Figur 23. Provtagningslokaler i Ekolnsystemet, flygfotograferade 1969, med fixpunkter angivna där vegetationen artbestämts och räknats 1969–1972 längs en linje från land och utåt samt från lokaler där vegetationen skurits av, torkats och vägts (från Andersson 1973).

Vegetationen närmast land, vid långgrunda stränder, var i regel inte vass utan jättegröe, starrarter, bredkaveldun, gul svärdsilja och kalmus. Vattendjupet vid övervattensvegetationens yttre gräns varierade något mellan Mälarens bassänger mellan 1,2 och 1,7 m djup. I Stora och Lilla Ullfjärdarna var vattendjupet större vid den yttre vegetationsgränsen 2,4 resp. 2,8 m (Andersson 1972, 1973, 1978). Inventeringsarbetet som pågick till 1977 innefattade således förutom areella utbredningar av arter också täthetsberäkningar och biomassor av vegetationen (Figur 24). Därtill gjordes också mätning av kväve- och fosforinnehållet i vass samt torrvikts- och askhaltsbestämningar av rhizom och rötter. Som ett

A horizontal scale bar with four tick marks labeled 0, 5, 10, and 15 km. The bar is divided into three equal segments by the 5 and 10 km marks.

7.1 Sammanfattning av förändringar i Mälarens vegetation 1969–1980

59

En jämförelse mellan flygbilder som tagits 1945 (vilka var de äldsta) och de tagna 1969–1970 visade ingen större förändring i vegetationen. Inte heller kunde annat än lokala förändringar märkas mellan 1969 och 1980 (Andersson 1982). Till exempel kunde vassdöd konstateras på en lokal (provlokal 5, vid Vreta i Ekolns nordvästra strandparti, Figur 23) medan påtaglig vasstillväxt kunde registreras på en annan (lokal 19 i partiet Oxen och Gorran i sydvästra vikarna i Ekolns utflöde mot Ullfjärdarna, Figur 23). Stråtätheten av vass hade minskat så att den 1980 var 20 strån per m² medan motsvarande antal före 1980 var 40 strån per m². Vad gäller Mälaren i övrigt var också vegetationsutbredningen i stort sett oförändrad. På en del ställen hade näckrosbältet ökat och på andra hade bladvassbältet minskat. Exempel på resultat av studierna med yttäckning strandlängd mm. syns i Tabell 5.

Tabell 5. Vegetationsareal, beväxt andel av bassängsareal, strandlängd, genomsnittlig bältesbredd mm. i Mälarens olika delar 1970–1977 (från Andersson 2001). Områdesbeteckningar som i Figur 24.

Område		Total vegetation (km ²)	Beväxt andel av bassängen (%)	Strandlängd (km)	Beväxt andel strand (%)	Växtbältes bredd. Beväxta delar. mv. (m)
A	Galten	10,38	16	95	88	123
B 1–3	Blacken-Västeråsfjärden	16,23	11	263	80	77
B 4	Granfjärden	2,32	2,8	93	73	35
B 5	Söderfjärden	7,42	29	57	98	132
B 6	Gisselfjärden m.fl.	10,24	18	228	83	78
Summa B		36,21	12	641	82	69
C 1	Tynnelsöfjärden, Arnöfjärden Svinnegarnsviken	14,92	12	269	87	64
C 2	Prästfjärden, Grönsöfjärden, S. Björkfjärden	6,82	3,0	289	55	43
C 3	N. Björkfjärden, Ekolsundsviken	9,08	7,4	252	66	62
C 4	Gripsholmsviken, Rävsnäsviken	2,93	6,7	124	68	35
Summa C		33,75	6,5	934	69	52
E	Brofjärden, Görvaln, Lambarfjärden, Ekeröfjärden	8,64	6,3	299	64	45
Summa A, B, C, E		88,98	8,7	1969	74	61

D	Ekonområdet	9,21	9,4	249	74	50
---	-------------	------	-----	-----	----	----

Vegetationsundersökningar pågick under ca 10 år och illustrerar svårigheterna att på kort sikt dra några slutsatser. Det har inte kunnat spåras något enhetligt system för att bedöma vegetationens utbredning. Bottenförhållandena är flacka där större ökningar förekom även om mindre förändringar inträffade oberoende av djup- och lutningsförhållanden. Troligtvis har isförhållanden påverkat utbredningen lokalt vissa år.

7.2 Förnyad vegetationsundersökning 1996

1996 gjordes en förnyad vegetationsundersökning i Mälaren i syfte att studera eventuella förändringar i växtbårdernas utbredning och täthet genom återbesök i några av de tidigare undersökta vegetationsprofilerna. En viss tillbakagång hade skett av bladvassbestånden på många lokaler, men däremot hade stråttätheten i vassarna ökat signifikant i hela sjön. Störst var ökningen i centrala delar av sjön. Även vasstrånas vikt hade ökat. Mer kontrollerad vattennivå i Mälaren utan stora svängningar i vattennivåerna sedan undersökningarna på 1970-talet tolkades som en orsak till detta (Wallin 2000).

7.3 Övriga vegetationsstudier i Mälaren

År 2006 inventerades undervattensvegetationen i ett antal i Mälarvikar, där syftet var att ge ett underlag till bedömning av områdenas bevarande- och ekologiska status samt för eventuella revideringar av bevarandeplaner gällande dessa som Natura 2000-områden (Olsson 2008).

Följande partier i Mälaren inventerades och bedömdes i enlighet med Ecke (2006):

- I Västmanland: Askö-Tidö, Engsö, Frösåker, Kalvholmen, Ridö-arkipelagen, Strömsund, Sundängen.
- I Södermanland: Ridö-Strömsholmsarkipelagen södra, Segersön, Sörfjärden.
- I Uppsala län: Stora Ullfjärden, Lilla Ullfjärden.

Inventeringens resultat visade att alla områden kan klassas som naturtyp 3150 (naturligt eutrofa vatten) och även utgöra lämpliga platser för uppföljning inom Natura 2000. Dock fördes förslag fram att Stora och Lilla Ullfjärdarna skulle kunna klassas om som naturtyp 3130 (oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl,

braxengräs eller annan vegetation), då inventerarna menade att fosforkoncentrationen var för låg för klassning som naturligt eutroft vatten. Efter dessa inventeringar gjordes klassningar av fjärdarna i en trofiskala och de flesta bedömdes som eutrofa med undantag av Ullfjärdarna som erhöll statusen oligomesotrofa.

På senare tid 2010–2021 har flera av Mälarens vattenförekomster inventerats för makrofyter av olika utförare och makrofytydata finns numera i Miljödata MVM. Lista över lokaler finns i Tabell B8.

7.4 Främmande invasiva arter av makrofyter

På senare tid har också den invasiva arten **sjögull** tillkommit som problemmakrofyt främst i västra delen av Mälaren, med stor risk att för spridning över hela Mälaren. Den återfinns inte i det historiska materialet. Även den främmande invasiva arten **smal vattenpest** (riskgrupp 5 – mycket hög risk) finns i Mälaren och har hittats vid mer nyligen gjorda inventeringar (Kyrkander et al. 2019).

Vattenpest finns också sedan länge i Mälaren. Alla dessa arter räknas till den högsta riskgruppen, 5, mycket hög risk att vara invasiv i Sverige.

7.5 Rödlistade arter och typer för Natura 2000

Mälaren har också många värdefulla arter av makrofyter och dessa är också värda att nämna för att se till att inte deras habitat förstörs så att de försvinner. Eftersom SLU i nuläget inte ansvarar för makrofytinventeringar i Mälaren har listan sammanställts från relativt nyligen gjorda inventeringar (Kyrkander et al. 2019):

1. Axslinga – Natura 2000
2. Bandnate – Natura 2000, Rödlistad
3. Blomvass – Natura 2000
4. Borststräfsse – Natura 2000
5. Dyblad – Natura 2000
6. Grovnate – Natura 2000
7. Hornsärv – Natura 2000
8. Korsandmat – Natura 2000
9. Nålsäv – Natura 2000
10. Strandpryl – Natura 2000
11. Uddnate – Natura 2000, Rödlistad
12. Uddslinke – Rödlistad
13. Vattenpilört – Natura 2000
14. Vekt braxengräs – Natura 2000

15. Småsvalling - Rödlistad
16. Styvt braxengräs – Natura 2000
17. Strandranunkel – Natura 2000
18. Stor andmat – Natura 2000
19. Pilblad - Rödlistad
20. Trubbnate – Natura 2000
21. Vattenaloe – Natura 2000

8. Bakterier

Eftersom Mälaren tidigt var hårt belastad av orenat avloppsvatten togs i början prover av koliforma och heterotrofa bakterier. Dessa mätvärden finns inte digitaliserade och provtagning fortsatte inte heller. Därför baseras redovisningen av dessa på sex publikationer om heterotrofa bakterier av Ragne Fondén (Fondén 1967, 1968, 1969 a,b,c, och 1970).

Efter utbyggnaden av avloppsreningsverk har halterna ute i sjön minskat, däremot kan halterna vara höga vid badplatser, särskilt de som har gäss. Numera är övervakning av bakteriehalter vid badplatser kommunernas ansvar och de redovisar resultat både med anslag vid den aktuella badplatsen samt stänger vid behov badplatser som inte har tjänligt badvatten. De rapporterar också sina resultat till Havs- och vattenmyndighetens sida om badvatten (<https://www.havochvatten.se/badplatser-och-badvatten>).

Två grupper av koliforma bakterier bestämdes vid de tidiga undersökningarna för cirka 60 år sedan: totalantal (inkubering vid 35°) och termotabila (inkubering vid 44°). Slutsatserna var att nivåerna för termotabila koliforma bakterier i badvatten under sommaren (badsäsongen) överskreds i närheten av Strängnäs och Västerås. Vid lokalen i Ekoln var halterna låga den sommaren som undersökningen skedde, sannolikt tack vare låg vattenföring i Fyrisån, som hade höga halter. Som dricksvatten ”godkändes” centrala delar av Granfjärden, Prästfjärden och Björkfjärden samt Görväln.

Heterotrofa bakterier förekommer alltid i naturvatten; deras funktion är att bryta ner organiskt material och de är en viktig föda för djurplankton. Förekomsten är främst beroende av naturligt organiskt material men närheten till avloppsvatten (även behandlat) ökar förekomsten (Fondén 1970). Således var halterna högre under höglödesperioder än under sommaren, både på grund av tillförsel av organiskt material från avloppsreningsverk och naturliga källor.

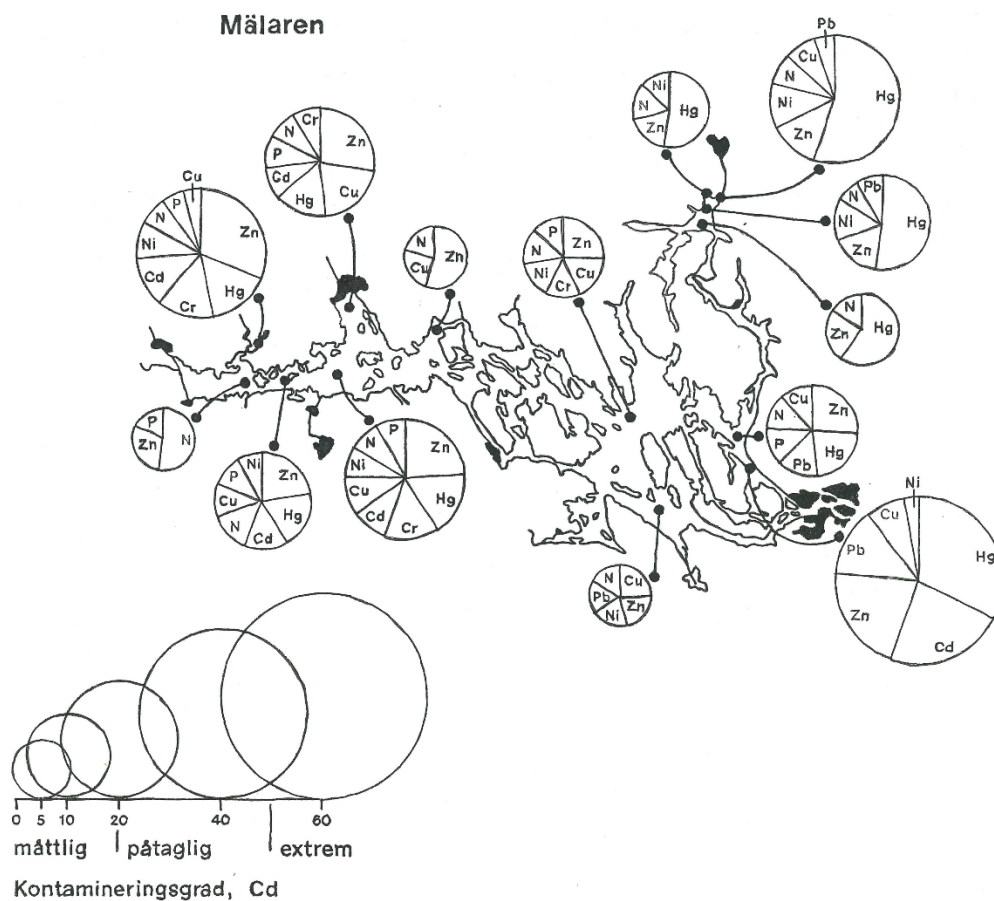
9. Sedimentundersökningar

Undersökningar av sedimentens innehåll av olika ämnen har inte varit något som gjorts heltäckande eller regelbundet i Mälaren samlat under en utförare. I ett manuskript avsett för en bok i samband med att Mälaronundersökningen fyllde 30 år skrev Lars Håkanson ett avsnitt där han redovisar 24 undersökningar av sediment (Håkanson 1994). Flera av dem finns som vetenskapliga artiklar eller tidiga Mälarrapporter. Han skriver att det i stort sett saknas sedimentundersökningar före 1970, men att många gjorts under 1970-talet. Han använder sig av begreppet kontamineringsgrad (contamination degree, C_d), för att beskriva hur förorenade sedimenten är av olika ämnen, främst metaller men även kväve och fosfor. Det görs genom att jämföra ytsedimentens halt av ämnen med halten längre ner i sedimentet på djup där mänsklig påverkan anses låg. Manuskriptet innehåller karta som visar kontamineringsgraden i olika delar av Mälaren och vilka ämnen som dominerar i sedimentet (Figur 25). Bakgrundskoncentrationer i Mälaren baserat på tio sedimentproppar som tagits djupt i Galten, Blacken, Västeråsfjärden, Norra Björkfjärden, Skarven, Ekoln (2st) och Lårstaviken visas i tabell 6 (Håkanson 1977). Prover från sediment kan ge en bild av aktuell belastning/koncentration i vattnet samt om tidigare förhållanden i en sedimentprofil.

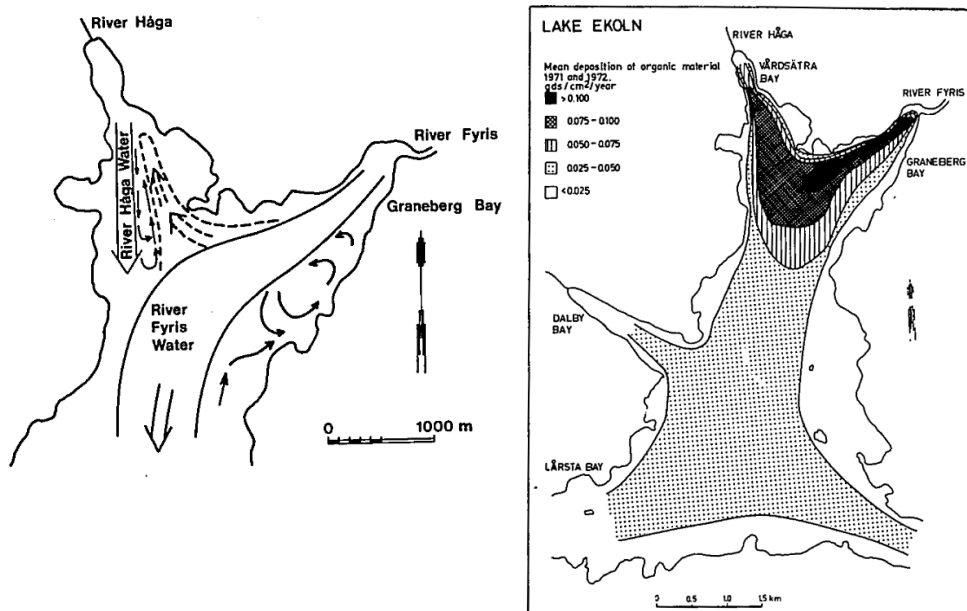
Tabell 6. Naturliga bakgrundshalter av utvalda metaller och näringsämnen i Mälarens sediment baserat på sedimentanalyser från 10 bassänger (Håkanson 1977).

Ämne	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	N	P
Halt ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<1	130	65	0,095	85	135	145	3000	1500

Rapporten från 1977, som även innehåller detaljerade studier över hur ämnen som tillförs från Fyrisån påverkar Ekoln kopplar också tydligt till valet av bottenfaunastationer i Ekoln där man på ett tidigt stadium valde att ha kvar den norra stationen nära åns mynning i Ekoln i nordost (se exempel för kvicksilver i Figur 26). Övriga prover för vattenkemi och plankton tas i södra halvan av Ekoln för att inte få direktpåverkan från Fyrisån. Den påverkade provplatsen för bottenfauna sparades i programmet för att kunna jämföra med de mindre påverkade stationerna som Görväln och Södra Björkfjärden.



Figur 25. Regional jämförelse av kontaminationsgraden (Cd, cirklar) för kontaminerande ämnen i Mälarens ytsediment från åren 1970–1978 (Håkanson 1994).



Figur 26. Åarnas flödespåverkan samt kvicksilverhaltens areella fördelning i ytsedimenten i Ekoln (Håkanson 1977).

10. Förslag

Här ges förslag till ändringar i nuvarande program. Som regel finns underlag till dessa i tidigare i rapporten.

10.1 Undersökningar vid Mälarens sund

Vattnet kan flöda mellan bassänger i olika riktning, skilda delar av året. Vi förslår att i flera sund mäta flöde på olika djup kontinuerligt, samt att provta vattenkemi månadsvis. Detta är framförallt viktigt för de vattenverk som påverkas av flera bassängers vatten och kanske bör ett sådant provtagningsprogram göras i deras regi.

10.2 Förslag gällande vattenkemiska parametrar

1. Järn och mangan har sitt ursprung i partiklar från tillflöden. Vid syrgasfria förhållanden i bottenvattnet har i ett fåtal fall höga halter uppmätts. Vi förslår att analys av alla prover utgår (alltså i Ekoln Vreta Udd, Görväln S och Södra Björkfjärden), med alternativet att de i augusti bestäms på djup när syrgashalten befunnits låg (ca $<3 \text{ mg l}^{-1}$). Däremot föreslås att programmet utökas med provtagning i oktober för djupvattnet två djupa stationer.
2. Sulfid, som kan förekomma när syrgashalten är mycket låg (ca $<1 \text{ mg l}^{-1}$) kan vara värdefull att bestämma i dessa fall.
3. DOC används för beräkning av spårämnenas bindning och därmed av fri, ”akut toxisk” koncentration. Bestämning av DOC är krävande, eftersom en särskild filtrering krävs. DOC kan acceptabelt beräknas från TOC från förhållandet DOC/TOC. Dessutom binds även spårämnena av partikulärt organiskt material. Vi förslår att DOC utgår från programmet.

10.3 Justera provtagningsdjup och månader

Vid flera av provtagningsplatserna tas ”komplett” vattenkemi bara som ytprov. Stationerna som listas i Tabell 7 förslås utökning med provtagning av bottennära vatten för att bestämma hypolimnions kvalitet; lämpligen i augusti då vattnet är väl skiktat. Precis som för övriga stationer är det då en meter över botten som provtas.

Tabell 7. Provplatser som föreslås få provtagning i av det bottennära vattnet. Koordinatsystemet är SWEREF99 TM

Provplats	Koordinat N	Koordinat E
Arnöfjärden	6593256	626224
Blacken	6593806	587499
Granfj. Djurgårds Udde	6596508	602533
Gripsholmsviken	6574968	631783
Prästfjärden	6590106	637663
Stora Ullfjärden	6612210	641922
Ulvsundasjön	6581964	670276

För att följa när höstcirkulationen sker förslås att temperatur och syrgasprofiler mäts ytterligare en månad vid följande stationer (Tabell 8).

Tabell 8. Provplatser som föreslås få tillägg med djupprofilmätning av temperatur och syrgas på hösten.

Provplats	Max. djup (m)	Lägsta syrgashalt (mg l ⁻¹)	Ytterligare månad
Blacken	30	0,44	10
Ekoln Vreta Udd	30	0,74	10
Freden	14	0,39	9
Granfj. Djurgårds Udde	36	0,16	10
Görväln S	48	0,78	10
Långtarmen	13	0,53	9
Lårstaviken	12	0,51	9
Marielunds-fjärden	17	1,89	9
Prästfjärden	50	0,69	10
Rödstensfjärden	19	0,47	9
Skarven	30	0,05	10
Stora Ullfjärden	19	0,09	9

Vi förslår i första hand att provtagningarna föreslagna månader sker med sond för temperatur- och syrgasmätning. Naturligtvis vore ytterligare vattenkemiska bestämningar värdefulla.

Garnsviken provtas endast i augusti som ytprov samt med sond för temperatur och syrgas på 0,5, 1 och 2 m. En svag skiktning syns, men den var troligen högst temporär då djupet endast är högst 3 m. Vi föreslår därför att profilmätningen utgår. Arnöfjärden provtas endast i augusti. 2019 mättes i en djuphåla på djupen 36 och 38 m låga 0,9 mg l⁻¹. Vid det ”vanliga” största djupet 34 m var halten ca 7 mg l⁻¹. Fortsatt provtagning i augusti föreslås.

10.4 Förslag angående utvärderingar

Vi föreslår att allt material, inklusive avslutade stationer och andra undersökningar, som finns i MVM's databas för sjön används vid nästa större utvärdering av tillstånd och utveckling i Mälaren. Dessutom vore det värdefullt att sammanställa transporter av vattenkemiska parametrar från utvalda tillflöden.

Sedan Mälarundersökningens början har alltid de större konstituenterna bestämts. Så vitt vi har funnit finns endast en utvärdering av dessa (Ahl 1973). Eftersom de ger ett ”fingeravtryck” om vattenmassans ursprung, både i rum och möjligen även i tid, vore det värdefullt att utvärdera detta material.

10.5 Information till allmänheten

En genomgång av artiklar om Mälarundersökningen i tidningar visar att sådana var ganska vanliga under 1960-talet, främst i lokala tidningar. Både Dagens Nyheter och Svenska Dagbladet hade artiklar. Från 1980–1990-talen har vi inte funnit några artiklar, med undantag för en tvåsidig i Uppsala Nya Tidning gällande undersökningens 30-årsjubileum. I Dagens Nyheter fann en mindre artikel om algbloomningar med Ingrid Hägermark från 2020-07-23. Tidningar kan ha mist sin betydelse som främsta informationskälla till allmänheten, men att kontakta vetenskapsredaktioner för att tipsa om förslag på mer omfattande temaartiklar är troligtvis fortfarande ett bra sätt att nå ut.

10.6 Biologiska parametrar att lägga till

Eftersom invasiva arter är ett ökande problem bör det övervägas att göra mer regelbundna inventeringar av **litoral bottenfauna i östra Mälaren** för att få bättre kunskap om hur de som redan koloniserat Mälaren sprider sig samt för att kunna hitta nya arter. I nuläget pågår ett pilotprojekt för att studera invasiva arter i hamnar i Mälaren med DNA-metoder eftersom just hamnar är riskområden i sjöar med internationell sjöfart som Mälaren. Som nämns i Bjelke (2024) är flera av de främmande arterna som finns i Mälaren av pontokaspiskt ursprung vilket gör att

ekosystemet riskerar att övergå till ett sådant med fauna som domineras av arter från Svarta havet och Kaspiska havet, som vandrarmussla, de nyligen invandrade märkräftorna och pungräkorna som trivs i varandras sällskap där märkräftorna lever mellan musslorna i musselbankarna. Även fisken svartmunnad smörbult som finns i kustzonen utanför Mälaren är av detta ursprung och skulle trivas bra i Mälaren. MVVF bör arbeta för att inget ballastvatten av främmande ursprung släpps ut i Mälaren.

Det är synd att en av stationerna med bäst förutsättningar för kallvattensarter av bottenfauna inte provtas för biologiska parametrar. Vi föreslår att **lägga till Prästfjärden för bottenfaunaprovtagning i profundalen.**

Eftersom storskaliga **makrofytinventeringar** med flygfoto gjorts en gång tidigare vore det fantastiskt att kunna upprepa dem. Vi rekommenderar att söka särskilda medel för en sådan inventering som en ny engångsinsats.

Referenser

- Aasa, R. 1967. Lilla Ullevifjärden. Växt och djurplankton. Zoologisk revy 29: 27–30.
- Ahl, T. & Willén T. 1965. Mälarsundersökningen – en presentation. Svensk Naturvetenskap 1965: 301–316.
- Ahl, T., Quennerstedt, N., Willén, T. 1964. Mälarsundersökningen. Undersökning av Mälaren-Hjälmaren med dess tillflöden. Förslag till program med vetenskaplig, organisatorisk och ekonomisk plan.
- Ahl, T. & Willén T. 1966. Mälarsundersökningen 1964–1966. Mälarsundersökningen Meddelande nr. 1. Limnologiska institutionen. Uppsala.
- Ahl, T. 1966. Mälarens närsalter. Rörinstallatören 1966:9.
- Ahl, T., Grönberg B., Söderqvist K., Tolstoy A. & Willén T. 1974. Limnologiska studier av nordöstra Mälaren, Ekoln–Görväln, 1969–1973. SNV PM 446, NLU Rapport 73.
- Ahl, T. 1973. Mälarens belastning och vattenkvalitet. Scripta Limnologica Upsaliensia 332.
- Alm, G. 1927. Undersökningar över Mälarens bottenfauna. Meddelanden Kungliga Lantbruksstyrelsen nr 263: 1–37.
- Andersson, B. 1972. Vattenvegetation i norra Mälaren 1969–1971. Vatten 1: 40–48.
- Andersson, B. 1973. Vegetationsundersökningar i Mälaren 1. Ekoln 1969–1972. SNV PM 399/NLU Rapport 68.
- Andersson, B. 1982. Vegetationsförändringar i Mälaren och Hjälmaren under 1900-talet. Naturvårdsverkets rapport SNV PM 1504.
- Andersson, B. 2000. Miljöövervakning i Mälaren 1999. Sammanfattning. Institutionen för Miljöanalys, SLU. Uppsala.
- Andersson, B. 2001. Macrophyte development and habitat characteristics in Sweden's large lakes. Ambio 30(8): 503–513.
- Andersson, B. 1978. Vegetationsundersökningar i Mälaren 2. 1970–77. SNV PM 1059/NLU Rapport 94.
- Arnemo, R., Iregren-Björkqvist, E. & Tirén, T. 1967. Djurplankton i Mälaren och Hjälmaren. Zoologisk Revy 29: 10–18.
- Bernes, C. (red). 1980. En presentation av PMK – programmet för övervakning av miljökvalitet. Statens Naturvårdsverk. Meddelande 3.
- Barthel Svedén, J. & Olsson, T. 2023. Miljögifter i fisk från Vätern, Vättern och Mälaren 2021 – utökad miljöövervakning i de Stora sjöarna. Mälarens vattenvårdsförbunds rapport 2023:4.
- Bjelke, U. (2024) Invasion av främmande kräftdjur i Mälaren och Vättern. SLU Artdatabanken rapporterar, Nr 33, SLU Artdatabanken.

- Cleve-Euler, A. & Huss, H. 1912. Vattnet i sjöar och vattendrag inom Stockholm och dess omgivningar. 2. Planktonundersökningar. Bihang 2 till Stockholms stads hälsovårdsnämnds årsberättelse 1911. Stockholm.
- Cleve-Euler, A. 1938. Våra sjöars Melosira-plankton. Botaniska Notiser 91: 143–163.
- Drakare, S., Wallman, K., Djodjic, F., & Segersten, J. 2024. Fokus på Mälaren 2023. Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet mellan SLU och Mälarens vattenvårdsförbund. SLU Vatten och miljö Rapport 2024:10, Mälarens vattenvårdsförbund rapport 2024:01.
- Ecke, F. 2006. Vattenvegetation som indikator för vattenkvalitet och sjökaraktär. Forskningsrapport 2006:15. Luleå tekniska universitet.
- Edler, L., Willén, E., Willén, T. & Ahlgren, G. 1995. Skadliga alger i sjöar och hav. Naturvårdsverket Rapport 4447.
- Ekman, S. 1907. Über das Crustaceenplankton des Ekoln (Mälaren) und über verschiedene Kategorien von marinen Relikten in schwedischen Binnenseen. Zoologiska studier tillägnad professor Tillberg, Uppsala.
- Ericsson, P., Hajdu, S. & Willén, E. 1984. Vattenkvaliteten I Görvål, en dynamisk Mälarfjärd. Vatten 40: 193–211.
- Fischerström, J. 1785. Utkast til beskrifning om Mälaren. Tryckt hos J.C. Holmberg. Nyutgåva Bokförlaget Rediviva 1969.
- Fondén, R. 1967. Bestämning av heterotrofa bakterier i insjövatten. Meddel. Mälarundersökningen. Nr 12
- Fondén, R. 1968. A yeast-extract peptone agar for the determination of heterotrophic bacteria in lakes. Vatten 24: 161–166
- Fondén, R. 1969 a. Heterotrophic bacteria in Lake Mälaren and Lake Hjälmaren. Oikos 20: 344–372
- Fondén, R. 1969 b. Koliforma bakterier i Mälaren 1965–1968. Vatten 25: 424–438
- Fondén, R. 1969 c. Nutritional classification of some limnic bacterial populations. Oikos 20: 373–383
- Fondén, R. 1970. Bakteriologiska undersökningar av Mälaren och Hjälmaren. NLU Meddelanden nr. 38.
- Goedkoop, W., Naddafi, R. & Grandin, U. 2011. Retention of N and P by zebra mussels (*Dreissena polymorpha* Pallas) and its quantitative role in the nutrient budget of eutrophic Lake Ekoln, Sweden. Biological Invasions 13(5): 1077–1086.
- Grandin, U. & Larson, D. 2007. Dykinventeringar av vandrarmussla i Mälaren och Hjälmaren: rapportering av uppdrag 2160634 (del 2) från Naturvårdsverket. Rapport Institutionen för miljöanalys, SLU 27: 1–17.
- Grimås, U. 1967. Bottenfaunan i Mälaren. Zoologisk Revy 1: 19–23.
- Grönberg B. 1973. Djurplanktonundersökningar i Ekoln (Mälaren) 1967–1969. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning nr 54.
- Grönberg B., Tolstoy A. & Söderqvist K. 1974. Limnological studies in Ekoln Bay of Lake Mälaren 1967–1969. Vatten 1974 nr 1: 20–35.
- Grönberg, B. 1975a. Djurplankton i Mälaren 1965–1966 och 1970–1971. NLU rapport 82/ SNV PM 655.

- Grönberg, B. 1975b. Djurplanktonundersökningar i Mälaren – en sammanställning. Information från Naturvårdsverkets limnologiska undersökning nr. 3. Uppsala.
- Gönczi, A. 1962. Undersökningar över Ekolns zooplankton och vattenkemi. *Prae Scripta Limnologica* XXVIII.
- Havs- och vattenmyndigheten 2018. Växtplankton i sjöar, vägledning för statusklassificering. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:39.
- Henricsson, A. & Andersson, R. 2007. Inventering av glacialrelikta kräftdjur i Mälaren 2007. Medins Biologi AB. Mälarens vattenvårdsförbund.
- HVMFS 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Havs- och vattenmyndighetens föreskrift 2013:19.
- Håkanson, L. 1977. Sediments as indicators of contamination – Investigations in the four largest Swedish lakes. SNV PM 839, NLU Rapport 92.
- Håkanson, L. 1994. Mälaren. Avsnitt om sediment och sedimentförorening. Opublicerat manuskript till planerad 30-årspublikation om Mälaren.
- Iregren-Björkqvist, E. & Tirén, T. 1967. Djurplankton i Stockholmsområdet av Mälaren sommaren 1965. Meddn. Mälarundersökningen 17. Uppsala.
- Jägerskiöld, L.A. 1912. Om marina glaciala relikter i nordiska insjöar. *Ymer* 1912: 2–36.
- Karlgrén, L. 1962. Vattenkemiska analysmetoder. Utgiven 1958. Reviderad och omtryckt 1962. Limnologiska institutionen, Uppsala.
- Kinsten, B. 2021. Glaciala kräftdjur i Mälaren, Vänern och Vättern. Resultat av hävning. MVVF.
- Kjällman, A. & Grimås, U. 1967. Lilla Ullfjärden. Bottenfauna. *Zoologisk Revy* 29: 3033.
- Kvarnäs, H. & Lindell, T. 1971. Vattentransporten mellan Mälarens fjärdar 1971. NLU meddelanden nr 47
- Kyrkander, T., Bertilsson, A. & Örnberg, J. 2019. Makrofyter i Mälaren 2018. Örnberg Kyrkander Biologi & Miljö AB. Rapport 2019:204.
- Lemmermann, E. 1904. Das Plankton schwedischer Gewässer. *Arkiv för Botanik* 2:2. Stockholm.
- Lemming, J., Lindell, T., Kvarnäs, H. 1971. Mälarens areal- och volymförhållanden. NLU meddelanden nr 48.
- Lohammar G. 1938. Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. *Symbolae botanicae upsalienses* 3(1): 1–252.
- Ludyanskiy, M.L., McDonald, D. & McNeill, D. 1973. Impact of zebra mussel, a bivalve invader. *BioScience* 43: 533–544.
- Magnusson, S. 1972. Vatten- och strandvegetation i Lilla och Stora Ullevifjärden, Mälaren, 1965. Meddn. från Naturvårdsverkets limnologiska undersökning 55: 1–38.
- Nauwerck, A. 1955. Vattenbeskaffenhet och växtplankton i Motala ström vid Norrköpings stads vattenverk, Fiskeby 1954–1955. 2. Fytoplanktonbeståndet. *Praescripta limnologica upsaliensis* 7: 1956.s

- Nilsson C., Johansson K., Boström A. & Liungman M. 2015. Bottenfauna vid Mälarens stränder 2014. En undersökning av sju strandlokaler. Medins havs- och Vattenkonsulter AB. Projektnummer 2828. Kund Mälarens vattenvårdsförbund.
- Olsson, A. 2008. Undervattensvegetation i Mälaren 2006. Basinventering Natura 2000 samt miljöövervakning. Länsstyrelserna i Västmanlands, Södermanlands och Uppsala län. Mälarens vattenvårdsförbund. Rapport Melica, Göteborg.
- Persson, G. & Svensson, J-E. 2004. Kvantitativa djurplanktonundersökningar i Sverige. När var, hur och varför? Institutionen för miljöanalys, SLU. Rapport 2004:21. Uppsala.
- Puke, C. 1948. Bottom fauna and environmental conditions in the littoral regions of lakes. Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm 29: 77–80.
- Rosén, N. 1915. Redogörelse för bonitetsundersökningar i Mälaren och Boren. Meddelanden Kungliga Lantbruksstyrelsen nr 195: 29–40.
- Skuja, H. 1956. Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. Nova Acta Regiae Societatis Upsaliensis Ser. IV. Vol. 16, no 3.
- Sonesten, L. & Engblom, S. 2001. Totalfosforanalyser vid Institutionen för Miljöanalys 1965–2000. Institutionen för Miljöanalys, SLU.
- Sonesten, L., Wallman, K., Axenrot, T., Beier, U., Drakare, S., Ecke, F., Goedkoop, W., Grandin, U., Köhler, S., Segersten, J. & Vrede, T. 2013. Mälaren. Tillståndsutvecklingen 1965–2011. SLU. Institutionen för vatten och miljö. Rapport 2013:1.
- Tolstoy, A. & Winbladh, E. 1976. Klorofyll-a i Mälaren 1965–1974. SNV PM 759/NLU Rapport 89. Uppsala.
- Tolstoy, A. 1966. Kvantitativ bestämning av klorofyll-a i Mälaren 1965. Meddelanden från Mälarundersökningen 4. Uppsala.
- Tolstoy, A. 1972. Chlorophyll-a and primary production of phytoplankton in two basins of Lake Mälaren (Lilla Ullevifjärden and Ekoln). Meddelanden från Naturvårdsverkets limnologiska undersökning 52: 1–55. Uppsala
- Tolstoy, A. 1977. Methods of determining chlorophyll-a in phytoplankton. SNV PM 831, NLU Rapport 91.
- Tolstoy, A. 1988. Predicted and measured annual primary production of phytoplankton – examples from some Swedish lakes. Archiv Hydrobiologie 113:3. Ss 381–404.
- Vallin, Sten. Tidig chef för Sötvattenslaboratoriet i Drottningholm från 1932 och överingenjör för Fiskeristyrelsens tillsynsavdelning. Opublicerat material.
- von Brömssen, C., Wallman, K., & Fölster J. 2019. Bakgrundskorrigerering av fosfatfosfor – Påverkan på tidserier vid förändring i analysmetoden för fosfatfosfor 2014. SLU, Vatten och miljö: Rapport 2019:11.
- Wallin, M. (redaktör) 2000. Mälaren miljötillstånd och utveckling 1965–98. Mälarens vattenvårdsförbund.
- Wallman K., Köhler S., & Drakare S. 2019. Mälaren 2018. Sammanfattande resultat från miljöövervakning och forskningsprojekt knutna till samarbetet med MVVF. SLU, Vatten och miljö: Rapport 2019:4.

- Wallman K., Wallin M. & Tjällén C. 2010. Synoptisk undersökning av Mälarens vattenkemi 2010-08-23 samt en jämförelse mellan åren 2008–2010. Institutionen för vatten och miljö, SLU. Rapport 2010:16.
- Wetterling, G. 1967. Djurplankton i Mälaren: avsnittet Stora Ullevifjärden – Stäket, mars 1965. Meddn. Mälarundersökningen 14. Uppsala.
- Wiederholm, T. 1974. Studier av bottenfaunan i Mälaren. SNV PM 415/NLU, Rapport 71. Uppsala.
- Wiederholm, T. & Eriksson, L. 1979. Subfossil chironomids as evidence of eutrophication in Ekoln bay, Central Sweden. *Hydrobiologia* 62:3:195–208.
- Willén, E. & Tolstoy, A. 2007. Käringhår, stinksvans och rödglidare – svenska namn på alger. *Svensk Botanisk Tidskrift* 101: 3–4.
- Willén, E. 1976. A simplified method of phytoplankton counting. *British phycological journal* 11: 265–278.
- Willén, E. 2019. Sammansättning och förekomst av planktiska alger i Görväln i ett förändrat klimat. 1. Bakgrund. En översikt över den storskaliga algutvecklingen 1980–2018. Opublicerade data. Uppdrag för Görvälns vattenverk.
- Willén, E., Wiederholm, T. & Persson, G. 1990. Mälarens vattenkvalitet under 20 år. 2. Strandvegetation, plankton, bottendjur och fisk. Naturvårdsverket Rapport 3842: 30–35.
- Willén, E., Willén, T. & Ahlgren, G. 1995. Skadliga cyanobakterier och alger i svenska sjöar. Naturvårdsverket Rapport 4447: 45–91.
- Willén, T. & Mattsson, R. 1997. Water-blooming and toxin-producing cyanobacteria in Swedish fresh and brackish water. *Hydrobiologia* 353: 181–192.
- Willén, T. & Tirén, T. 1984. Lilla Ullfjärden – en sjöbeskrivning. Naturvårdsverket Rapport. SNV PM 1769: 1–121.
- Willén, T. 1959. The phytoplankton of Görväln, a bay of Lake Mälaren. *Oikos* 10(2): 241–274.
- Willén, T. 1960. Växtplankton och vattenvård. *Vattenhygien* 4: 1–12.
- Willén, T. 1969. Mälarundersökningen. *Sveriges Natur* 5(69): 229–237.
- Willén, T. 1971. Vattenblom i Ullevifjärdarna. *Forskning och Framsteg* 5: 32.
- Willén, T., Ahl, T., Fondén, R., Pedemark, A., Söderqvist, K., Tolstoy, A. & Wallsten, M. 1973. Juliundersökningen 1965–1970 av Galten och Blacken, Mälaren. SNV PM 393, NLU Rapport 66.
- Winblad, E. 1979. Limnologiska studier av nordöstra Mälaren, Ekoln–Görväln, 1972–1974. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning. Information 23. Uppsala.
- Åhrén T. & Grimås U. 1965. The composition of the bottom fauna in two basins of Lake Mälaren. – Institute of Freshwater Research, Drottningholm. Report 46: 49–57.

Bilaga 1 Underlag till rapporten

Som underlag för sammanställningar av de olika undersökningarna i Mälaren har i första hand data från webbportalen Miljödata MVM (<https://miljodata.slu.se/MVM>) använts. Den samlar data från nationell och regional miljöövervakning samt inom samordnad recipientkontroll. Urvalet gjordes 2023-01-17 av Pernilla Rönnback, SLU, genom att ”ringa in” Mälaren i webbportalens kartfunktion. Detta har kompletterats med Excelfiler, som skickats in av olika utförare till SLU som nationell datavärd för denna typ av data samt med information som hittats i MVVF:s årsrapporter. Ytterligare data har i några fall hämtats från föregångaren till Miljödata MVM. I rapporten används namn och positioner för övervakningsstationerna från Miljödata MVM:s databas; även om dessa ibland avviker från de som gäller för Mälarkommittén tidiga namn, så är stationer och därmed värden lättare att hitta i nuvarande webbtjänst. Med undantag för Riddarfjärden och Hjälstaviken är alla Mälarens vattenförekomster med i rapporten.

Tabell B1 Provtagningsstationer för fysikalisk-kemiska parametrar

Blåmarkerade tillhör MVVF:s provtagningsprogram. Andra stationer med senaste provtagningsår 2021 kan fortfarande vara aktiva. Koordinatsystem SWEREF99 TM.

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	Första år	Senaste år
Agne Udde	6599070	611050	1964	1965
Arnöfjärden	6593256	626224	2017	pågående
Arnöfjärden	6596537	622228	1964	1966
Asköviken	6596042	596310	2011	2011
Björkön V	6580328	644290	1964	1965
Björsund	6591744	597972	1965	2000
Blacken	6593806	587499	1964	pågående
Blacken N	6597462	588825	1964	1966
Blacken SO	6591586	591515	1964	1965
Blacken SV	6591702	584666	1964	1966
Bockholmssundet V	6574267	650742	1964	1965
Bohus	6580632	632229	1964	1966
Bornhuvud	6572350	646876	1964	1965
Brobyviken	6588982	571937	2006	2021
Brofjärden S	6593705	649217	1964	1965
Broviken	6596522	648623	2015	2018
Ekoln NO	6629896	648287	1964	1966
Ekoln NV	6630578	646769	1964	1965
Ekoln SO	6624330	648515	1964	1966
Ekoln SV	6624613	643812	1964	1966
Ekoln Vreta Udd	6625086	647356	1967	1969
Ekoln Vreta Udd	6626576	646548	1964	2021
Ekolsundsviken N	6611452	634484	1964	1964
Erikssund	6590082	637433	1965	1995
Eriksundsbron	6614295	647087	1968	2000
Fiskarfjärden	6578302	668207	2010	pågående
Fiskarfjärden	6575365	663816	1964	1966
Freden	6597950	572254	2017	pågående
Fulleröfjärden	6602404	588345	2006	2012
Fulleröfjärden S	6599974	589054	1964	1966
Galten	6590333	567347	1964	pågående
Galten Gliparna	6592478	567781	1964	1968
Galten NO	6593844	571583	1964	1966
Galten NV	6594386	560240	1964	1966
Galten SV	6589705	563386	1964	1966

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	Första år	Senaste år
Galten V	6591652	563212	1964	1974
Garnsviken	6612344	654420	1974	1995
Garnsviken	6614576	654642	2010	2013
Garnsviken	6613844	654933	2017	2021
Garnsviken N	6616124	654484	1985	1985
Gisselfjärden	6595977	609868	1964	1965
Gorran	6618318	640236	2017	2021
Gorran	6623092	642841	1964	1966
Granfjärden	6595186	601579	1964	1966
Granfjärden N	6598804	601385	1964	1965
Granfjärden NV	6598714	598087	1964	1966
Granfjärden SV	6594091	595324	1964	1966
Granfjärdens Djurgårds Udde	6596508	602533	1967	pågående
Granholmen NV	6593034	577451	1965	1965
Gripsholmsviken	6574968	631783	2017	pågående
Gripsholmsviken S	6569734	631461	1964	1964
Grönsöfjärden	6593176	627058	1964	1966
Grönsöfjärden NO	6593772	630870	1964	1965
Grönsöfjärden O	6590722	634046	1964	1966
Grönsöfjärden Selaön	6592133	629270	1967	1978
Grönvik	6579478	666586	1964	1965
Görväln NO	6594723	658153	1964	1996
Görväln S	6589962	655471	1964	pågående
Hallingön S	6595578	605773	1964	1966
Hamnutlopp	6595401	559107	2006	2021
Hilleshögviken	6586259	654331	2010	2013
Hilleshögviken	6586654	653931	2017	pågående
Hjulstabron V	6600970	613516	1964	2000
Hovgårdsfjärden N	6582720	646230	1964	1965
Hovgårdsfjärden S	6577224	648107	1964	1965
Håtunaviken	6613564	648616	1964	1966
Kalmarviken	6603158	643843	1964	1966
Kanaan	6582253	662093	1964	1966
Kolbäcksån Freden	6597150	571423	1965	1995
Kolbäcksån Fredsviken	6597567	571978	1978	1999
Kolsundet O	6582164	628381	1964	1974
Kolsundet SO	6581800	630485	2001	2003
Kungsårafjärden N	6604952	602260	1964	1964
Kvicksund O	6591511	575450	1964	1966
Kvicksund V	6591100	573756	1964	1972

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	Första år	Senaste år
Kvicksundsbron	6591183	574795	1967	2000
Kyrkfjärden	6572830	656698	1964	1978
Kyrkfjärden (M)	6573018	656125	2010	2021
Köpings hamn	6596500	557564	2006	2021
Köpingsviken	6594218	560365	2017	pågående
Köpingsån, Runnskär	6593803	560831	2006	2021
L. Ullevifjärden N	6609508	642276	1965	1965
L. Ullevifjärden S	6606967	643837	1964	1974
Lambarfjärden	6583322	658731	1964	1991
Lambarfjärden	6583323	658894	2010	2021
Lilla Ullfjärden	6607476	643637	1985	2020
Långhällsudde	6574054	646992	2015	2016
Långtarmen	6576755	655979	2017	pågående
Långtarmen N	6590900	646291	1964	1966
Lårstaviken	6624212	637740	2017	2021
Lårstaviken	6624228	638438	1964	1966
Lårstaviken O	6624347	641666	1964	1966
Lårstaviken V	6623950	636152	1964	1965
Lövstafjärden	6586057	657528	1964	1966
Lövstaviken N	6570940	636085	1964	1964
Mariefredsfjärden	6575201	633744	1964	1965
Mariefredsfjärden N	6578169	633638	1964	1966
Mariefredsfjärden SV	6570540	627822	1964	1965
Marielundsfjärden	6570748	627753	2017	pågående
Mälarbaden	6592650	581235	1964	1966
Mörbyfjärden	6579984	658821	1964	1964
N. Björkfjärden NO	6597884	641817	1964	1966
N. Björkfjärden V	6595611	638226	1964	1965
Norra Björkfjärden	6601466	642024	1985	1997
Norrfjärden NV	6595506	606484	1964	1964
Oknöfjärden	6600335	618833	1964	1966
Oxen S	6618854	641263	1964	1966
Oxfjärden	6601160	609345	1964	1966
Oxfjärden	6602954	608582	2017	2021
Prästfjärden	6590106	637663	1964	pågående
Prästfjärden	6592067	636179	2007	2007
Prästfjärden S	6579900	640316	1964	1965
Prästfjärden SV	6582818	631152	1964	1965
Ridöfjärden	6600356	593328	1964	1974
Rosersbergsviken	6606975	660964	1985	1985

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	Första år	Senaste år
Rulla Udd	6575692	662202	2021	2021
Ryssviken	6613644	641176	1964	1965
Ryssviken N	6615328	641536	1964	1965
Rödstensfjärden	6572640	660940	1964	1965
Rödstensfjärden	6572618	659300	2017	pågående
Rödö Pilskår	6578613	635622	1964	1966
S. Björkfjärden	6575080	643534	1964	pågående
Sigtunafjärden	6609910	654829	1964	1966
Sigtunafjärden NV	6611284	651953	1964	1965
Skarven	6605058	658667	1964	2021
Skarven N	6608530	657295	1964	1966
Skofjärden	6616835	645548	2017	2021
Skofjärden	6617934	648773	1964	1966
Skofjärden N	6622852	648663	1964	1965
Skoklosterfjärden	6618802	647682	1985	1997
Skutterön S	6591952	578894	1964	1966
Smidösund	6594372	644889	1964	1965
St. Ullevifjärden	6611990	641666	1964	1974
Stabyfjärden	6598962	625168	1964	1965
Stallarholmen O	6582440	625528	1964	1966
Stockholm	6578466	668858	1964	1966
Stockholm A	6579068	669880	1964	1964
Stockholm B	6579992	671829	1964	1964
Stockholm D	6578248	668251	1967	2021
Stora Ullfjärden	6612210	641922	2017	2021
Strängnäsbron	6583931	615732	1967	2000
Strängnäs-fjärden	6587952	612232	2017	pågående
Strängnäs-fjärden	6587778	612236	1964	1965
Strängnäs-fjärden NV	6590970	610018	1964	1966
Strängnäs-fjärden SO	6584890	614791	1964	1966
Stäket	6596954	658256	1964	1966
Stäketbron	6596022	658147	1968	2000
Svinnegarnsviken	6606543	615498	1964	2021
Svinnegarnsviken S	6603819	617601	1964	1966
Sörfjärden	6586220	604316	2017	pågående
Tynnelsöfjärden	6584814	618481	1964	1965
Tynnelsöfjärden SO	6583240	621379	1964	1966
Tärnsundet S	6600804	659129	1964	1965
Ulvhällsfjärden	6582814	616796	1964	pågående
Ulvsundasjön	6581962	670332	2010	pågående

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	Första år	Senaste år
Varpsundsbron	6612882	641056	1968	1995
Väsbyviken	6589947	580696	2017	pågående
Västerås Hamn	6607822	587409	1965	1965
Västeråsfjärden	6603941	588106	1964	1966
Västeråsfjärden N	6607085	587658	1964	2021
Västeråsfjärden S	6600523	591910	2017	2021
Västeråsfjärden S	6601950	588860	1965	1965
Västeråsfjärden SO	6603822	590697	1964	1966
Västeråsfjärden V Holmen	6605518	587877	1965	1965
Västeråsfjärden, Blacken	6597431	587955	2006	2021
Västeråsfjärden, Fulleröfjärden	6602284	588346	2006	2021
Västra Holmen	6605628	587906	2006	2021
Årstaviken	6577895	674099	2017	pågående
Årstaviken	6578197	672906	2009	2021

Tabell B2 Provtagningsstationer för växtplankton

Ytprov (y), vertikal (v), epilimnion alt. 0–2 m (e). Aktuella lokaler där växtplankton nu provtas regelbundet i fet stil. Flertalet av dessa har undersökts under många år. Med veg. per. menas april till september.

Övervakningslokal	Provtagna år för växtplankton	Månad
B20, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B21, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B22, Blacken	1967(y)	7
B24, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B25, Blacken	1967(y)	7
B29, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B30, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B32, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B33, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B34, Blacken	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
B36, Blacken	1966(y)	7
B40, Blacken	1969–1970(y)	7
B41, Blacken	1970(y)	7
B42, Blacken	1970(y)	7
B43, Blacken	1970(y)	7
B44, Blacken	1969–1970(y)	7
B45, Blacken	1969–1970(y)	7
B46, Blacken	1969–1970(y)	7
B47, Blacken	1969–1970(y)	7
B48, Blacken	1969–1970(y)	7
B49, Blacken	1969–1970(y)	7
Blacken	1964–1972(y) 2017-pågående(e)	veg per, 8
Blacken SV	1966(v) 1967–1968(y) 1970(y)	7
Blacken, Högholm	1967–1970	7
Ekoln NO	1969–1973(y)	veg per
Ekoln SO	1969–1973(y)	veg per
Ekoln special	1967–1969(v)	veg per
Ekoln Vreta Udd	1964–1967(v),1968–1974(y),1975–1977(v), 1978-pågående(e)	veg per
G13, Galten	1966–1970(y)	7
G14, Galten	1966–1970(y)	7
G16, Köping, Galten	1966–1970(y)	7
G17, Galten	1966–1970(y)	7
G18, Galten	1966–1970(y)	7
G19A, Galten	1966(v), 1967–1970(y)	7

Övervakningslokal	Provtagna år för växtplankton	Månad
G2, Galten	1966(v), 1967–1970(y)	7
G4, Galten	1966(v), 1967–1970(y)	7
G5, Galten	1966(v), 1967–1970(y)	7
G6, Galten	1966(v), 1967–1970(y)	7
G7, Galten	1966(v), 1967–1970(y)	7
G9, Galten	1966–1970(y)	7
Galten	1964(v),1965–1966(y),1967(v),1968–1972(y),1975–1977(v), 1978(y), 1979(v), 1980-pågående(e)	veg per
Galten, Gliparna	1966(v), 1967–1968(y)	7
Galten NO	1966(v), 1967–1968(y)	7
Galten NV	1966(v), 1967–1968(y)	7
Galten SV	1966(v), 1967–1968(y)	7
Galten V	1964–1970(y)	7
Gorran	2018–2022(e)	8
Granfjärden, Djurgårds Udde	1964(v),1965–1966(y),1967(v),1968–1972(y),1975–1977(v), 1978(y), 1979(v), 1980-pågående(e)	veg per
Granfjärden	1964(v), 1966(v)	
Grönsöfjärden	1964–1966(y)	
Grönsöfjärden, Selaön	1967–1972(y)	
Görväln S	1964–1967(v), 1968–1974(y), 1975–1977(v), 1978(y), 1979(v), 1980–1990(e), 1991(v), 1992–1995(e), 1999-pågående(e)	
Håtunaviken	1969–1973(y)	
Kolbäcksån, Fredsviken	1978(v), 1980(e), 1997–1999(e)	mån.8: 1997– 1999
Kolsundet O	1964–1965(y), 1967(v), 1968–1972(y)	
Kolsundet SO	2003(v)	7
Kvicksund	1966(y)	
Kvicksund O	1966(v), 1967–1970(y)	7
Kvicksund V	1964(v), 1965(y), 1966(v), 1967–1970(y)	7
Kyrkfjärden	1964–1969(y)	
Köpingsån, Runnskär	2006–2010(e), 2015–2021(e)	
Lambarfjärden	1964–1966(y), 1967(v), 1968–1972(y)	
L. Ullevifjärden S	1971–1972(v), 1974(v)	
L. Ullfjärden	2012(e), 2016–2018(e)	8
L. Ullfjärden	2011(e)	8
Långtarmen	2017-pågående(e)	8
Lårstaviken	2018-pågående(e)	8

Övervakningslokal	Provtagna år för växtplankton	Månad
Marielundsfjärden	2017-pågående(e)	8
Mälarbaden	1966(y), 1967–1968(y), 1970(y)	7
Mälaren, Fiskarfjärden	2018–2020(e)	8
Mälaren, Garnsviken	2014(e), 2015(e), 2016(e), 2018(e)	7,8
Mälaren, Hilleshögviken	2017–2018(e)	7,8
Mälaren, Hilleshögviken	2018-pågående(e)	8
Mälaren, Årstaviken	2015(e)	8
Mälaren, Arnöfjärden	2017-pågående(e)	8
Mälaren, Brobyviken	2017-pågående(e)	8
Mälaren, Broviken	2016(e), 2018(e)	7,8
Mälaren, Gripsholmsviken	2018(e), 2020(e), 2022(e)	8
Mälaren, Köpings hamn	2006–2010(e), 2015–2021(e)	8
Mälaren, Västeråsfjärden, Blacken	2006–2021(e)	
Mälaren, Västeråsfjärden, Fulleröfjärden	2006–2021(e)	
Oxfjärden	2017-pågående(e)	8
Prästfjärden	1964–1967(v), 1968–1972(y)	
Ridöfjärden	1964–1969(y)	
Rulla Udd	2015–2022(e)	8
Ryssviken	1974(y)	1
S. Björkfjärden SO	1964–1967(v), 1968–1972(y), 1975–1977(v), 1978(y), 1979–1995(e), 1997(e), 2003(e), 2006-pågående(e)	veg per
Sigtunafjärden	1969–1974(y)	
Skarven	1964–1965(y), 1966–1977(v), 1978–1995(e), 1997(e), 1999–2003(e), 2006–2018(e)	
Skofjärden	2017-pågående(e)	8
Skofjärden	1969–1974(y)	
Skutterön	1966(v), 1967–1970(y)	7
Stora Ullfjärden	1971–1972(v), 1974(v)	
Stora Ullfjärden	2017-pågående(e)	8
Stockholm	1964–1966(v)	
Stockholm D	1967–1969(y), 1972(y)	
Strängnäs-fjärden	2018-pågående(e)	8
Stäket	1969–1973[y]	
Svinnegarnsviken	1964–1969(y), 1997–1999(e), 2003(e), 2006– 2015(e)	
Sörfjärden	2018-pågående(e)	8
Torsvi	1966(y)	

Övervakningslokal	Provtagna år för växtplankton	Månad
Ulvhällsfjärden	1964–1965(v), 1966–1969(y), 1997–2003(e), 2006–2015(e)	
Väsbyviken	2018-pågående(e)	8
Västeråsfjärden N	1964–1969(y), 1997(e), 1999–2003(e), 2006–2015(e), 2017-pågående(e)	
Västeråsfjärden S	2019-pågående(e)	8

Tabell B3 Provtagningsstationer för klorofyll

Även recipientkontrollstationer ingår. SVOA stationer (blått) som blandprov 0-5m.

Provplats	Vattenförekomst	Djup m	Månader
Arnöfjärden	Mälaren- Arnöfjärden	0,5	8
Blacken	Mälaren- Blacken	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Brobyviken	Mälaren- Brobyviken	0,5	8
Ekoln Vreta Udd	Mälaren- Ekoln	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Fiskarfjärden	Mälaren- Fiskarfjärden	0-5	2-12
Freden	Mälaren- Freden	0,5	8
Galten	Mälaren- Galten	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Garnsviken	Mälaren- Garnsviken	0,5	8
Gorran	Mälaren- Gorran	0,5	8
Granfj. Djurgårds Udde	Mälaren- Granfjärden	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Gripsholmsviken	Mälaren- Gripsholmsviken	0,5	8
Görvål S	Mälaren- Görvål	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Hamnutlopp	Mälaren- Köpingsviken	0,5	8
Hilleshögviken	Mälaren- Hillehögviken	0,5	8
Kyrkfjärden M		0-5	2, 5, 6, 7, 8, 9, 11
Köpings hamn	Mälaren- Köpingsviken	0,5	8
Köpingsviken	Mälaren- Köpingsviken	0,5	8
Köpingsån, Runnskär	Mälaren- Köpingsviken	0,5	8
Lambarfjärden	Mälaren- Görvål	0-5	2, 5, 6, 7, 8, 9, 11
Långtarmen	Mälaren- Långtarmen	0,5	8
Lårstaviken	Mälaren- Lårstaviken	0,5	8
Marielundsfiärden	Mälaren- Marielundsfiärden	0,5	8
Oxfjärden	Mälaren- Oxfjärden	0,5	8
Prästfiärden	Mälaren- Prästfiärden	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Rulla Udd	Mälaren- Fiskarfjärden	0,5	8
Rödstensfiärden	Mälaren- Rödstensfiärden	0,5	8
S. Björkfiärden SO	Mälaren- Prästfiärden	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Skarven	Mälaren- Skarven	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Skofjärden	Mälaren- Skofjärden	0,5	8
Stockholm D	Mälaren- Fiskarfjärden	0,5	8
Stora Ullfiärden	Mälaren- Gorran	0,5	8
Strängnäsfiärden	Mälaren- Tynnelsöfiärden	0,5	8
Svinnegarnsviken	Mälaren- Arnöfiärden	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Sörfjärden	Mälaren- Sörfjärden	0,5	8
Ulvundasjön	Mälaren- Ulvundasjön	0-5	3, 6, 7, 8, 9

Provplats	Vattenförekomst	Djup m	Månader
Ulvhällsfjärden	Mälaren- Tynnelsöfjärden	0,5	2, 4, 5, 7, 8, 9
Väsbyviken	Mälaren- Väsbyviken	0,5	8
Västeråsfjärden N	Mälaren- Västeråsfjärden	0,5	2, 5, 7, 8, 9
Västeråsfjärden N	Mälaren- Västeråsfjärden	0,8	4
Västeråsfjärden S	Mälaren- Västeråsfjärden	0,5	2, 5, 7, 8, 9
Västeråsfjärden, Blacken	Mälaren- Västeråsfjärden	0,5	5, 7, 8, 10
Västeråsfjärden, Fulleröfjärden	Mälaren- Västeråsfjärden	0,5	5, 7, 10
Årstaviken	Mälaren-Årstaviken	0,5	8
Årstaviken	Mälaren-Årstaviken	0–5	2, 5, 6, 7, 8, 9, 11

Tabell B4 Provtagningar av djurplankton i Mälaren 1964–2022

Region/fjärd	År: månad	Prov och station	Referens
Hela Mälaren	1964: 8-9	ca 70 stn., ytprov	Persson & Svensson 2004
Hela Mälaren	1965, 1966	4 resp. 5 ggr/år. 90 resp. 40 stn. Ytprov	Grönberg 1975a
Ekoln, Västeråsfjärden, Blacken, Görväl	1965-1966: 3	Prov från is i djupled (vertikala)	Wetterling 1967
Mälaren nära Stockholm	1966: 6-8	7 stn. Vertikala prov	Armeno et al. 1967, Iregren-Björkqvist & Tirén 1967
Hela Mälaren	1966: 3	23 stn. Vertikala prov	Persson & Svensson 2004
Ekoln specialstudie	1967–1969	Mycket tät provtagning	Grönberg 1973, Ahl et al. 1974
Ekoln till Galten 11 stationer fördelade över hela Mälaren	1970–1971: 5-10	Var 3:e vecka. Vertikala prov. Endast artanalyser	Grönberg 1975b
Ekoln-Görväl	1970–1975	Vertikala prov	Ahl et al. 1974; Winblad 1979
Lilla Ullfjärden	1965, 1971, 1974	2 stn, 14 ggr/år. Vertikala prov	Aasa 1967; Willén & Tirén 1984, Persson & Svensson 2004
Stora Ullfjärden	1965, 1971, 1974	5 resp. 14-15 ggr/år. Vertikala prov	Persson & Svensson 2004
6–7 stn	1977: 3-4	Från is på 3 djup	Persson & Svensson 2004
Ekoln, S. Björkfj., Granfj.	1979-1995: 5-10	Blandprov två djupskikt.	Wallin, M. 2000.
Ekoln	1996: 5-10	Vertikala prov	
Västeråsfj., Asköviken	1978: 5-9	Epilimnion 0–2 m.	Persson & Svensson 2004
Ekoln, S.Björkfj., Granfj.	1997: 5, 7, 8, 10	Blandprov från två skikt. NMÖ	
Ekoln	1998: 5-9	Vertikala prov	
Ekoln, Görväl, S.Björkfj., Granfj.	1999-2003: 5, 7-9	Blandprov 0–10 m., 15–30m.	Sonesten et al. 2013
Ekoln, Görväl, S.Björkfj., Granfj., Galten	2012: 5, 7-9	Blandprov 0–10 m., 15–30m.	Miljödata-MVM

Tabell B5 Bottenfauna - profundalstationer

Provtagna områden i Mälarens profundalzon från start 1969/1970 till 2022. Fetmarkerade provplatser är de som nu regelbundet undersöks.

Provplats	Provtagna år	Provdjup ca
Blacken	1969–1995, 2018	15 m
Freden; Fredsviken Kolbäcksån	1978, 1980–1987; 1997–1999	9–14 m
Galten	1969–1995	15 m
Galten	2017–pågående	10 m
Galten Örsåsudden	2014	10 m
Granfjärden	1969–1995, 1997, 1999–2016	25 m
Granfjärden Djurgårds Udde	2012, 2017–pågående	30 m
Grönsöfjärden	1969–1995	30 m
Grönsöfjärden	1969–1995	50 m
Görväln	1969–1995	50 m
Görväln	1997, 1999–2016	45 m
Görväln S	2006, 2012, 2017–pågående	40–45 m
Görväln	1969–1995, 1997, 1999–2000	30 m
Lilla Ullfjärden	2012	32 m
Lårstaviken V.	1980	7 m
N. Ekoln	1969–1970, 1973–1997, 1999–pågående	30 m
Ekoln, Vreta Udd	2006	30 m
N. Ekoln	1969, 1973–1996	15 m
N. Prästfjärden	1969–2013, 2018–2019	55 m
N. Prästfjärden	1969–1995	30 m
V. Prästfjärden	1969–1995	30 m
Oknöfjärden	1969–1995	15 m
N. Björkfjärden	2018	30 m
S. Björkfjärden	1969–1995	50 m
S. Björkfjärden	1997, 1999–2003, 2007–2016	45 m
S. Björkfjärden	1969–1976, 1978–1995	30 m
S. Björkfjärden SO	2004–2006, 2012, 2017–pågående	42 m
Sigtunafjärden	1969–1995	30 m
Sigtunafjärden	1969, 1972–1995	15 m
Skarven	1997, 1999–2013	30 m
Stockholm	2008	35 m
Strängnäs-fjärden	1969–1995	15 m
Västeråsfjärden	1969–1995;	15;
Västeråsfjärden	2006–2007, 2009–2020	15–18 m

Provplats	Provtagna år	Provdjup ca
Västeråsfjärden, 18 lokaler	2010–2012	5–13 m
Köpings hamn	2007, 2017, 2020	8–8,5 m
Köpingsån, Runnskär	2007, 2017, 2020	6–8,5 m
Fröholmen	2006–2007, 2009–2020	14–16 m
Fiskarfjärden, Kina slott	2013	14 m
Årstaviken, Årsta gård	2013, 2017, 2020	7,5–8 m
Västra Holmen	2006–2007, 2009–2020	9–16,5 m
Broviken	2016–2017	13 m
Hovgårdsfjärden	2018	23 m

Tabell B6 Bottenfauna - sublitoralstationer

*Mälarens provtagningar i sublitoralzonen. Lokalkoordinater, provtagningsmånad, provdjup.
Koordinatsystem SWEREF99 TM.*

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	År/mån	Provdjup, m
Köpings hamn	6596500	557564	2007/10, 2017/10, 2020/10	8–8,5
Köpingsån, Runnskär	6593803	560831	2007, 2017, 2020	10
Galten	6590333	567347	2018/9	9,9
Kolbäckså Fredsviken	6597567	571978	1997/2, 1998/4, 1999/2	5–6
Freden	6598224	572520	1978/3, 1980/3, 1981/3, 1984/5, 1987/5	9–11
Västeråsfjärden	6606019	585930	2010/11, 2011/10, 2012/10	2,7
Västeråsfjärden	6605860	586058	2010/11, 2011/10, 2012/10	4,5
Västeråsfjärden	6605698	586194	2010/11, 2011/10, 2012/10	7,3
Västeråsfjärden	6605539	586324	2010/11, 2011/10, 2012/10	9,1
Västeråsfjärden	6598968	587084	2010/11, 2011/10, 2012/10	2,7
Västeråsfjärden	6599006	587287	2010/11, 2011/10, 2012/10	5
Västeråsfjärden	6599061	587494	2010/11, 2011/10, 2012/10	5,7
Västeråsfjärden	6599072	587696	2010/11, 2011/10, 2012/10	7,2
Västra Holmen	6605628	587906	2018/11	9
Västeråsfjärden	6599084	588107	2010/11, 2011/10, 2012/10	8,5
Västeråsfjärden	6599096	588319	2010/11, 2011/10, 2012/10	8,5
Granfjärden 5 m	6595123	602110	1997/9, 1999/9, 2000/9	5
Svinnegarnsviken	6606543	615498	1980/10	6
N. Prästfjärden	6589802	635737	1997/9, 1999/9, 2000/9	6
V. Ekoln, Lårstaviken	6623950	636152	1980/10	7

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	År/mån	Provdjup, m
S. Björkfjärden	6573250	642776	1997/9, 1999/9, 2000/9	6
N. Ekoln	6630033	648006	1997, 1999, 2000	6
Görväl 30 m	6589932	654711	1997/9, 1999/9, 2000/9	6
Skarven	6606603	657529	1997/9, 1999/9, 2000/9	6
Mälaren	6578723	668731	2008/4	9,2
Mälaren	6579084	669139	2008/4	9
Mälaren	6578737	669908	2008/4	8,4
Mälaren	6579200	670083	2008/4	9,3
Mälaren	6579230	670265	2008/4	9
Mälaren	6580363	670888	2008/4	5,5
Mälaren	6579733	671586	2008/4	8,9

Tabell B7 Bottenfauna - litoralstationer

Provtagningar i litoralzonen (stranden), Mälaren, sparkprov. Provtagna djup oftast ej angivet eller angivet som <0,4 m. Koordinatsystem SWEREF99 TM.

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	Provtagna år/månad
Asknäsviken, Ekerö	6573500	656790	2007/5
Blacken	6593806	587499	1996/9
Ekoln, Djupviken	6629319	648474	2014/9
Eldgarnsö, norr	6592309	650113	2007/5
Eldgarnsö, sydost	6590982	651400	2007/5
Eldgarnsö, väster	6591392	649755	2007/5
Fiskarfjärden, Kina slott	6578802	664227	2013/11
Galten	6592106	572654	1996/9
Galten, Örsåsudden	6592827	560769	2014/10
Granfjärden 0-1m	6594762	602784	1997/9, 1999/10, 2000/9, 2014/10
Görväln 0–1 m	6589066	656672	1997/9, 1999/10, 2000/9, 2014/10
Görväln, Gällövsta	6605314	658359	2014/9
Jungfrusund	6573686	662177	2009/10
Jungfrusund	6574214	662070	2009/10
Jungfrusund	6573946	662264	2009/10
Kolbäcksån, Fredsviken	6597567	571978	1997/8, 1998/8, 1999/8
Lambarfjärden	6582180	661894	2008/9
Lambarfjärden	6581972	662047	2008/9
Lambarfjärden	6582643	662088	2008/9
Lambarfjärden	6582781	661957	2008/9
Lilla Ullfjärden, S. Skidbacken	6608399	642380	2007
Lilla Ullfjärden, V. Skälsund	6610176	642178	2007
Lilla Ullfjärden, Yttergran	6609882	641792	2006/5
N. Ekoln	6629207	648306	1997/10, 1999/10, 2000/10
Mälaren	6606940	659764	2006/11
Mälaren	6605000	658938	2006/11

Provplats	Koordinat N	Koordinat E	Provtagna år/månad
N. Prästfjärden	6589025	640895	1997/9, 1999/10, 2000/9
Prästfjärden, Sättra	6587270	639473	2007/5
Mälaren	6601218	661113	2006/11
Mälaren	6606636	661008	2006/11
Mälaren	6602232	660651	2006/11
Mälaren	6601370	660472	2006/11
Mälaren	6610247	655435	2006/11
Mälaren	6614274	647037	2006/11
Mälaren	6611762	650977	2006/11
Mälaren	6608961	657370	2006/11
Mälaren	6617006	647174	2006/11
Mälaren	6577738	664048	2011/10
Mälaren	6579524	666326	2011/10
Mälaren	6581175	658957	2011/10
Mälaren	6581579	662571	2011/10
Lövön	6578648	660017	2011/10
Årstaviken	6577840	673450	2017/10
Strängnäs-fjärden, Ulvhäll	6584067	615431	1996/9
Svinnegarnsviken, Fagerudd	6606543	615498	1996/9
S. Björkfjärden	6573155	643137	1997/9, 1999/10, 2000/9, 2014/10
Skarven	6605284	658394	1997/9, 1999/10, 2000/9
Prästfjärden, Storgården			1996/9
Västeråsfjärden, Björnön			1996/9
Väsbyhage, Killingholmen	6588919	643548	2007/5
Väsbyhage, Pilsholmen Ö.	6587754	643270	2007/5
Väsbyhage, Roparhäll V.	6587315	643345	2007/5

Tabell B8 Makrofytinventeringar

Makrofytinventeringar gjorda i Mälaren 2010–2021. Koordinatsystem SWEREF99 TM.

Lokal	Koordinat N	Koordinat E	Inventeringsår
Galten	6590333	567347	jul 2018
Blacken, Asköviken	6598544	583603	aug 2011
Blacken	6593806	587499	aug 2011
Granfjärden 25 m	6595682	602062	aug 2011, jul 2018
Sörviken	6586220	604316	aug 2011
Gisselfjärden	6594918	610928	aug 2011
Tynnelsöfjärden	6588824	618908	sep 2020
Mariefredsfjärden	6570353	627660	sep 2020
Gripsholmsviken	6574968	631783	aug 2011
Prästfjärden	6590106	637663	jul 2009
Lårstaviken	6624212	637740	aug. 2011, juli 2021
Gorran	6618318	640236	jul 2021
S. Prästfjärden	6579900	640316	aug 2011
Stora Ullfjärden	6612210	641922	jul 2021
S. Björkfjärden SO	6575080	643534	jul 2018
Lilla Ullfjärden	6607476	643637	aug 2018
Skofjärden	6616835	645548	jul 2021
Ådö-Lagnö	6594386	645982	jul 2009
Ekoln Vreta udd	6626576	646548	juli 2018, 2021
Långtarmen	6587099	648520	aug 2012
Bro-/Näsfjärden	6592950	651984	aug 2011
Hilleshögviken	6586259	654331	jul 2011
Garnsviken	6614431	654922	aug 2010, sep 2014, jul 2021
Görväl	6589962	655471	jul 2018
Skarven	6608428	657982	aug 2013
Lambarfjärden	6582858	659014	aug 2011
Lövön	6578648	660017	jul 2011
Fiskarfjärden	6578302	668207	jul 2011, 2014, 2020
Årstaviken	6578197	672906	sep 2014, 2019



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE