



## Miljöövervakning av Danderyds sjöar 2022



## **Miljöövervakning av Danderyds sjöar 2022**

Författare: Ulf Lindqvist och Emil Rydin

onsdag 30 november 2022

Rapport 2022:29

Naturvatten i Roslagen AB

Norr Malmavägen 33

761 73 Norrtälje

0176 – 22 90 65



Sammanfattning .....	5
Inledning .....	8
Syfte .....	8
Metodik .....	9
Vattenprovtagning .....	9
Sedimentprovtagning .....	10
Provfiske .....	10
Bedömning av resultaten .....	11
Ekologisk status .....	11
Biologiska kvalitetsfaktorer .....	12
Fångade fiskarter .....	12
Resultatredovisning .....	14
Resultat .....	15
Ekebysjön .....	15
Temperatur och syrgas .....	16
pH och alkalinitet .....	16
Ljusförhållanden .....	17
Näringsämnen .....	18
Växtplankton .....	21
Ekologisk status .....	21
Jämförelser med tidigare undersökningar .....	22
Nora Träsk .....	24
Temperatur och syrgas .....	24
pH och alkalinitet .....	25
Ljusförhållanden .....	26
Näringsämnen .....	27

Växtplankton.....	29
Ekologisk status.....	30
Jämförelser med tidigare undersökningar .....	31
<b>Ösbysjön.....</b>	<b>32</b>
Temperatur och syrgas .....	33
pH och alkalinitet .....	33
Ljusförhållanden .....	34
Näringsämnen .....	35
Växtplankton.....	38
Ekologisk status.....	39
Jämförelser med tidigare undersökningar .....	40
Provfiske .....	41
Sedimentundersökning.....	45
Resultat av sedimentundersökning .....	46
Miljögifter i sediment.....	51
Sammanfattning av miljösituationen i Ösbysjön .....	55
Skillnaden mellan badkvalitet och miljö kvalitet i vatten .....	57
Förslag till åtgärder .....	57
Alternativa målbilder .....	60
Tidsplan (alternativ 1) .....	60
<b>Referenser.....</b>	<b>61</b>
<b>Bilaga 1. Analysresultat Danderyds sjöar 2022...</b>	<b>63</b>



# Sammanfattning

Naturvatten i Roslagen AB har på uppdrag av Danderyds kommun utfört provtagning av vatten i Ekebysjön, Nora Träsk och Ösbysjön samt genomfört ett standardiserat provfiske i Ösbysjön. I Ösbysjön provtogs även sjöns sediment.

Syftet med undersökningen i Ekebysjön och Nora Träsk är att ge en fortlöpande kontroll av miljökvaliteten. I Ösbysjön var även syftet med undersökningen att ta fram ett underlag till alternativa åtgärder för att förbättra sjöns miljökvalitet.

Ekebysjöns vattenmassa var omblandad under hela den isfria perioden april-oktober 2022. Vid provtagningen i mars, då isen låg tjock, uppmättes en omvänd skiktning med låga syrehalter närmast botten. pH-värde och alkalinitet var höga, Ekebysjön har inga försurningsproblem. Vattenfärg, grumlighet och siktdjup var måttligt. Totalfosforhalterna var generellt låga och uppnådde god status. Halterna löst fosfor mycket låga. Totalkvävehalterna i Ekebysjön var generellt måttliga och mängderna löst kväve i form av ammonium, ammoniak och nitritnitratkväve var låga. Kväve/fosforkvoten i Ekebysjön indikerar fosforbegränsade förhållanden under vinter och höst och en sambegränsning mellan fosfor och kväve under vår och sommar. I Ekebysjön var halten klorofyll a låg och växtplanktonsamhället i augusti dominerades av grönalger. Den sammanvägda preliminära statusen (3 års mätningar behövs) för Ekebysjön bedömdes till **god ekologisk status**. Jämförelsen mellan undersökningarna i augusti 2014 och 2022 visade på små skillnader.

Nora Träsks vattenmassa var omblandad april och oktober 2022. Vid provtagningarna i mars och augusti uppmättes låga halter syrgas vid bottarna. De högsta pH-värdena uppmättes i augusti i samband med växtplanktonproduktion. Alkaliniteten var mycket hög under hela den undersökta perioden. Nora Träsk har inga problem med försurning. Nora Träsks vatten var måttligt färgat, en mycket hög grumlighet uppmättes i samband med höga flöden i mars. Totalfosforhalterna var måttliga, en något förhöjd halt av löst fosfor uppmättes vid botten i augusti. Totalkvävehalterna i Nora Träsk var höga i samband med höga flöden från kringliggande marker i mars då stora delar av kvävet bestod av löst kväve. Kväve/fosforkvoten i Nora Träsk indikerar en sambegränsning mellan fosfor och kväve under hela den undersökta perioden mars-oktober. Halten klorofyll a var låg i april och oktober medan en förhöjd halt uppmättes i augusti. Växtplanktonsamhället i augusti dominerades helt av rekyalger. Den sammanvägda statusen för Nora träsk bedömdes preliminärt till **måttlig ekologisk status**. Skillnaden mellan undersökningarna 2014 och 2022 var stora.

Ösbysjöns vattenmassa var omblandad under hela den isfria perioden april-oktober 2022. Vid provtagningen i mars, då isen låg, uppmättes en omvänd skiktning med något lägre halter syrgas vid bottenarna. De högsta pH-värdena uppmättes i augusti i samband med hög växtplanktonproduktion. Alkaliniteten var mycket hög under hela den undersökta perioden. Ösbysjön har inga problem med försurning. Vattnet var på gränsen mellan svagt och måttligt färgat och grumligheten var mycket hög i augusti och oktober i samband med hög växtplanktonproduktion. Siktdjupet var litet. I Ösbysjön var totalfosforhalterna låga under vinter, vår och höst. De högsta halterna uppmättes i augusti och indikerar en viss intern påverkan från bottenarna. En liten tillgång till löst fosfor fanns i april och oktober. Totalkvävehalterna i Ösbysjön var höga i augusti och oktober medan halterna var måttliga i mars och april. Mängderna löst kväve i form av ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve var förhöjda i mars och april då tillförseln från kringliggande marker var som störst. Det fanns tillgång till löst fosfor vid provtagningen i oktober samtidigt som det lösta kvävet var slut. Troligen sker kontinuerligt en återföring av löst fosfor från sjöns sediment i samband med nedbrytningsprocesser under sommaren vilket tidvis medför att kväve kan begränsa tillväxten. Halten klorofyll a var måttlig i augusti och växtplanktonsamhället var divers och dominerades av grönalger följt av cyanobakterier, dinoflagellater, häftalger och kiselalger. Den sammanvägda statusen för Ösbysjön bedömdes preliminärt till **otillfredsställande ekologisk status**. Siktdjupet har varierat under den undersökta perioden 1969-2022 beroende av om växtsamhället dominerats av plankton eller vattenväxter. Inplantering av karp har påverkat dominansförhållandena.

Vid provfisket i Ösbysjön fångades totalt 3 olika arter: braxen, ruda och karp. De fångades två olika odlingsformer av karp spegelkarp med stora fjäll och fjällkarp. Braxens längdfördelning visade på två starka årsklasser vid 110-120 mm och 150-160 mm. Rudans storleksfördelning var jämnt fördelad mellan ca 50-180 mm. Även om karpen enligt litteraturen (SLU artdatabanken 2022) sällan fortplantar sig i Sverige tyder fångsten av karp i Ösbysjön på ett antal generationer.

Trots den relativt lilla skillnaden i vattendjup mellan de tre stationerna vid sedimentprovtagningen, 0,8 m, är sedimenten av olika karaktär. Station 1 ackumulerar inte sediment utan redan efter ca 15 cm nås ett fastare sediment med lägre vatten- och organisk halt. Station 3 uppvisar en i det närmaste konstant totalfosforhalt, en begränsad avklingning av vatten och organisk halt, vilket tyder på en snabb ackumulering av sediment på den platsen. Station 2 utgör ett mellanting med liknande vattenhalt, organisk halt och totalfosforkoncentration i den övre delen av kärnan. Mellan 2 och 3 dm ner i profilen däremot, nås ett annat material med lägre halter. Det kanske mest utmärkande med Ösbysjöns sediment är den mycket höga koncentrationen av löst bunden fosfor, speciellt i station 3. Detta i kombination med måttligt höga totalfosforhalter tyder på dålig fosforbindande förmåga i sedimenten. Sedimenten är helt enkelt övermättade med fosfor.



Miljögiftanalyser i ytsedimenten från Ösbysjön visade på höga halter PAH:er jämfört med kustsediment i Stockholmstrakten. Samtliga av de ämnen som har gränsvärden för ekologisk- och kemisk status (Havs- och Vattenmyndigheten 2019) uppnår dock god status. Vad gäller jämförelser med riktvärden för känslig markanvändning (KM) var halterna i sedimenten från Ösbysjön mestadels låga. Undantaget var metallerna arsenik, bly och sexvärt krom.

Miljösituationen i Ösbysjön sammanfattades kort som:

- Sedimenten var mycket lösa med mycket hög andel löst bunden fosfor.
- Vattnet var mycket grumligt under större delen av den undersökta perioden mars-oktober.
- Fiskbeståndet i Ösbysjön var talrikt och dominerades av arter som söker sin föda vid botten och bidrar därmed till att vattnet grumlas.

Förslag till åtgärder för att minska påverkan av näringsämnen och få ett klarare vatten i Ösbysjön. Ett klarare vatten innebär att vattenväxter kan återetablera sig och att skörd av vattenväxter kan bli nödvändig i anslutning till de båda badplatserna. Åtgärder föreslås att ske stegvis (1-4). Reduktionsfiske bör ske enligt beprövad metodik (Klara Vatten 2022) och efter återintroduktion av rovfisk bör en utvärdering av effekterna ske. Beroende av effekten av punkt 1-2 tas ställning till om punkterna 3 och 4 skall genomföras.

1. Reduktionsfiske och åtgärda extern belastning
2. Återintroduktion av rovfisk
3. Om botten inte kompakteras då det mesta av karpfisken tagits bort bör en muddring av de lösa sedimentet utföras.
4. Behandling (aluminium, lantan) av sjöns botten.

# Inledning

Naturvatten i Roslagen AB har på uppdrag av Danderyds kommun utfört provtagning av vatten i Ekebysjön, Nora Träsk och Ösbysjön samt genomfört ett standardiserat provfiske i Ösbysjön. I Ösbysjön provtogs även sjöns sediment. Sjöarnas lägen visas i Figur 1.



Figur 1. Sjöarna i Danderyds kommun.

## Syfte

Syftet med undersökningen i Ekebysjön och Nora Träsk är att ge en fort-löpande kontroll av miljökvaliteten. I Ösbysjön var även syftet med undersökningen att ta fram ett underlag till alternativa åtgärder för att förbättra sjöns miljökvalitet.



# Metodik

I detta avsnitt beskrivs de metoder och analysomfång som användes vid undersökningen av de tre sjöarna i Danderyd 2022. Undersökningstyper och provtagningspunkter redovisas i Figur 2.



Figur 2. Ekebysjön, Nora Träsk och Ösbysjön i Danderyds kommun, provtagningspunkter för de olika undersökningarna.

## Vattenprovtagning

Vattenprovtagning utfördes i sjöarna Ekebysjön, Nora träsk och Ösbysjön. Provtagningen utfördes av personal från Naturvatten AB, ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 1919), i mars, april, augusti och oktober 2022. Prover togs vid yta och botten i mars och augusti medan endast ytprover togs i april och oktober. Samtliga prover togs med så kallad Ruttnerhämtare och analyserades med avseende på siktdjup, pH, alkalinitet, absorbans, turbiditet, fosfatfosfor, totalfosfor, ammoniumkväve, nitratkväve och totalkväve. Vid samtliga provtillfällen registrerades också temperatur- och syrgasprofiler genom mätning varje meter

från yta till botten. I april, augusti och oktober analyserades även klorofyll a, växtplanktons artsammansättning provtogs i augusti. Klorofyll a och växtplankton provtogs endast i ytvattnet. Alla fältanalyser utfördes av Naturvatten AB, ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 1919) och övriga analyser av Erkenlaboratoriet (Uppsala Universitet), ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 1239).

## Sedimentprovtagning

I april 2022 togs sedimentkärnor vid tre platser i Ösbysjön av personal från Naturvatten i Roslagen AB, ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 1919). Vid provtagningen användes en Willner-hämtare. Sedimentkärnorna skiktades i 8 skikt (0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 12-14, 18-20, 26-28 och 34-36 cm) och varje skikt analyserades med avseende på torrsubstans, glödningsförlust, fosfors fraktionsfördelning och totalfosforhalt. Samtliga analyser utfördes vid Erkenlaboratoriet, Uppsala Universitet, ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 1239).

I augusti 2022 provtogs även Ösbysjöns ytsediment (0-5 cm) med avseende på miljögifter av personal från Naturvatten i Roslagen AB, ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 1919). Ytsedimentet analyserades med avseende på metaller, PAH, TBT, totalkväve och TOC. Samtliga analyser utfördes vid ALS Global, Danderyd, ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 2030).

## Provfiske

Vid provfisket i sjöar användes standardiserat provfiske enligt Havs- och Vattenmyndighetens programområde sötvatten och undersökningstypen Provfiske i sjöar (Havs- och Vattenmyndigheten 2019). Bottennäten som användes vid provfisket var av typ översiktsnät "Norden". Varje nät omfattar 12 stycken olika maskstorlekar från 5 mm upp till 55 mm, där varje maskstorlekssektion är 2,5 meter lång. Näten är 30 m långa och 1,5 m djupa. Antalet nät bestäms utifrån en Tabell i standarden med hänseende på aktuell sjös yta samt djup. Provfisket i Ösbysjön omfattade 4 översiktsnät och utfördes 14-15 juli av personal från Naturvatten AB, ackrediterade av Swedac enligt ISO/IEC 17025 (ackrediteringsnummer 1919). Vidare lades även 2 nät med maskstorleken 65 mm (totallängd 100 m) för att utreda om det fanns någon stor karpfisk. Näten lades vid ca kl 17-18 och fick ligga över natten för att vittjas vid kl 07-08 dagen efter. Vid urplockningen av fisk hölls fångsten i varje nät isär och behandlades som en enhet. Samtliga fiskindivider längdmättes till närmsta mm och protokollfördes artvis. Vägning av fisken till närmsta gram skedde artvis och nätvis.



# Bedömning av resultaten

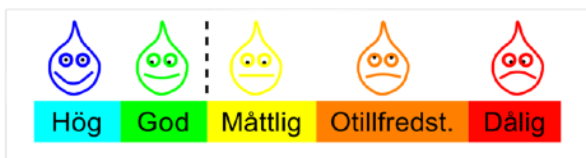
## Ekologisk status

Bedömningen utfördes enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (Havs- och vattenmyndigheten 2019) genom klassificering av ekologisk status för ett antal kvalitetsfaktorer. För sjöar ligger fokus på de biologiska parametrarna växtplankton, vattenväxter (makrofyter), bottenfauna och fisk.

En bedömning som utgår från fysikalisk-kemisk data kan enligt bedömningsgrunderna utföras med avseende på näringsämnen, siktdjup, syrgas och försurning.

I denna rapport klassificeras de biologiska kvalitetsfaktorerna växtplankton och fisk (endast Ösbysjön). Bland de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna redovisas näringsämnen, försurning, ljusförhållanden och syrgas.

Bedömning sker till någon av klasserna hög, god, måttlig, otillfredsställande eller dålig ekologisk status (se nedan). De fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna kan försämra den ekologiska statusen endast från hög till god eller från god till måttlig. Vid bedömning av ekologisk status gäller normalt den strängaste bedömningen för varje kvalitetsfaktor. Detta innebär att om exempelvis växtplankton bedöms ha god status och fisk måttlig status bedöms den ekologiska statusen vara måttlig enligt principen ”sämst gäller”.



De fem möjliga ekologiska statusklasserna enligt ramdirektivet för vatten. Gränsen mellan god och måttlig är viktig då alla vattenförekomster som befinner sig under den gränsen kräver åtgärder.

## Biologiska kvalitetsfaktorer

### *Växtplankton*

Förändringar i vattnets näringsstatus återspeglas snabbt i växtplanktons biomassa och artsammansättning. Växtplankton används därför som indikator på tilltagande eller avtagande näringsbelastning. För klassificering av växtplankton i sjöar användes följande parametrar:

- Totalbiomassa av växtplankton
- Planktontrofiskt index (PTI) baserat på indikatorarter
- Klorofyll (analyseras som klorofyll a)

### *Fisk*

Genom klassning av ekologisk status baserat på data från provfiske erhålls en bild av hur påverkat fisksamhället är till följd av mänsklig verksamhet. Enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2019:25 klassificeras ekologisk status för fisk i sjöar med ledning av tre multimetriska index - EQR8, AindexW5 samt EindexW3. Fiskindex EQR8 ger ett integrerat mått på påverkan av surhet och näringsämnen, något som i vissa fall kan resultera i en missvisande statusklassning då en och samma parameter kan ge en negativ avvikelse för surhet och positiv avvikelse för näringspåverkan. De båda sistnämnda index är mer specifika så till vida att AindexW5 är ett renodlat surhetsindex medan EindexW3 utvecklats för att påvisa näringspåverkan. Klassning baserad på dessa båda index kan förväntas förbättra möjligheterna till rättvisande statusbedömning. Dessa index förutsätter att sjön i ett opåverkat tillstånd haft en fiskfauna dominerad av varmvattensanpassade fiskarter.

En förutsättning för att bedöma den ekologiska statusen i en sjö är att fiskbeståndet består av både abborre och karpfisk (mört, braxen mfl). Vid provfisket i Ösbysjön fångades endast karp, braxen och ruda. Detta innebär att den ekologiska statusen för fisk inte kan bedömas.

## Fångade fiskarter

I detta avsnitt beskrivs de fångade arterna vid provfisket i Ösbysjön.

### *Braxen*



Braxen liknar björknan men större exemplar har en betydligt mörkare färg (koppar/brons), ett jämförelsevis mindre öga och bröstfenorna når fram till bukfenorna i utsträckt läge. Eftersom braxen hybridiserar med björkna kan det vara svårt att skilja mindre exemplar av arterna. Braxen

leker i maj-juni på grunda gräsbevuxna områden och huvudfödan är bottendjur av olika typer, tidvis även småfisk.

### *Ruda*



Rudan förekommer i två olika tillväxttyper, sjöruda och dammruda (Fiskbasen 2020). Sjørudan kan bli stor (3,5 kg och ca 45 cm) och kroppen är mycket hög, nästan rund. Dammrudan är mindre och till formen mer långsträckt. De olika formerna beror av tillgången på rovfisk, framförallt gädda. Den högväxta kroppsformen i sjöar medför ett

större skydd mot rovfisk. Leken sker vanligtvis i maj-juni på vegetationsbevuxna bottenar då vattentemperaturen överstiger ca 15°C. Rudan är en stationär fisk som söker sin föda vid sjöarnas bottenar, födoval består till huvuddelen av bottenfauna och detritus (dött organiskt material). Rudan är vår mest tåliga fisk mot låga syrgashalter. Den övervintrar i icke fruset bottensediment helt utan syre. Den kan vid behov anpassa storleken på sina gälar men kan även omvandla kroppens slaggprodukter till alkohol istället för mjölksyra.

### *Karp*



Kroppen är långsträckt och måttligt sammanpressad från sidorna. Med ökande storlek tilltar bredden, och kroppsformen blir därmed mer cylindrisk. Ryggen är sluttande från ryggen och framåt, och den är rundad från nacken fram till huvudet. Munnen är framåtriktad, och när den öpp-

nas bildar den ett utstjälp, svagt nedåtriktat rör. Intill munnen sitter två par skäggstommar; det ena i mungiporna, det andra högre upp på överkäksbenen. Flera olika odlingsformer med avvikande fjällbeklädning (spegelkarp och läderkarp mfl) och färgteckning förekommer, det är dock samma art (SLU artdatabanken 2022). I Sverige sker reproduktion förmodligen bara i skånska vatten. Karpen är en allätare som söker föda vid botten; huvudsakligen ryggradslösa djur men även vegetabilier. Likt braxen muddrar den botten efter mat.

## Resultatredovisning

Resultaten redovisas per sjö och inleds med fysikalisk-kemiska analysresultat följt av biologiska analysresultat.

I texten beskrivs halter som låga (god eller hög ekologisk status), måttliga (måttlig ekologisk status) eller höga (otillfredsställande eller dålig ekologisk status) för att på ett enkelt och pedagogiskt sätt få läsaren att förstå förhållandena i de olika sjöarna.

För de lösta ämnena fosfatfosfor, ammoniumkväve och nitritnitratkväve saknas bedömningsgrunder för sjöar. Vid bedömningen av haltnivåer (låga, måttliga eller höga) har hänsyn tagits till andelen av totalhalt, jämförelser med övriga mättillfällen och en expertbedömning. Även absorbans (vattenfärg) och turbiditet (grumlighet) saknar bedömningsgrunder. För dessa parametrar används Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 1999 (Naturvårdsverket 1999).

Vid redovisningen av växtplankton och dess artsammansättning nämns vissa släkten av cyanobakterier och deras toxicitet. Information om dessa släkten är hämtade från ”Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag” (Naturvårdsverket 2007).



# Resultat

Samtlig bakgrundsdata från undersökningarna i Ekebysjön, Nora Träsk och Ösbysjön av vattenkemi, sedimentkemi, växtplankton och provfiske finns samlade i bilaga 1.

## Ekebysjön

Ekebysjön ligger i Ekebysjöns naturreservat. I naturreservatet finns flera vegetationsområden som har sitt specifika växt- och djurliv, flera utgör livsmiljöer för hotade eller fridlysta arter.

Ekebysjön är en grund och delvis igenväxt sjö med breda vassbårder längst det flesta av sjöns stränder. Vassbårdernas utbredning har inte förändrats mycket sedan 1960-talet, se Figur 3. Tidigare fanns en badplats i sjöns nordöstra del.

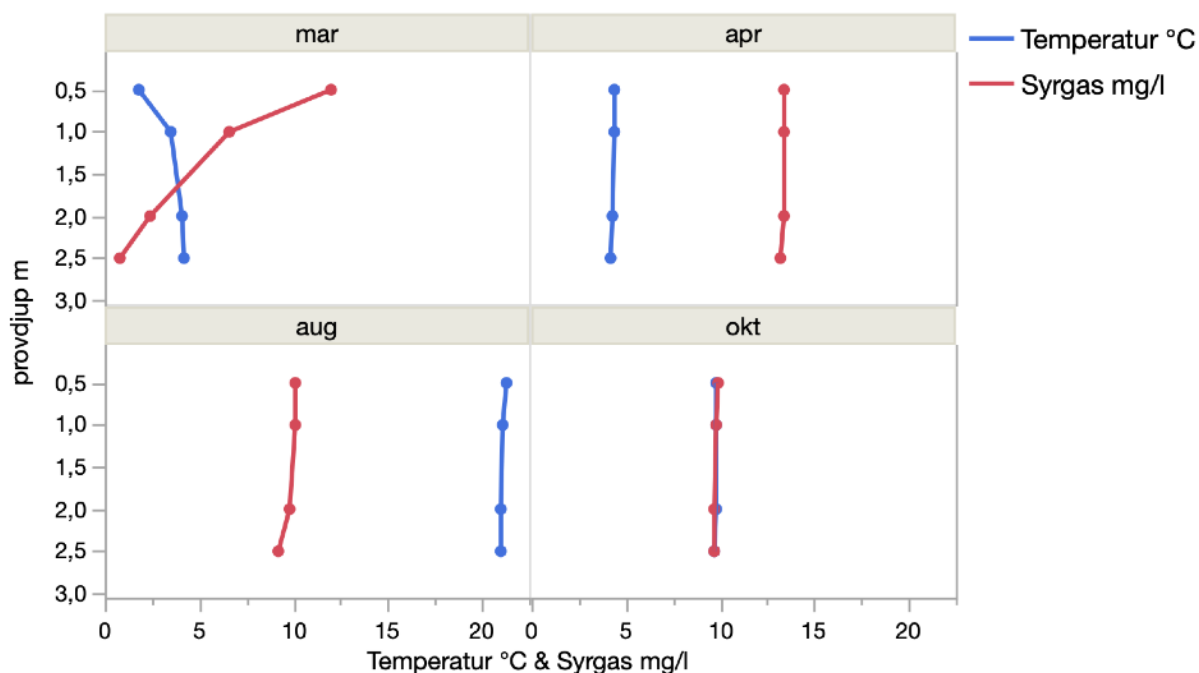


Figur 3. Ekebysjön ca 1960 och 2020.

Sjöns yta är 7,6 ha (SMHI 2022) och maxdjupet ca 2,5 m (uppmätt djup vid provtagning). I djupkartor från 1928-1975 har maxdjupet varierat från 3,2 till 2,6 m. Med hjälp av flygbilder beräknades Ekebysjöns areal (endast sjöns vattenspegel) till 68 000 m<sup>2</sup> vilket med ett uppskattat medeldjup av 1,4 m betyder en vattenvolym på ca 95000 m<sup>3</sup>. Ekebysjöns tekniska avrinningsområde har en yta av 1,02 km<sup>2</sup>. Genom en arealproportionerlig omräkning från modellerade vattenflöden i området (SMHI 2022) beräknades vattenflödet till Ekebysjön till mellan 275000 m<sup>3</sup> per år. Detta innebär en omsättningstid av ca 4 månader. En måttlig omsättningstid som troligen även påverkas av avdunstningen, det är troligen endast i samband höga flöden som det rinner i utloppsdiket.

## Temperatur och syrgas

Vattnets syrgashalt styrs främst av balansen mellan syreproducerande (fotosyntetiserande) och syreförbrukande processer (cellandning) i vattnet. Temperatur- och syrgasprofiler i Ekebysjön i mars, april, augusti och oktober visas i Figur 4.

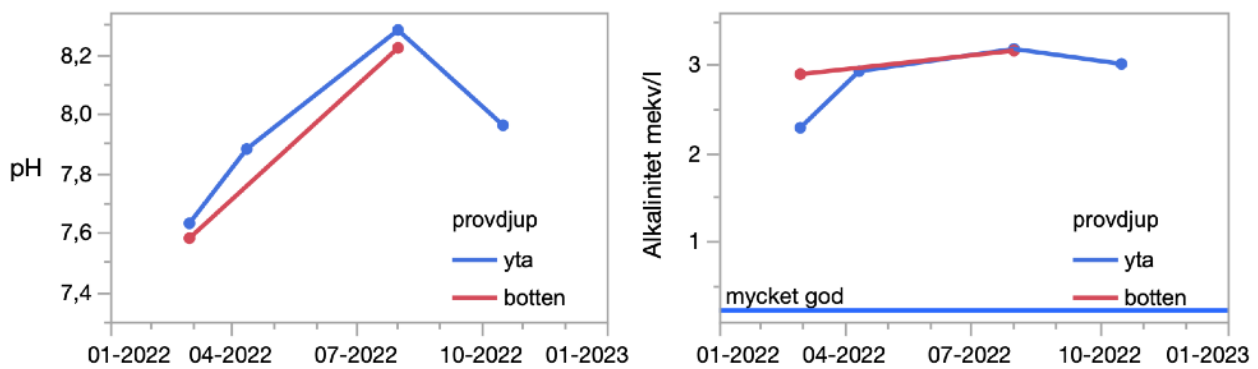


Figur 4. Temperatur- och syrgasprofiler i Ekebysjön i mars, april, augusti och oktober 2022

Ekebysjöns vattenmassa var omblandad under hela den isfria perioden april-oktober 2022. Vid provtagningen i mars, då isen låg tjock, uppmättes en omvänd skiktning med låga syrehalter närmast botten.

## pH och alkalinitet

pH-värdet är ett mått på vattnets innehåll av vätejoner eller dess surhetsgrad och alkaliniteten är ett mått på vattnets förmåga att neutralisera syror, det vill säga förmågan att tåla tillskott av vätejoner utan att reagera med en pH-sänkning. I Figur 5 visas pH-värdena och alkaliniteten i Ekebysjöns yt- och bottenvatten 2022.

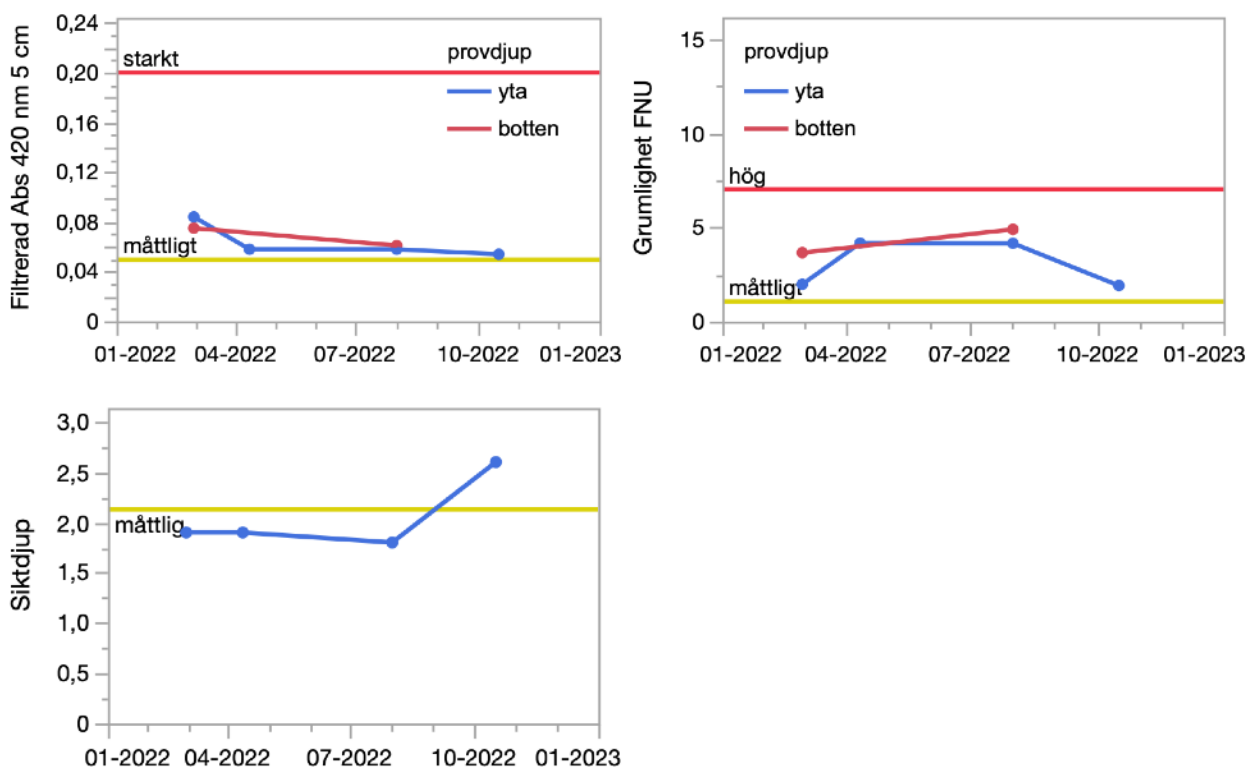


Figur 5. pH-värde och alkalinitet i Ekebysjöns yt- och bottenvatten 2022. Gränsen för mycket god buffertförmåga mot försurade ämnen är satt till 0,2 mekv/l (Naturvårdsverket 1999).

pH-värdet varierade mellan 7,6 och 8,3 under perioden mars-oktober, skillnaden mellan yt- och bottenvatten var liten. Alkaliniteten var mycket hög under hela den undersökta perioden. Ekebysjön har inga problem med försurning.

### Ljusförhållanden

Ljusförhållanden är ett mått på vattnets optiska egenskaper och dess innehåll av organiskt material i olika form. Variabeln grumlighet eller turbiditet kvantifierar mängden partiklar i vattnet och anges vanligen i enheten FNU (formazine nephelometric units). Vattenfärgen eller vattnets absorbans är ett mått på mängden humusämnen i vattnet (brunfärgat vatten). Mätning av siktdjup har gammal tradition inom limnologin och sammanfattar påverkan av både grumlighet och vattenfärg. I Figur 6 visas grumlighet, vattenfärg och siktdjup i Ekebysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.



Figur 6. Grumlighet, vattenfärg och siktdjup i Ekebysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Gränsen för måttligt och starkt färgat vatten har satts till 0,05 respektive 0,20 mätt vid 420 nm och 5 cm kyvett (Naturvårdsverket 1999). Gränsen för måttlig och hög grumlighet är 1,0 respektive 7,0 FNU (Naturvårdsverket 1999). Gränsen mellan god och måttlig status har beräknats till 2,2 m (VISS 2022) för Ekebysjön, ju mindre siktdjup desto sämre status.

Ekebysjöns vatten var måttligt färgat, även grumligheten var måttlig under hela den undersökta perioden mars-oktober 2022. Skillnaden mellan yt- och bottenvatten var liten. Det måttligt färgade och grumliga vattnet visade sig även som ett måttligt siktdjup.

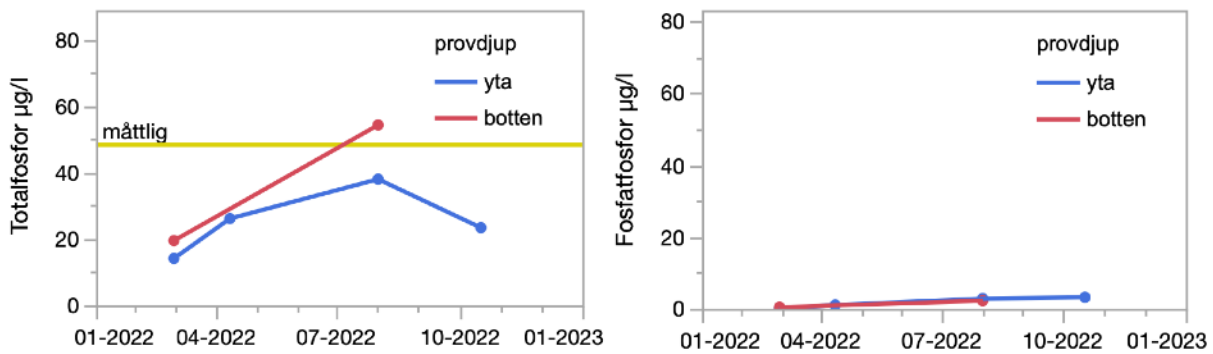
## Näringsämnen

I sjöar och vattendrag reglerar näringsämnena fosfor och kväve växtsamhällets utveckling. Som regel begränsas primärproduktionen av fosfor. Fosfor och kväve förekommer som närsalter (lösta i vattnet) eller bundet till organiskt material, exempelvis alger och humusämnen eller lerpartiklar.

### Fosfor

I denna undersökning har både löst fosfor (fosfatfosfor) och totalhalt mätts. Fosfatfosfor är en oorganisk, löst form av fosfor som är direkt tillgänglig för upptag i växter och alger. Totalfosfor beskriver vattnets totala fosforinnehåll, det vill säga summan av fosfatfosfor och organiskt och oorganiskt bunden fosfor. I Figur 7 visas total- och fosfatfosfor i Ekebysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.



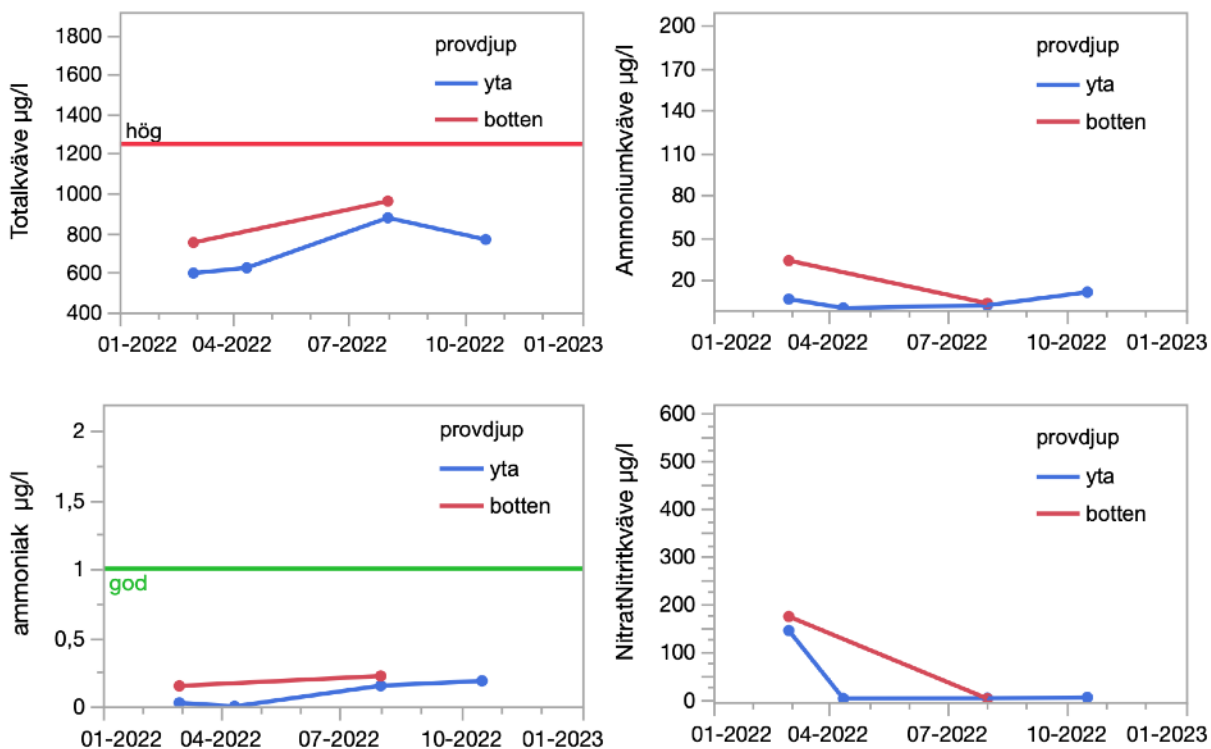


Figur 7. Total- och fosfatförfosfor i Ekebysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Gränsen mellan god och måttlig status har beräknats till 48 µg/l (VISS 2022) för Ekebysjön, ju högre halt desto sämre status.

I Ekebysjön, där vattenväxter dominerar växtsamhället, var totalfosforhalten generellt låga och uppnådde god status. En liten förhöjning av totalfosforhalten i augusti indikerar en viss intern påverkan från bottarna, vilket även visade sig som något förhöjd halt vid botten. Under hela den undersökta perioden mars-oktober var halterna löst fosfor mycket låga vilket indikerar att sjöns växtsamhällen tog upp all löst fosfor och att tillförseln under vintern (mars) var liten.

### Kväve

Både löst kväve av olika former och den total kvävehalten i vattnet har analyserats i denna undersökning. Ammoniumkväve är en växttillgänglig jonform av kväve som bildas vid nedbrytning. Även ammoniak bildas vid nedbrytning, mängden beror av temperatur och pH-värde. Nitrit- och nitratkväve är andra former av växttillgängligt löst kväve. Dessa kväveformer bildas bland annat genom oxidation av ammoniumkväve och uppträder ofta i höga halter i samband med höga flöden då ämnena frigörs från kringliggande marker. Totalkväve är det totala innehållet av löst och partikelbundet kväve i vatten. I Figur 8 visas total-, ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve i Ekebysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.

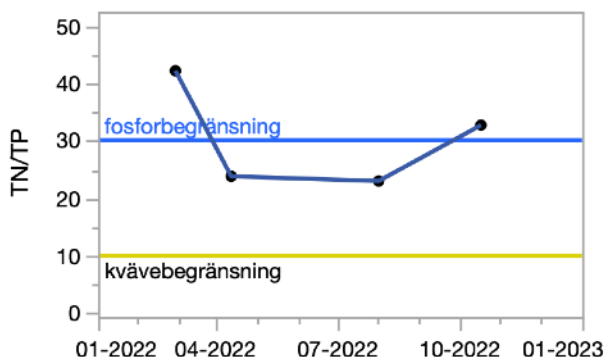


Figur 8. Total-, ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve i Ekebysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 1999 bedöms totalkvävehalter över 1250 µg/l som höga (Naturvårdsverket 1999). Gränsen mellan god och måttlig status för ammoniak är satt till 1,0 µg/l (Havs- och vattenmyndigheten 2019).

Totalkvävehalterna i Ekebysjön var generellt måttliga och mängderna löst kväve i form av ammonium, ammoniak och nitritnitratkväve var låga. Ammoniak uppnådde god status.

#### Kvoten kväve/fosfor

Genom att bedöma kvävehalter i samspel med fosforhalter får kvävehalterna i sjöar en ekologisk betydelse. Skalan visar tillgång på kväve i relation till fosfor på sommaren och indikerar uppträdande av cyanobakterier ("blågröna alger") och kvävefixerande cyanobakterier. I Figur 9 visas kväve/fosforkvoten under mars-oktober 2022.

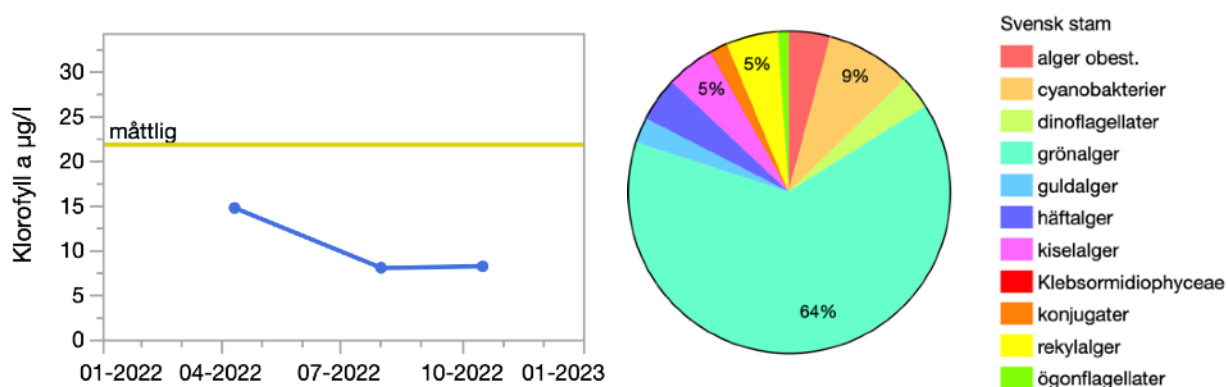


Figur 9. Kväve/fosforkvoten i ytvattnet i Ekebysjön under mars-oktober 2022. Tydlig fosforbegränsning förekommer vid kvoter >30 medan kvoter <10 indikerar kvävebegränsade förhållanden och massförekomst av cyanobakterier (Naturvårdsverket 1999).

Kväve/fosforkvoten i Ekebysjön indikerar fosforbegränsade förhållanden under vinter och höst och en sambegränsning mellan fosfor och kväve under vår och sommar. Kvotförhållandet indikerar inte förutsättningar för massförekomst av cyanobakterier i Ekebysjön.

## Växtplankton

Förändringar i vattnets näringsstatus återspeglas snabbt i växtplanktons biomassa och artsammansättning. I denna undersökning har klorofyll a (indirekt mått på mängden växtplankton) och växtplanktons artsammansättning och biomassa analyserats. I Figur 10 visas halten klorofyll a i april, augusti och oktober samt växtplanktons artsammansättning i augusti



Figur 10. Halten klorofyll a i april, augusti och oktober samt växtplanktons artsammansättning i augusti. Gränsen mellan god och måttlig status (augusti) för klorofyll a har beräknats till 22 µg/l (VISS 2022).

I Ekebysjön var halten klorofyll a låg och uppmättes till 8,0 µg/l i augusti. Växtplanktonsamhället i augusti dominerades av grönalger (64%) följt av cyanobakterier, kiselalger och rekylalger. Dominerande art bland grönalger var *Crucigenia tetrapedia*. Andelen cyanobakterier var 9% och dominerande släkte var *Aphanocapsa* (ej toxisk). Totalbiomassan beräknades till 4,2 mg/l i augusti, en jämförelsevis låg biomassa.

## Ekologisk status

I Tabell 1 visas den ekologiska statusen i Ekebysjön 2022. För att fastställa status skall mätningar omfatta minst en treårs period. Den bedömning som utförs nedan får ses som preliminär.

Tabell 1. Ekologisk status i Ekebysjö 2022.

Ekebysjön	God
<b>Biologiska</b>	
växtplankton	
<b>Fysikalisk-kemiska</b>	
siktdjup	
näringsämnen	

Ekebysjön	God
syrgas	
SFÄ (ammoniak)	

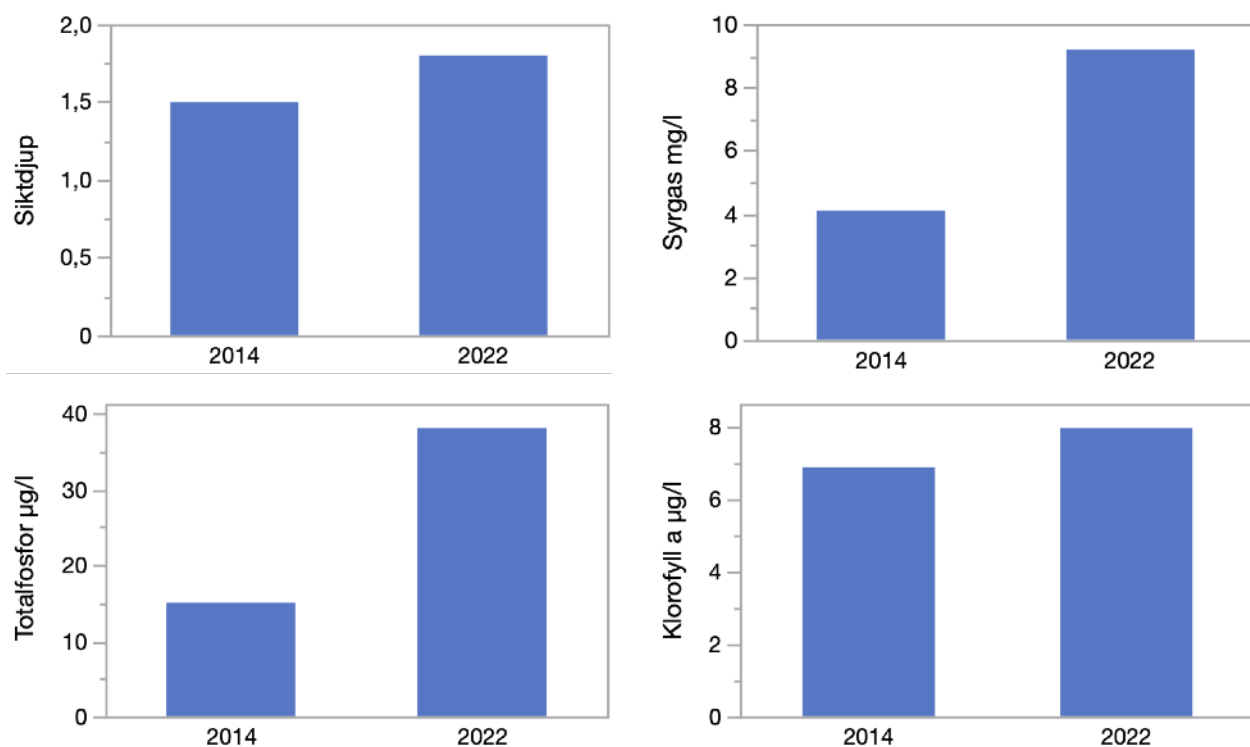
Kvalitetsfaktorn växtplankton är en sammanvägd bedömning av klorofyll a, totalbiomassa och växtplanktons artsammansättning (PTI). Samtliga delparametrar bedömdes till god eller hög status, den sammanvägda bedömningen var god status. Även de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna bedömdes till god status. Siktdjupet var i medeltal 2,2 m under perioden maj-november (god status). Halten totalfosfor, som bedömer kvalitetsfaktorn näringsämnen, uppmättes till 27  $\mu\text{g/l}$  (geometriskt årsmedelvärde) och bedömdes till hög status. Syrgashaltens minimivärde för 2022 uppmättes till 9,2 mg/l vilket bedömdes till hög status och ammoniak, som är ett av de ämnen som faller inom särskilt förorenande ämnen (SFÄ) bedömdes uppnå god status. Den sammanvägda statusen för Ekebysjön bedömdes till **god ekologisk status**.

Ekebysjön verkar ha en jämnvikt mellan vattenväxter och plankton. Siktdjupet är tillräckligt för att vattenväxter skall kunna dominera. Upptaget från växtsamhället tillsammans med ackumuleringen av näringsämnen i bottenarna är tillräcklig för att totalfosforhalterna i vattenmassan skall vara låga. Trots att sjön är grund fanns inga syrgasproblem under vintern 2022. Den långa omsättningstiden gör att de näringsämnen som tillförs sjön omsetts och ackumuleras i sjöns bottenar. Det finns endast små indikationer på att en frigörelse av näringsämnen sker från bottenarna, denna frigörelse är i Ekebysjön troligen naturlig.

### Jämförelser med tidigare undersökningar

I Figur 11 jämförs 2022-års undersökning med en undersökning utförd 2014 (Holmborn 2014).





Figur 11. En jämförelse mellan undersökningar 2014 och 2020 i Ekebysjön. Jämförelsen omfattar siktdjup, totalfosforhalt och halten klorofyll a i ytvattnet i augusti. Syrgashalten är minimihalten av syrgas vid botten i augusti.

Jämförelsen mellan undersökningarna i augusti 2014 och 2022 visade på små skillnader. Syrgashalten var lägre vid botten 2014 medan totalfosforhalten var högre 2022. Den bedömning av ekologisk status som utfördes 2014 stämmer väl med den bedömning som utfördes i denna rapport 2022.

## Nora Träsk

Nora träsk är en liten, grund och igenväxt sjö som påverkas av dagvatten från tillrinningsområdets vägar och bebyggelse. Under 1970-talet muddrades sjön till sin nuvarande storlek och djup (ca 2 m), se Figur 12.

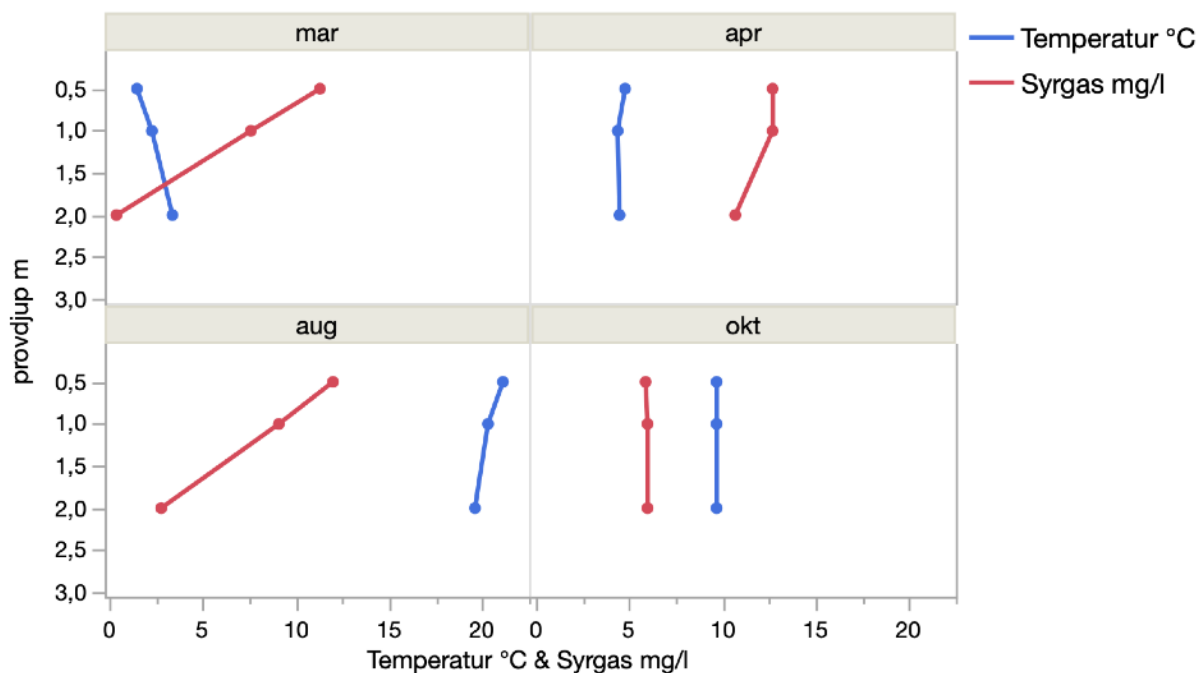


Figur 12. Nora träsk ca 1960 och 2020.

Med hjälp av flygbilder beräknades Nora träsks areal (endast sjöns vattenspiegel) till 17 000 m<sup>2</sup> vilket med ett uppskattat medeldjup av 1,9 m betyder en vattenvolym på ca 32000 m<sup>3</sup>. Nora träsks tekniska avrinningsområde har en yta av 3,7 km<sup>2</sup>. Genom en arealproportionerlig omräkning från modellerade vattenflöden i området (SMHI 2022) beräknades vattenflödet till Nora träsk till ca 1,0 miljoner m<sup>3</sup> per år. Detta innebär en omsättningstid av vattmassan i Nora träsk på ca 12 dagar i genomsnitt under ett år, en snabb omsättningstid.

### Temperatur och syrgas

Vattnets syrgashalt styrs främst av balansen mellan syreproducerande (fotosyntetiserande) och syreförbrukande processer (cellandning) i vattnet. Temperatur- och syrgasprofiler i Nora Träsk i mars, april, augusti och oktober visas i Figur 13.

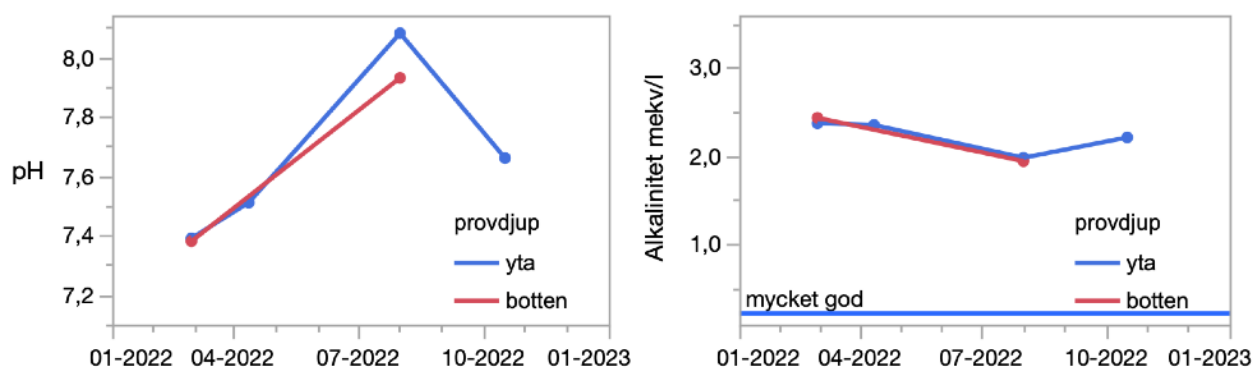


Figur 13. Temperatur- och syrgasprofiler i Nora träsk i mars, april, augusti och oktober 2022

Nora Träsks vattenmassa var omblandad april och oktober 2022. Vid provtagningarna i mars och augusti uppmättes låga halter syrgas vid bottarna. I mars låg is på sjön som hindrade omblandning och i augusti var vattenmassan svagt skiktad. De låga halter syrgas som uppmättes vid bottarna beror på nedbrytningsprocesser vid sedimentytan.

### pH och alkalinitet

pH-värdet är ett mått på vattnets innehåll av vätejoner eller dess surhetsgrad och alkaliniteten är ett mått på vattnets förmåga att neutralisera syror, det vill säga förmågan att tåla tillskott av vätejoner utan att reagera med en pH-sänkning. I Figur 14 visas pH-värden och alkaliniteten i Nora Träsks yt- och botten vatten 2022.

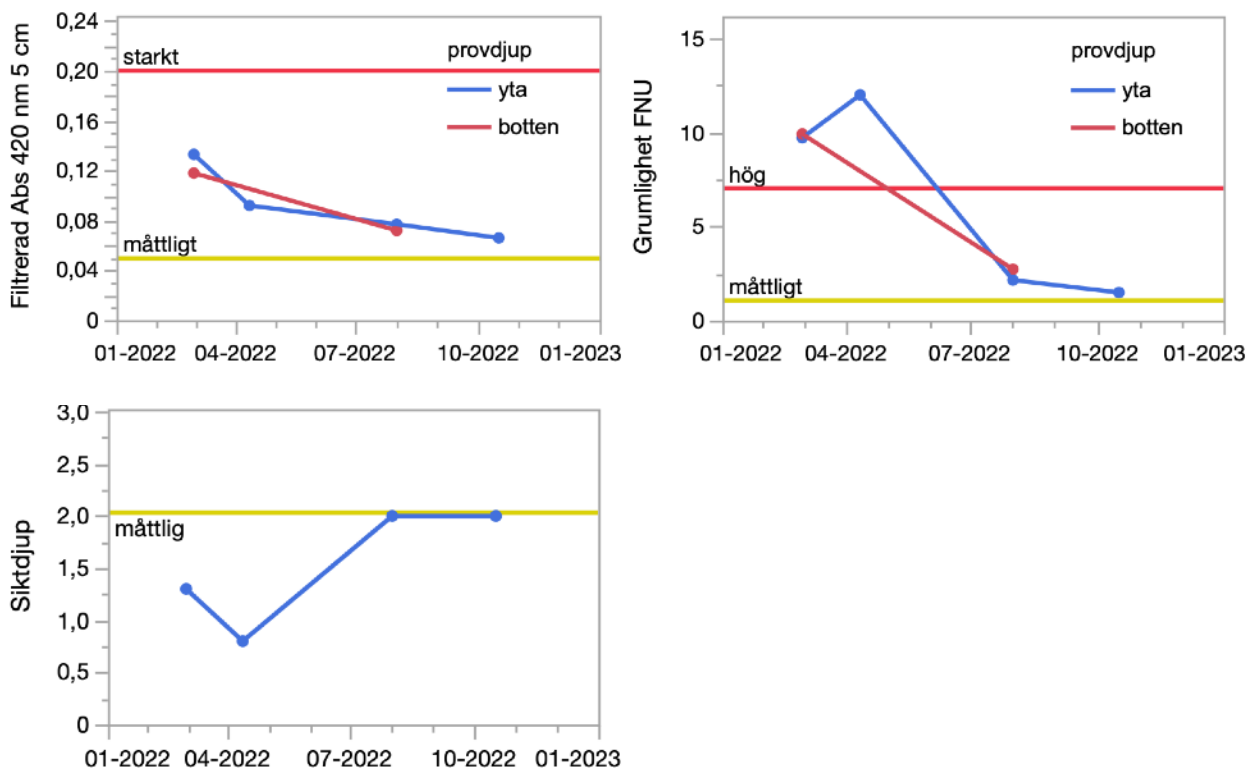


Figur 14. pH-värde och alkalinitet i Nora Träsks yt- och botten vatten 2022. Gränsen för mycket god buffertförmåga mot försurade ämnen är satt till 0,2 mekv/l (Naturvårdsverket 1999).

pH-värdet varierade mellan 7,4 och 8,1 under perioden mars-oktober, skillnaden mellan yt- och bottenvatten var liten. De högsta pH-värdena uppmättes i augusti i samband med växtplanktonproduktion. Alkaliniteten var mycket hög under hela den undersökta perioden. Nora Träsk har inga problem med försurning.

## Ljushöghållanden

Ljushöghållanden är ett mått på vattnets optiska egenskaper och dess innehåll av organiskt material i olika form. Variabeln grumlighet eller turbiditet kvantifierar mängden partiklar i vattnet och anges vanligen i enheten FNU (formazine nephelometric units). Vattenfärgen eller vattnets absorbans är ett mått på mängden humusämnen i vattnet (brunfärgat vatten). Mätning av siktdjup har gammal tradition inom limnologin och sammanfattar påverkan av både grumlighet och vattenfärg. I Figur 15 visas grumlighet, vattenfärg och siktdjup i Nora Träsks yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.



Figur 15. Grumlighet, vattenfärg och siktdjup i Nora Träsks yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Gränsen för måttligt och starkt färgat vatten har satts till 0,05 respektive 0,20 mått vid 420 nm och 5 cm kyvett (Naturvårdsverket 1999). Gränsen för måttlig och hög grumlighet är 1,0 respektive 7,0 FNU (Naturvårdsverket 1999). Gränsen mellan god och måttlig status har beräknats till 2,1 m (VISS 2022) för Nora Träsk, ju mindre siktdjup desto sämre status.

Nora Träsks vatten var måttligt färgat, högst var vattenfärgen vid provtagningen i mars då flödena från kringliggande marker var som störst. Även grumligheten var störst i mars och april då en mycket hög grumlighet uppmättes i samband med höga flöden. Skillnaden mellan yt- och botten-



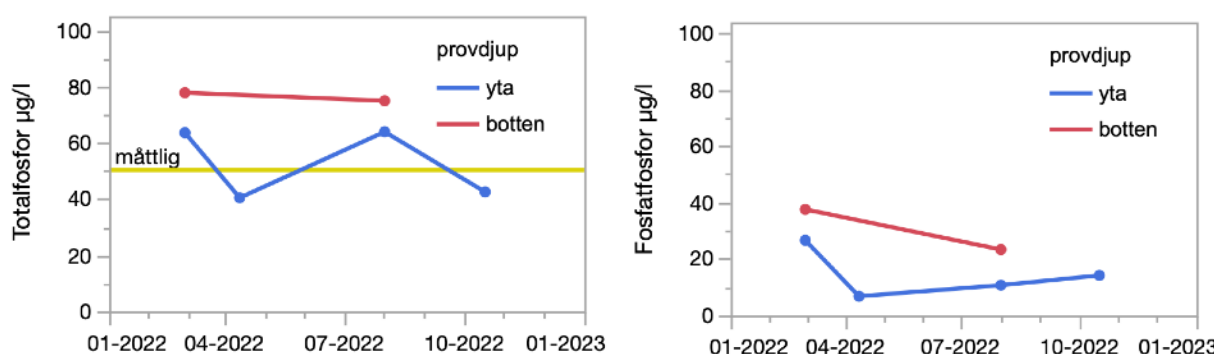
vattnen var liten. Det måttligt färgade och mycket grumliga vattnet visade sig även som ett litet siktdjup i mars och april. I augusti och oktober var siktdjupet på gränsen mellan måttlig och god status. Eftersom djupet i Nora Träsk är begränsat och siktskivan i augusti och oktober låg på botten, synlig, kunde ingen rättvisande bedömning av den ekologiska statusen för siktdjup utföras.

## Näringsämnen

I sjöar och vattendrag reglerar näringsämnena fosfor och kväve växtsamhällets utveckling. Som regel begränsas primärproduktionen av fosfor. Fosfor och kväve förekommer som närsalter (lösta i vattnet) eller bundet till organiskt material, exempelvis alger och humusämnen eller lerpartiklar.

### Fosfor

I denna undersökning har både löst fosfor (fosfatfosfor) och totalhalt mätts. Fosfatfosfor är en oorganisk, löst form av fosfor som är direkt tillgänglig för upptag i växter och alger. Totalfosfor beskriver vattnets totala fosforinnehåll, det vill säga summan av fosfatfosfor och organiskt och oorganiskt bunden fosfor. I Figur 16 visas total- och fosfatfosfor i Nora Träsks yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.



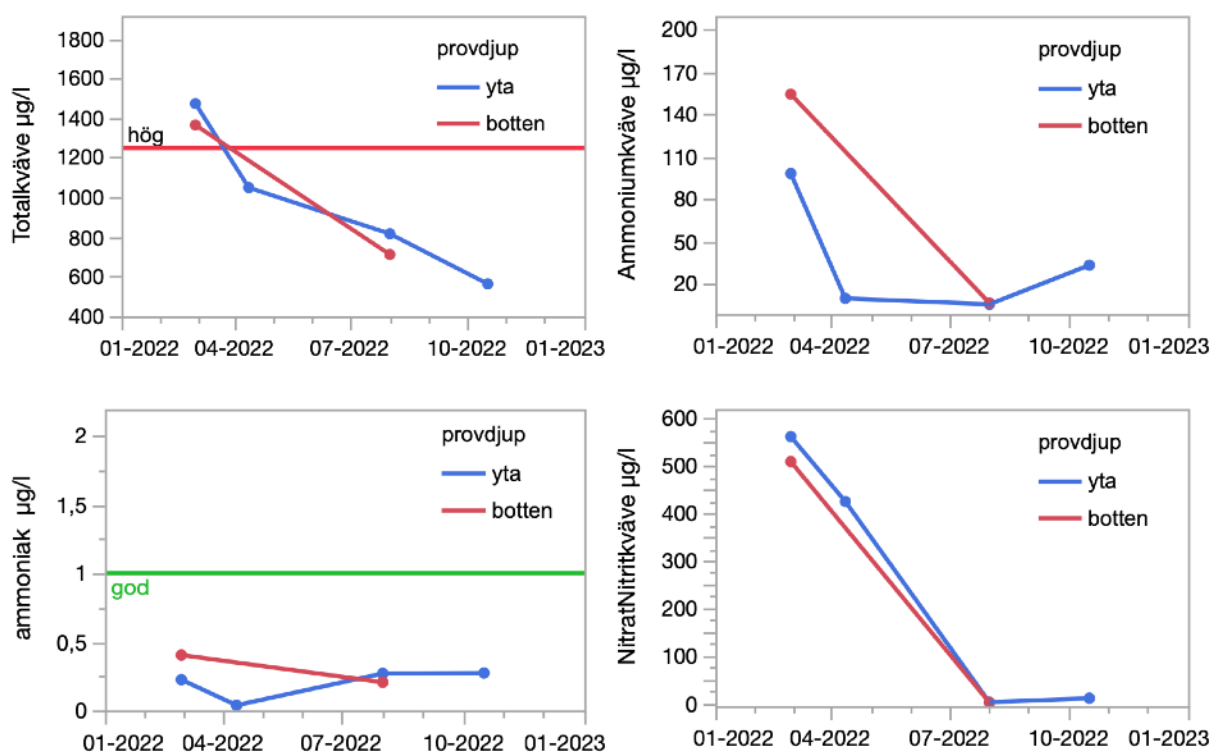
Figur 16. Total- och fosfatfosfor i Nora Träsks yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Gränsen mellan god och måttlig status har beräknats till 48 µg/l (VISS 2022) för Nora Träsk, ju högre halt desto sämre status.

I Nora Träsk var totalfosforhalterna måttliga och uppnådde inte god status i augusti. En liten förhöjning av totalfosforhalten i augusti indikerar en viss intern påverkan från bottenarna, vilket även visade sig som något förhöjd halt vid botten samt något förhöjda halter av löst fosfor (fosfatfosfor). En tydlig påverkan av dagvatten visade sig som förhöjda halter total- och fosfatfosfor i mars i samband med höga flöden från det urbana tillrinningsområdet. Under hela den undersökta perioden mars-oktober fanns tillgång till löst fosfor i Nora Träsk.

### Kväve

Både löst kväve av olika former och den total kvävehalten i vattnet har analyserats i denna undersökning. Ammoniumkväve är en växttillgänglig

jonform av kväve som bildas vid nedbrytning. Även ammoniak bildas vid nedbrytning, mängden beror av temperatur och pH-värde. Nitrit- och nitratkväve är andra former av växttillgängligt löst kväve. Dessa kväveformer bildas bland annat genom oxidation av ammoniumkväve och uppträder ofta i höga halter i samband med höga flöden då ämnena frigörs från kringliggande marker. Totalkväve är det totala innehållet av löst och partikelbundet kväve i vatten. I Figur 17 visas total-, ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve i Nora Träsk's yt- och botten vatten under perioden mars-oktober 2022.

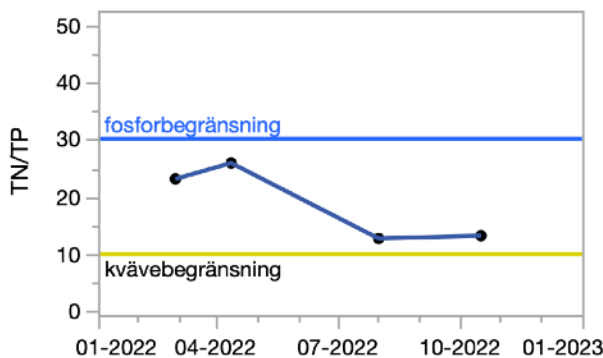


Figur 17. Total-, ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve i Nora Träsk's yt- och botten vatten under perioden mars-oktober 2022. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 1999 bedöms totalkvävehalter över 1250 µg/l som höga (Naturvårdsverket 1999). Gränsen mellan god och måttlig status för ammoniak är satt till 1,0 µg/l (Havs- och vattenmyndigheten 2019).

Totalkvävehalterna i Nora Träsk var höga i samband med höga flöden från kringliggande marker i mars, under övriga delar av den undersökta perioden april-oktober var halterna måttliga. Andelen löst kväve i form av ammonium- och nitritnitratkväve var hög i mars medan halterna var låga under perioden april-oktober då växtsamhällena i Nora Träsk tog upp det mesta av det lösta kvävet. Ammoniakhalten var generellt låg och uppnådde god status.

#### Kvoten kväve/fosfor

Genom att bedöma kvävehalter i samspel med fosforhalter får kvävehalterna i sjöar en ekologisk betydelse (Naturvårdsverket 1999). Skalan visar tillgång på kväve i relation till fosfor på sommaren och indikerar uppträdande av cyanobakterier ("blågröna alger") och kvävefixerande cyanobakterier. I Figur 18 visas kväve/fosforkvoten under mars-oktober 2022.

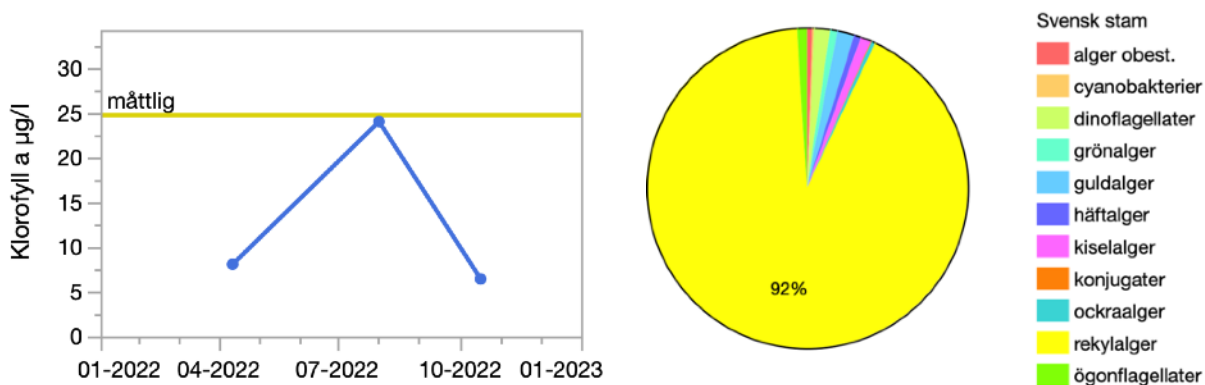


Figur 18. Kväve/fosforkvoten i ytvattnet i Nora Träsk under mars-oktober 2022. Tydlig fosforbegränsning förekommer vid kvoter >30 medan kvoter <10 indikerar kvävebegränsade förhållanden och massförekomst av cyanobakterier (Naturvårdsverket 1999).

Kväve/fosforkvoten i Nora Träsk indikerar en sambegränsning mellan fosfor och kväve under hela den undersökta perioden mars-oktober. Kvotförhållandet indikerar inte förutsättningar för massförekomst av cyanobakterier i Nora Träsk.

## Växtplankton

Förändringar i vattnets näringsstatus återspeglas snabbt i växtplanktons biomassa och artsammansättning. I denna undersökning har klorofyll a (indirekt mått på mängden växtplankton) och växtplanktons artsammansättning och biomassa analyserats. I Figur 18 visas halten klorofyll a i april, augusti och oktober samt växtplanktons artsammansättning i augusti



Figur 18. Halten klorofyll a i april, augusti och oktober samt växtplanktons artsammansättning i augusti. Gränsen mellan god och måttlig status (augusti) för klorofyll a har beräknats till 25 µg/l (VISS 2022).

I Nora Träsk var halten klorofyll a låg i april och oktober medan en förhöjd halt uppmättes i augusti, 23,9 µg/l. Växtplanktonsamhället i augusti dominerades helt av rekylalger (92%). Dominerande släkte bland rekylalgerna var *Cryptomonas*. Andelen cyanobakterier var endast 0,2 % och dominerande släkte var *Planktothrix* (potentiellt toxisk men i mycket små mängder). Totalbiomassan beräknades till 2,7 mg/l i augusti, en jämförelsevis låg biomassa.

## Ekologisk status

I Tabell 2 visas den ekologiska statusen i Nora träsk 2022. För att fastställa status skall mätningar omfatta minst en treårs period. Den bedömning som utförs nedan får ses som preliminär.

Tabell 2. Ekologisk status i Nora träsk 2022.

Nora Träsk	Måttlig
<b>Biologiska</b>	
växtplankton	
<b>Fysikalisk-kemiska</b>	
siktdjup	
näringsämnen	
syrgas	
SFÄ (ammoniak)	

Kvalitetsfaktorn växtplankton är en sammanvägd bedömning av klorofyll a, totalbiomassa och växtplanktons artsammansättning (PTI). Samtliga delparametrar bedömdes till god eller hög status, den sammanvägda bedömningen var god status. De fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna bedömdes till otillfredsställande status. Siktdjupet var i medeltal 2,0 m under perioden maj-november (måttlig status). Halten totalfosfor, som bedömer kvalitetsfaktorn näringsämnen, uppmättes till  $59 \mu\text{g/l}$  (geometriskt årsmedelvärde) och bedömdes till måttlig status. Syrgashaltens minimivärde för 2022 uppmättes till 2,8 mg/l vilket bedömdes till otillfredsställande status och ammoniak, som är ett av de ämnen som faller inom särskilt förorenande ämnen (SFÄ) bedömdes uppnå god status. Den sammanvägda statusen för Nora träsk bedömdes preliminärt till **måttlig ekologisk status**.



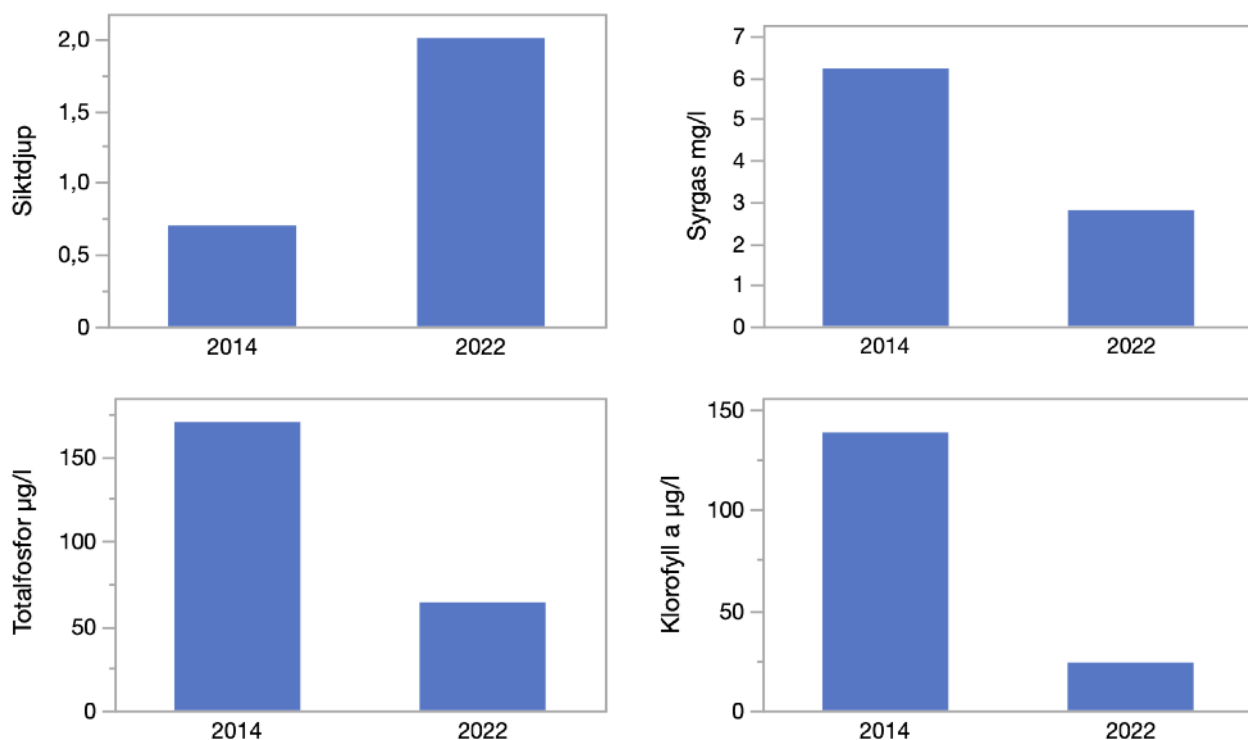
Trådalger vid ytan i Nora träsk i augusti 2022

I Nora träsk kan vattenkvaliteten förändras snabbt under perioder med höga flöden. Omsättningstiden för sjöns vattenmassa är i genomsnitt ca 7 dagar och i samband med höga flöden kan omsättningstiden understiga ett dygn. Nora träsk är näringsrik och trots det ringa djupet var syrgashalten låg vid bottenarna i augusti. Typiskt för näringsrika vatten är massförekomst av trådalger som visas i bilden till vänster.



## Jämförelser med tidigare undersökningar

I Figur 19 jämförs 2022-års undersökning med en undersökning utförd 2014 (Holmborn 2014).



Figur 19. En jämförelse mellan undersökningar 2014 och 2022 i Nora träsk. Jämförelsen omfattar siktdjup, totalfosforhalt och halten klorofyll a i ytvattnet i augusti. Syrgashalten är minimihalten av syrgas vid bottnarna i augusti.

Vid undersökningen 2014 var siktdjupet litet och halterna totalfosfor och klorofyll a mycket höga, en tydlig växtplanktonblomning pågick vid provtagningstillfället. Vid provtagningen i augusti 2022 var växtplanktonblomningen inte alls lika omfattande, siktdjupet var betydligt större och halterna totalfosfor och klorofyll a betydligt lägre.

## Ösbysjön

Även Ösbysjön är en grund och näringsrik sjö vars tillrinningsområde domineras av vägar, bebyggelse, skogsmarker, hagmarker och en våtmark. I det lilla tillrinningsområdet finns även en hästgård. Sjön är en populär badsjö och två platser för bad finns i sjöns norra och södra del. Sjöns västra strand kantas av vassar medan sjön östra strand till stor del kantas av skog. Vassarnas utbredningsområden tycks likartade vid en jämförelse mellan ca 1960 och 2020, se Figur 20.

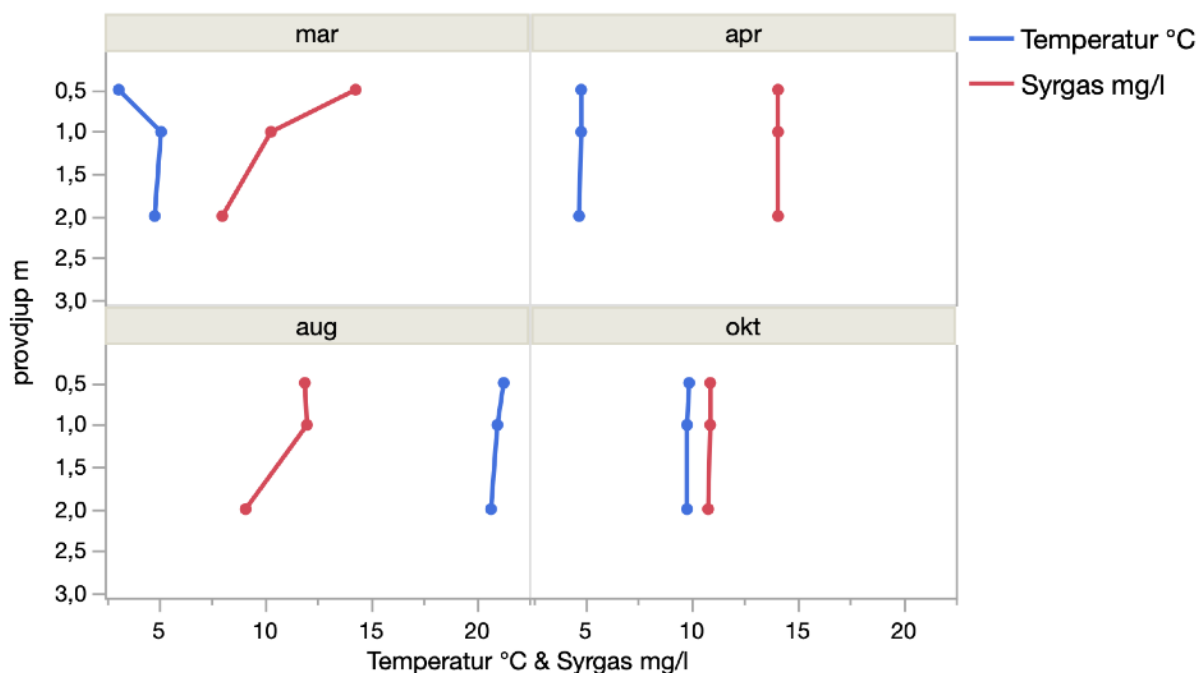


Figur 20. Ösbysjön ca 1960 och 2020.

Enligt SMHI (SMHI 2022) är Ösbysjöns areal 7 ha, största djup 4,1 m och medeldjupet 1,7 m, volymen har beräknats till 120 000 m<sup>3</sup>. Vid mätningar av djupet i samband med vattenprovtagning, sedimentprovtagning och provfiske var det största påträffade djupet 2,4 m. Medeldjupet uppskattade till ca 1,5 m. Med hjälp av flygbilder beräknades Ösbysjöns areal (endast sjöns vattenspegel) till 39400 m<sup>2</sup> vilket betyder en volym på ca 59000 m<sup>3</sup>, alltså endast hälften av den volym som beräknats av SMHI. Ekebysjöns tillrinning är till största delen diffus men det finns grundvattentillflöden och vatten från hästgården leds ner i en damm som avbördar till Ösbysjön. Enligt uppgifter från kommunen finns inga dagvattentillflöden. Troligen sker det mesta av den diffusa tillrinning från sjöns absoluta närområde, skogsområden, hagmarker och våtmark. Genom en arealproportionerlig omräkning från modellerade vattenflöden i området (SMHI 2022) och ett beräknad tillflödesområde på ca 30 000 m<sup>2</sup> beräknades det totala tillflödet till sjön till ca 30 000 m<sup>3</sup> per år. Dessa beräkningar tyder på att sjöns vattenmassa har en omsättningstid på ca 2 år, en lång omsättningstid. Den största omsättningen sker inte genom in- och utflöde utan troligen mellan inflöde och avdunstning.

## Temperatur och syrgas

Vattnets syrgashalt styrs främst av balansen mellan syreproducerande (fotosyntetiserande) och syreförbrukande processer (cellandning) i vattnet. Temperatur- och syrgasprofiler i Ösbysjön i mars, april, augusti och oktober visas i Figur 21.

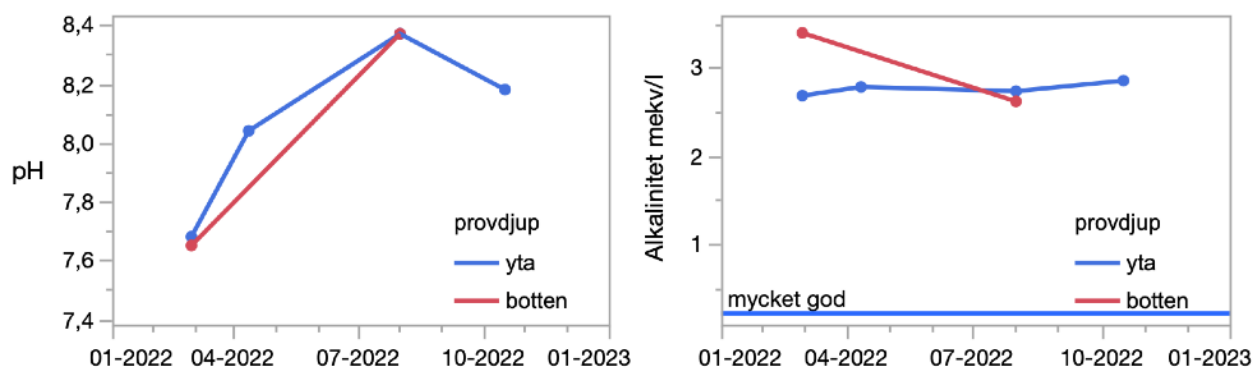


Figur 21. Temperatur- och syrgasprofiler i Ösbysjön i mars, april, augusti och oktober 2022

Ösbysjöns vattenmassa var omblandad under hela den isfria perioden april-oktober 2022. Vid provtagningen i mars, då isen låg, uppmättes en omvänd skiktning med något lägre halter syrgas vid bottarna.

## pH och alkalinitet

pH-värdet är ett mått på vattnets innehåll av vätejoner eller dess surhetsgrad och alkaliniteten är ett mått på vattnets förmåga att neutralisera syror, det vill säga förmågan att tåla tillskott av vätejoner utan att reagera med en pH-sänkning. I Figur 22 visas pH-värden och alkaliniteten i Ösbysjöns yt- och bottenvatten 2022.

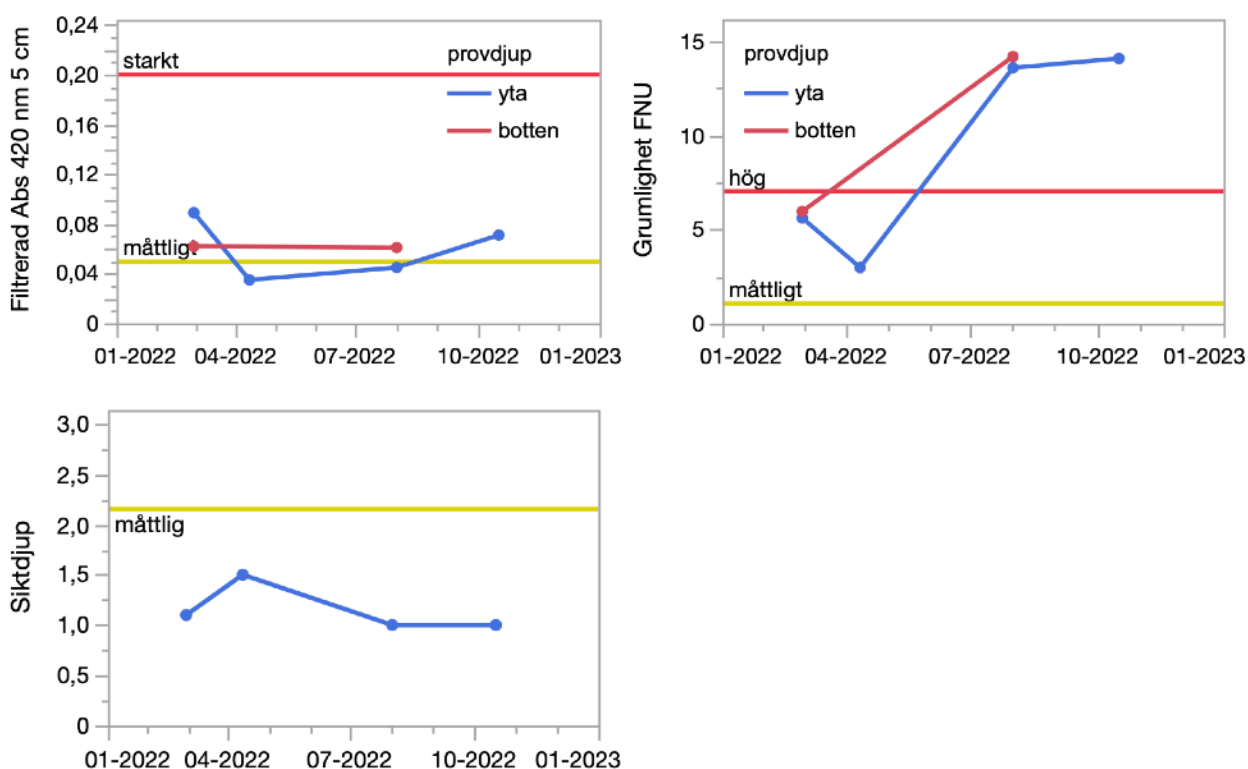


Figur 22. pH-värde och alkalinitet i Ösbysjöns yt- och bottenvatten 2022. Gränsen för mycket god buffertförmåga mot försurade ämnen är satt till 0,2 mekv/l (Naturvårdsverket 1999).

pH-värdet varierade mellan 7,6 och 8,4 under perioden mars-oktober, skillnaden mellan yt- och bottenvatten var liten. De högsta pH-värdena uppmättes i augusti i samband med hög växtplanktonproduktion. Alkaliniteten var mycket hög under hela den undersökta perioden. Ösbysjön har inga problem med försurning.

### Ljusförhållanden

Ljusförhållanden är ett mått på vattnets optiska egenskaper och dess innehåll av organiskt material i olika form. Variabeln grumlighet eller turbiditet kvantifierar mängden partiklar i vattnet och anges vanligen i enheten FNU (formazine nephelometric units). Vattenfärgen eller vattnets absorbans är ett mått på mängden humusämnen i vattnet (brunfärgat vatten). Mätning av siktdjup har gammal tradition inom limnologin och sammanfattar påverkan av både grumlighet och vattenfärg. I Figur 23 visas grumlighet, vattenfärg och siktdjup i Ösbysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.



Figur 23. Grumlighet, vattenfärg och siktdjup i Ösbysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Gränsen för måttligt och starkt färgat vatten har satts till 0,05 respektive 0,20 mätt vid 420 nm och 5 cm kyvett (Naturvårdsverket 1999). Gränsen för måttlig och hög grumlighet är 1,0 respektive 7,0 FNU (Naturvårdsverket 1999). Gränsen mellan god och måttlig status har beräknats till 2,2 m (VISS 2022) för Ösbysjön, ju mindre siktdjup desto sämre status.

Ösbysjöns vatten var på gränsen mellan svagt och måttligt färgat. Den högsta vattenfärgen uppmättes i mars då påverkan från kringliggande marker i form av höga flöden var som störst. Grumligheten var mycket hög i augusti och oktober i samband med hög växtplanktonproduktion och fysisk påverkan från sjöns fiskbestånd (se provfiske). Skillnaden mellan yt- och bottenvatten för vattenfärg och grumlighet var liten. Det måttligt färgade och mycket grumliga vattnet visade sig som ett litet siktdjup, vilket inte uppnådde god status.

## Näringsämnen

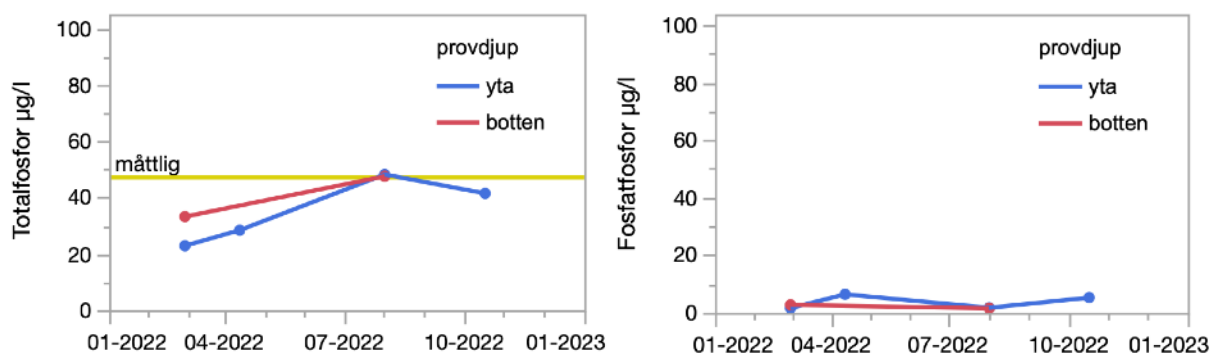
I sjöar och vattendrag reglerar näringsämnena fosfor och kväve växtsamhällets utveckling. Som regel begränsas primärproduktionen av fosfor. Fosfor och kväve förekommer som närsalter (lösta i vattnet) eller bundet till organiskt material, exempelvis alger och humusämnen eller lerpartiklar.

### Fosfor

I denna undersökning har både löst fosfor (fosfatfosfor) och totalhalt mätts. Fosfatfosfor är en oorganisk, löst form av fosfor som är direkt tillgänglig för upptag i växter och alger. Totalfosfor beskriver vattnets totala fosforinnehåll, det vill säga summan av fosfatfosfor och organiskt och



oorganiskt bunden fosfor. I Figur 24 visas total- och fosfatfosfor i Ösbysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.

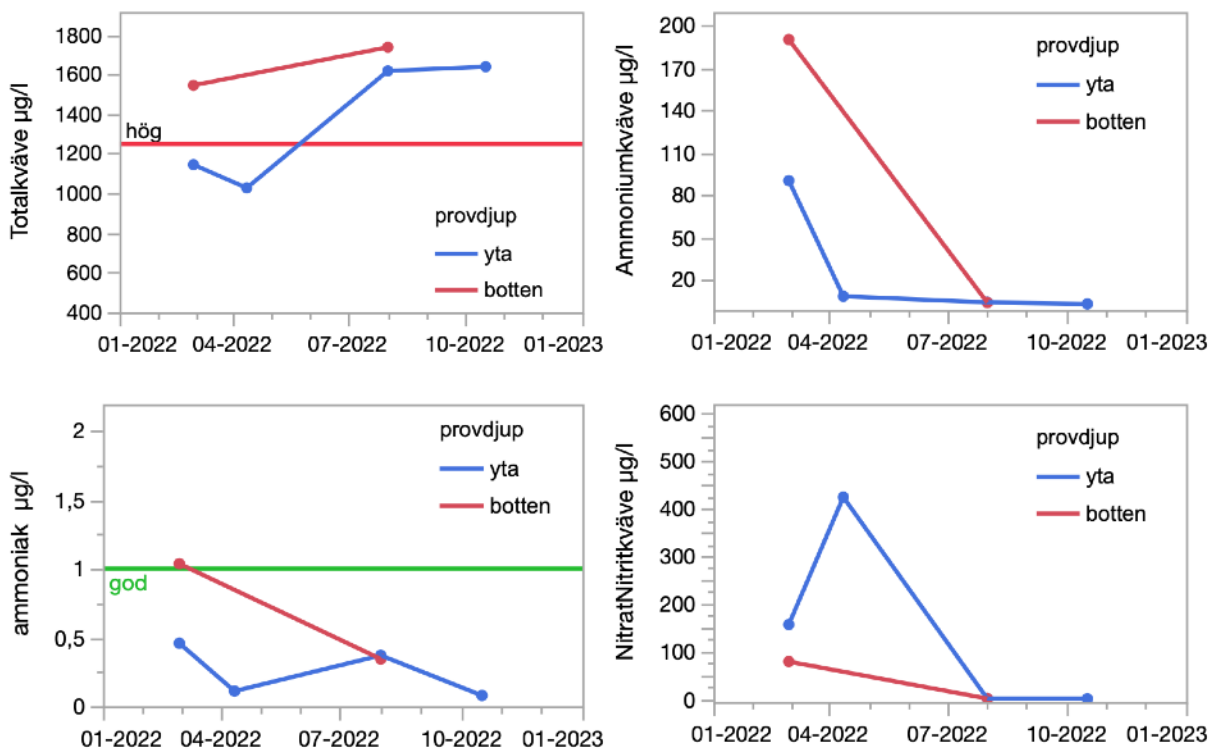


Figur 24. Total- och fosfatfosfor i Ösbysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Gränsen mellan god och måttlig status har beräknats till 47 µg/l (VISS 2022) för Ösbysjön, ju högre halt desto sämre status.

I Ösbysjön var totalfosforhalterna låga under vinter, vår och höst. De högsta halterna uppmättes i augusti och indikerar en viss intern påverkan från bottenarna. Skillnaden mellan yt- och bottenvatten var liten. Under hela den undersökta perioden mars-oktober var halterna löst fosfor låga vilket indikerar att sjöns växtsamhällen tog upp löst fosfor och att tillförseln under vintern (mars) var liten. En liten tillgång till löst fosfor fanns dock i april och oktober.

### Kväve

Både löst kväve av olika former och den total kvävehalten i vattnet har analyserats i denna undersökning. Ammoniumkväve är en växttillgänglig jonform av kväve som bildas vid nedbrytning. Även ammoniak bildas vid nedbrytning, mängden beror av temperatur och pH-värde. Nitrit- och nitratkväve är andra former av växttillgängligt löst kväve. Dessa kväveformer bildas bland annat genom oxidation av ammoniumkväve och uppträder ofta i höga halter i samband med höga flöden då ämnena frigörs från kringliggande marker. Totalkväve är det totala innehållet av löst och partikelbundet kväve i vatten. I Figur 25 visas total-, ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve i Ösbysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022.

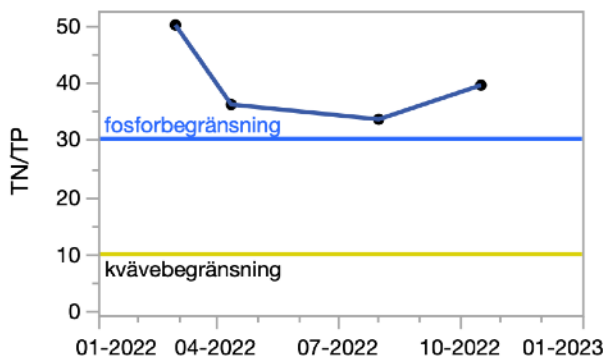


Figur 25. Total-, ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve i Ösbysjöns yt- och bottenvatten under perioden mars-oktober 2022. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 1999 bedöms totalkvävehalter över 1250 µg/l som höga (Naturvårdsverket 1999). Gränsen mellan god och måttlig status för ammoniak är satt till 1,0 µg/l (Havs- och vattenmyndigheten 2019).

Totalkvävehalterna i Ösbysjön var höga i augusti och oktober medan halterna var måttliga i mars och april. Mängderna löst kväve i form av ammonium-, ammoniak- och nitritnitratkväve var förhöjda i mars och april då tillförseln från kringliggande marker var som störst. De förhöjda halter ammoniumkväve som uppmättes i bottenvattnet i mars beror på nedbrytningsprocesser i sjöns sediment. Ammoniak uppnådde god status på årsmedelbasis, i mars överskreds dock gränsvärdet för god status i sjöns bottenvatten.

#### *Kvoten kväve/fosfor*

Genom att bedöma kvävehalter i samspel med fosforhalter får kvävehalterna i sjöar en ekologisk betydelse (Naturvårdsverket 1999). Skalan visar tillgång på kväve i relation till fosfor på sommaren och indikerar uppträdande av cyanobakterier ("blågröna alger") och kvävefixerande cyanobakterier. I Figur 26 visas kväve/fosforkvoten under mars-oktober 2022.



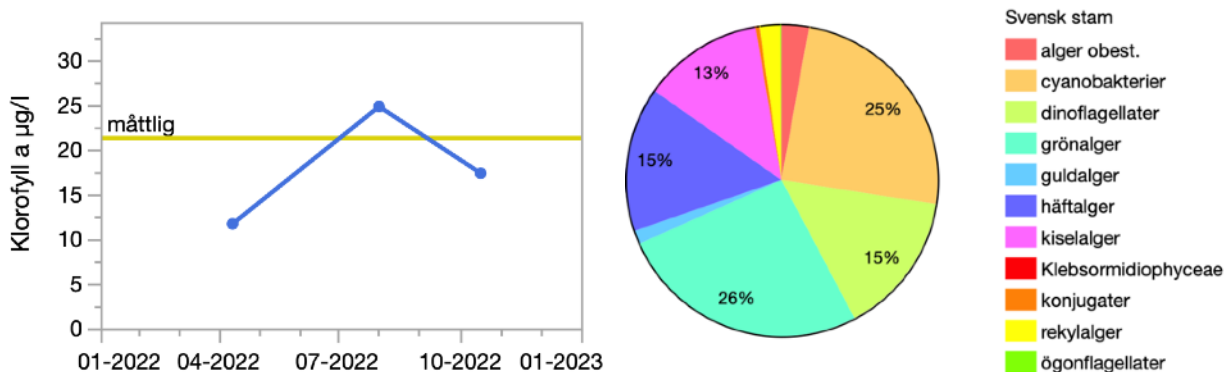
Figur 26. Kväve/fosforkvoten i ytvattnet i Ösbysjön under mars-oktober 2022. Tydlig fosforbegränsning förekommer vid kvoter >30 medan kvoter <10 indikerar kvävebegränsade förhållanden och massförekomst av cyanobakterier (Naturvårdsverket 1999).

Kväve/fosforkvoten i Ösbysjön indikerar fosforbegränsade förhållanden under hela den undersökta perioden mars-oktober 2022. Kvotförhållandet indikerar inte förutsättningar för massförekomst av cyanobakterier i Ösbysjön.

Trots den höga kväve/fosfor kvoten som indikerar att fosfor begränsar planktontillväxten i Ösbysjön fanns tillgång till löst fosfor vid provtagningen i oktober samtidigt som det lösta kvävet var slut. Troligen sker kontinuerligt en återföring av löst fosfor från sjöns sediment i samband med nedbrytningsprocesser under sommaren vilket tidvis medför att kväve begränsar tillväxten och på så sätt ger de kvävefixerande cyanobakterierna en konkurrensfördel (se växtplankton nedan).

## Växtplankton

Förändringar i vattnets näringsstatus återspeglas snabbt i växtplanktons biomassa och artsammansättning. I denna undersökning har klorofyll a (indirekt mått på mängden växtplankton) och växtplanktons artsammansättning och biomassa analyserats. I Figur 27 visas halten klorofyll a i april, augusti och oktober samt växtplanktons artsammansättning i augusti.



Figur 27. Halten klorofyll a i april, augusti och oktober samt växtplanktons artsammansättning i augusti. Gränsen mellan god och måttlig status (augusti) för klorofyll a har beräknats till 22 µg/l (VISS 2022).

I Ösbysjön var halten klorofyll a måttlig i augusti och uppmättes till 24,7  $\mu\text{g/l}$ . Växtplanktonsamhället i augusti var diverst och dominerades av grönalger (26%) följt av cyanobakterier, dinoflagellater, häftalger och kiselsalger. Dominerande art bland grönalgerna var *Stauridium tetras*. Andelen cyanobakterier var 25% och dominerande klass var *Cyanophyceae* där släktena *Aphanocapsa* (ej toxisk) och *Planktolyngbya* (ej toxisk) dominerade. Totalbiomassan beräknades till 4,2 mg/l i augusti, en jämförelsevis hög biomassa (Havs- och vattenmyndigheten 2019).

## Ekologisk status

I Tabell 3 visas den ekologiska statusen i Ösbysjön 2022. För att fastställa status skall mätningar omfatta minst en treårs period. Den bedömning som utförs nedan får ses som preliminär.

Tabell 3. Ekologisk status i Ösbysjön 2022.

Nora träsk	Otillfredsställande
<b>Biologiska</b>	
växtplankton	
Fisk	Går ej att bedöma
<b>Fysikalisk-kemiska</b>	
siktdjup	
näringsämnen	
syrgas	
SFÄ (ammoniak)	

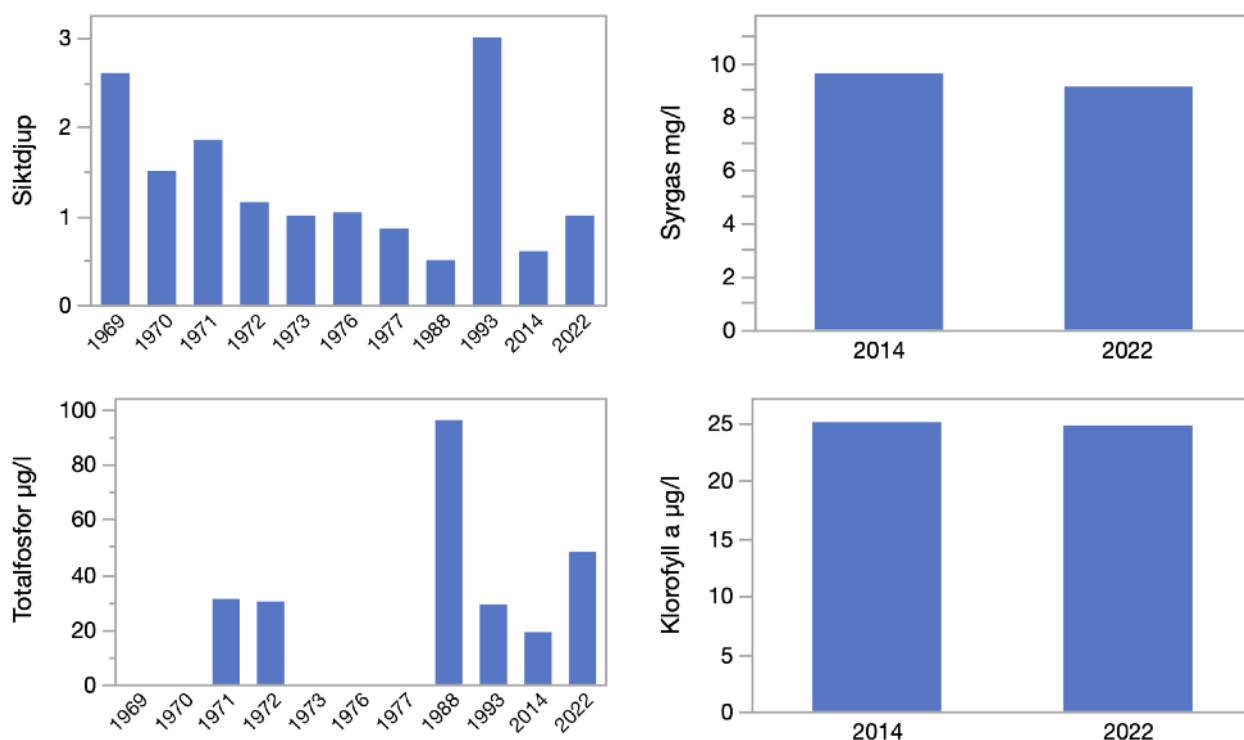
Kvalitetsfaktorn växtplankton är en sammanvägd bedömning av klorofyll a, totalbiomassa och växtplanktons artsammansättning (PTI). Samtliga delparametrar bedömdes till otillfredsställande status, den sammanvägda bedömningen var otillfredsställande status. De fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna bedömdes till dålig status. Siktdjupet var i medeltal 1,0 m under perioden maj-november (dålig status). Halten totalfosfor, som bedömer kvalitetsfaktorn näringsämnen, uppmättes till 36  $\mu\text{g/l}$  (geometriskt årsmedelvärde) och bedömdes till god status. Syrgashaltens minimivärde för 2022 uppmättes till 9,1 mg/l vilket bedömdes till hög status och ammoniak, som är ett av de ämnen som faller inom särskilt förorenande ämnen (SFÄ) bedömdes uppnå god status. Den sammanvägda statusen för Ösbysjön bedömdes till **otillfredsställande ekologisk status**.

Ösbysjöns vattenmassa domineras helt av höga halter växtplankton och resuspenderat material från sjöns mycket lösa sediment, siktdjupet var mycket litet under hela den undersökt perioden februari-april 2022. Trots ett grumligt vatten var halten totalfosfor måttlig eller låg 2022. Mycket tyder på att det grumliga vattnet till största delen beror på resuspension

från de lösa sedimenten. Den höga halten klorofyll a regleras troligen av de dåliga ljusförhållandena i Ösbysjön. Växtplanktons innehåll av klorofyll a ökar vid dåliga ljusförhållanden. Totalbiomassan av växtplankton var likartade i den jämförelsevis klara Ekebysjön medan halten klorofyll a var tre gånger så hög i Ösbysjön jämfört med den i Ekebysjön.

### Jämförelser med tidigare undersökningar

I Figur 28 jämförs 2022-års undersökning med undersökningar från perioden 1969-1993 (IVL publikationer) och 2014 (Holmborn 2014).



Figur 28. En jämförelse mellan undersökningar 2014 och 2022 i Ösbysjön. Jämförelsen omfattar siktdjup, totalfosforhalt och halten klorofyll a i ytvattnet i augusti. Vid jämförelsen av syrgashalt användes minimihalten av syrgas vid botten i augusti.

Siktdjupet har varierat under den 50-års period som mätningar finns noterade. I slutet av 60-talet dominerade vattenväxter och siktdjupet var stort. I början av 1970-talet skedde en inplantering av karp, vattenväxterna försvann och siktdjupet minskade. I början av 1990-talet hade de flesta av karporna försvunnit då syresituationen under vintrarna försämrats och fisken dött, Ösbysjön var åter en sjö dominerad av vattenväxter (Kautsky 1998) med stort siktdjup (1993). Karp planterades åter ut och på senare år har vattenväxterna försvunnit och siktdjupet minskat (2014 och 2022). I den grunda sjön saknas skiktning och syrgashalten var god både 2014 och 2022. Totalfosforhalten var mycket hög 1988 men har under övriga mätillfällen varierat mellan ca 30-40 µg/l, en måttlig halt. Halten klorofyll a var hög både 2014 och 2022. På grund av tillförsel av näringsämnen från kringliggande marker har Ösbysjön förändrats från en naturligt måttligt



näringsrik sjö till en övergödd sjö med växtplanktonblomningar och mycket grumligt vatten. Inplanteringen av karp är troligen den största orsaken till det grumliga vattnet.

### Provfiske

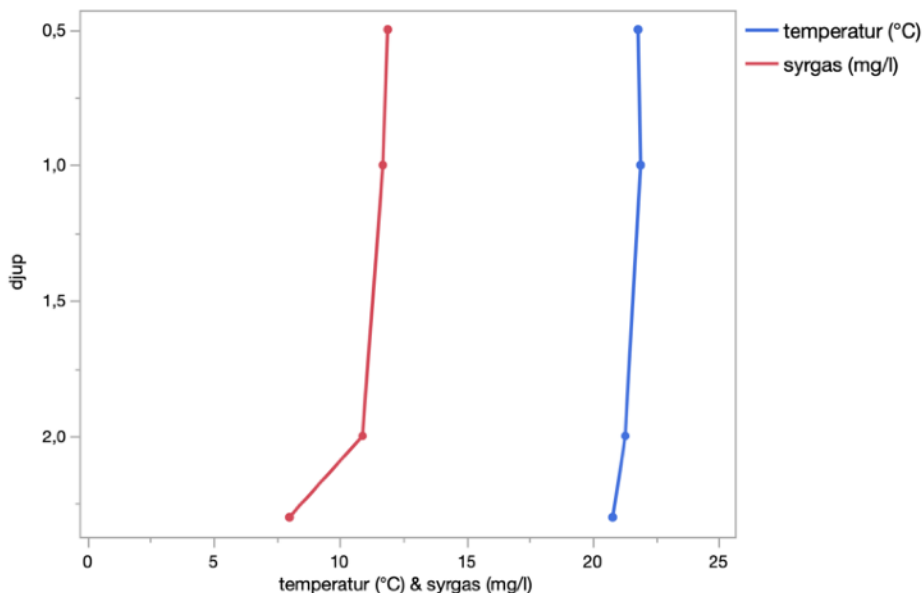
Nätens placering vid provfisket i Ösbysjön 2022 visas i Figur 29. Punkten är startpunkt för nätet och pilen den riktning nätet lades. Samtliga fångster redovisas i bilaga 1 (separat Excel fil).



Figur 29. Nätpositioner vid provfisket i Ösbysjön 2022. Nät nr 1-4 provfiskenet "Norden 12" och nät nr 5 "braxennät" maskstorlek 65 mm.

### *Temperatur- och syrgasprofiler*

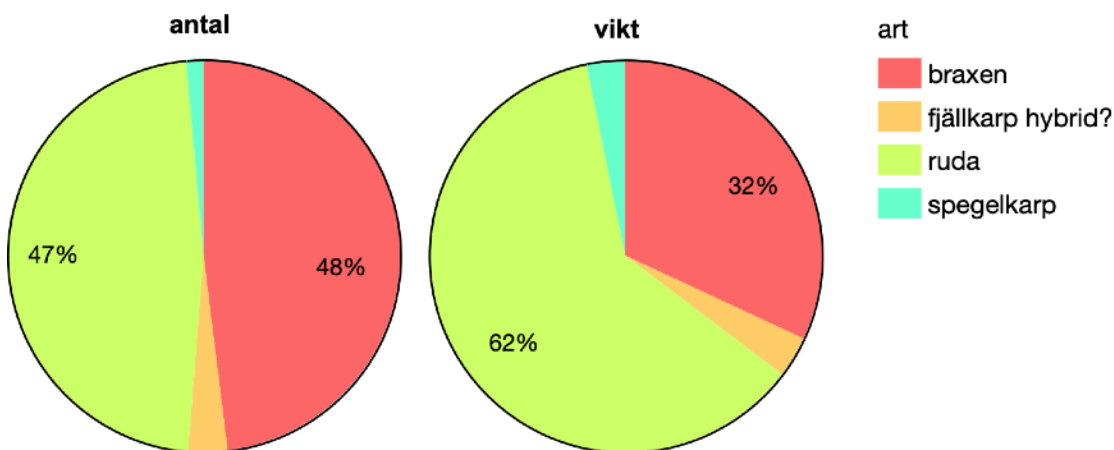
Ösbysjön provfiskades den 14-15 juli 2022. Lufttemperaturen vid nätens läggning var ca 15°C och vid upptaget knappt 14°C. Vädret var växlande och vinden svag. Temperaturen i ytvattnet var 21,8 °C och syrgashalten varierade mellan 11,9 mg/l vid ytan och 8,0 mg/l vid 2,3m djup i en omblandad vattenmassa. I Figur 30 beskrivs temperatur- och syrgasförhållandena i Ösbysjön. Siktdjupet vid provfisketillfället uppmättes till 0,45 m, ett mycket litet siktdjup.



Figur 30. Temperatur- och syrgasprofil i Ösbysjön den 14 juli 2022.

### Arter och artsammansättning

Vid provfisket i Ösbysjön fångades totalt 3 olika arter: braxen, ruda och karp. De fångades två olika odlingsformer av karp spegelkarp med stora fjäll och fjällkarp. Några av fjällkarparna saknade helt skäggtömmar vilka möjligen kan vara hybrider mellan karp och ruda. I Figur 31 visas den andel i antal och vikt som respektive art upptog av den totala fångsten. Fördelningen mellan braxen och ruda var jämn antalsmässigt medan rudan, som var mer storväxt, dominerade storleksmässigt.



Figur 31. Artsammansättning i antal och vikt vid provfisket i Ösbysjön augusti 2022.

### Totalfångst per nätansträngning

Totalt fångades 281 fiskar som tillsammans vägde 14 kg i de 4 näten. Detta ger en medelfångst per ansträngning om 70 fiskar eller 3,5 kg. I tabell 4 visas en sammanfattning av resultatet vid provfisket i Ösbysjön 2022. Vid provfisket lades även 2 nät med den grova maskstorleken 65mm för att se om det fanns någon stor fisk i Ösbysjön, dessa nät var tomma.

Tabell 4. Resultaten av provfisket i Ösbysjön 2022.

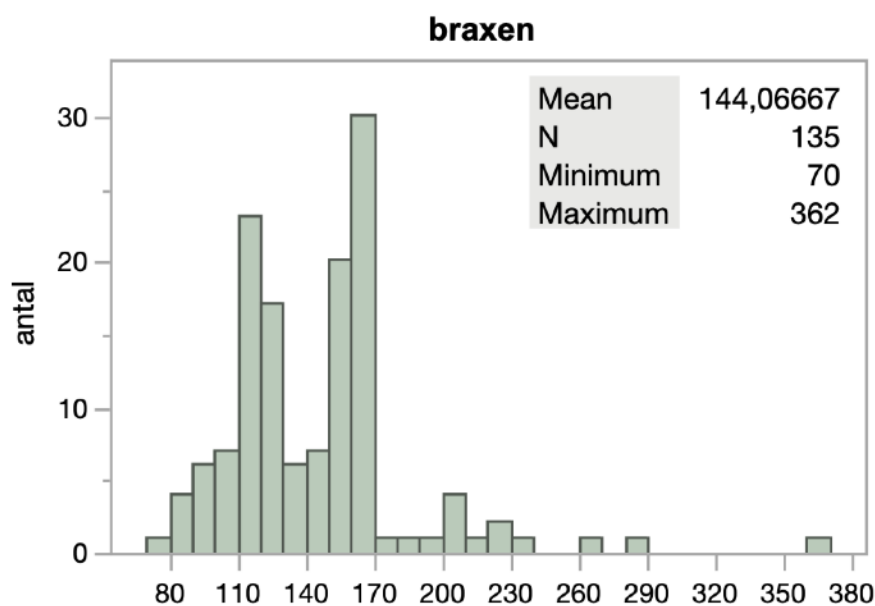
Ösbysjön				
Fångst/ansträngning				
art	antal	vikt (g)	antal	vikt (g)
braxen	135	4 422	34	1 106
fjällkarp hybrid?	9	466	2	117
ruda	133	8 514	33	2 129
spegelkarp	4	440	1	110
<b>Totalt</b>	<b>281</b>	<b>13 842</b>	<b>70</b>	<b>3 461</b>

### Fiskens längdfördelning

I detta avsnitt kommenteras de fångade arternas längdfördelningar.

#### Braxen

Braxens längdfördelning visade på två starka årsklasser vid 110-120 mm och 150-160 mm, se Figur 32. Braxens tillväxt är mycket varierande beroende av födotillgång. I Ösbysjön fångades enstaka fiskar >20 cm vilket indikerar hög konkurrens och dålig tillväxt eller återkommande fiskdöd i samband med långa och kalla vintrar då syretillgången blir begränsad.

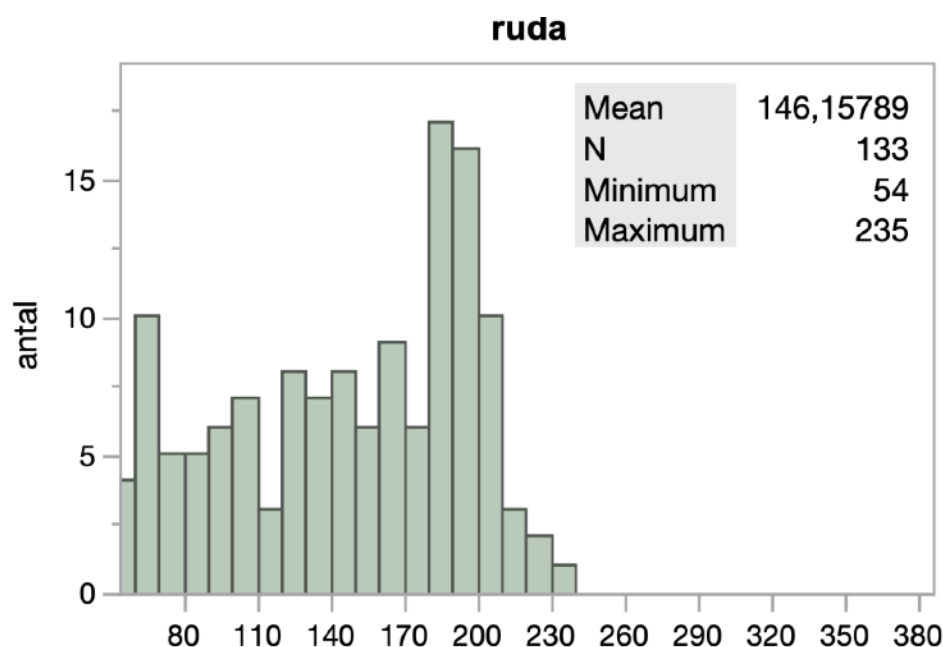


Figur 32. Braxens längdfördelning vid provfisket i Ösbysjön 2022.

#### Ruda

Rudans storleksfördelning var jämnt fördelad mellan ca 50-180 mm, se Figur 33. En stark storleksklass visades vid 190-200 mm, troligen en lyc-

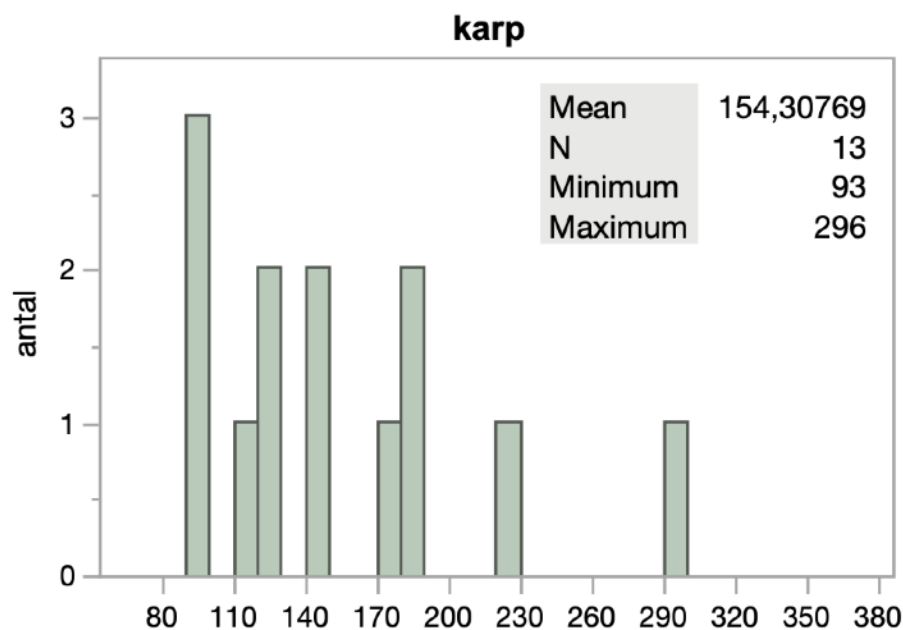
kad reproduktion. Rudans tillväxt är oftast långsam och regleras av näringsförhållanden. Rudans storleksfördelning visade på ett talrikt men småvuxet bestånd, troligen beroende av inomartskonkurrens och konkurrens med ett talrikt braxenbestånd. I Ösbysjön har Rudan antagit en form typisk för dammruda. Då rovfisk saknas får rudan en mer långsmal form, i sjöar där rovfisk som gädda är vanlig blir rudan mer lik en braxen till formen.



Figur 33. Rudans längdfördelning vid provfisket i Ösbysjön 2022.

### *Karp*

Vid provfisket i Ösbysjön fångades karpar av olika odlingsformer, spegelkarp och fjällkarp. I Figur 34 visas båda formernas storleksfördelning i samma figur. Även om karpen enligt litteraturen (SLU artdatabanken 2022) sällan fortplantar sig i Sverige tyder fångsten av karp i Ösbysjön på ett antal generationer. Det finns information om fortplantning av karp i Stockholmsområdet (Fiskbasen 2022). Vid samtal med personal från Danderyd framkom att ett 10-tal stora karpar har observerats i sjön.



Figur 34. Karpens längdfördelning vid provfisket i Ösbysjön 2022.

### Sedimentundersökning

Sedimentprovtagningen omfattade 3 sedimentkärnor i Ösbysjön. Provtagningen planerades för att ge en representativ bild av läget i sjöns olika delar, samt nå ner tillräckligt långt i sedimenten för att få med lager som speglar den fosforhalt som kan anses permanent begravd. Provtagningsstationernas lägen framgår av Figur 35.



Figur 35. Provtagningsstationer vid sedimentundersökning av Ösbysjön



### *Analys och beräkningar*

Sedimentens olika fosforformer kan separeras och analyseras genom så kallad fosforfraktionering (Psenner m.fl. 1988). Sex olika fosforformer kvantifieras genom stegvis extrahering:

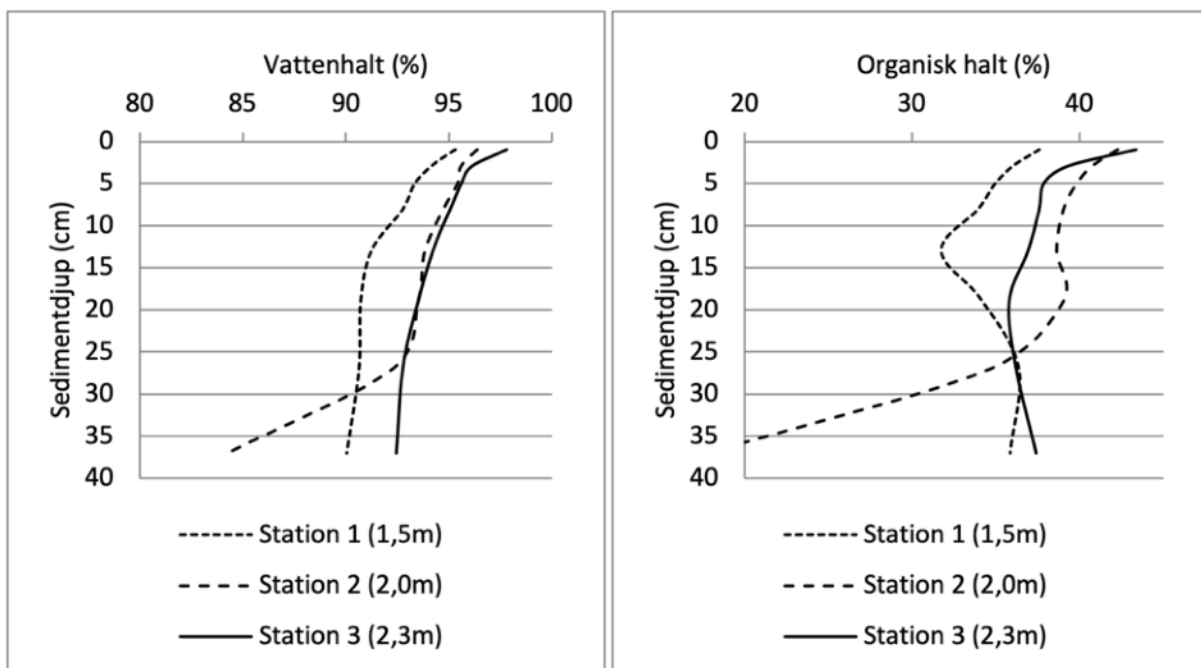
1. löst bunden fosfor ( $\text{NH}_4\text{Cl-rP}$ )
2. järnbunden fosfor ( $\text{BD-rP}$ )
3. aluminiumbunden fosfor ( $\text{NaOH-rP}$ )
4. organiskt bunden fosfor ( $\text{NaOH-nrP}$ )
5. kalciumbunden fosfor ( $\text{HCl-rP}$ )
6. residualfosfor (huvudsakligen organiska fosforformer)

## Resultat av sedimentundersökning

### *Vattenhalt och organisk andel*

Vattenhalt och glödningsförlust är två grundläggande sedimentparametrar som ofta används för att särskilja ackumulationsbottnar från erosions- och transportbottnar. En tumregel är att vattenhalten i ytsediment bör vara högre än 75 procent för att sedimentet skall anses representera en ackumulationsbotten (Håkanson and Jansson, 1983). På motsvarande sätt bör halten organiskt material (glödningsförlusten) överstiga 10 procent för att det med säkerhet skall röra sig om ackumulationsbottensediment. När kontinuerliga ackumulationsbottenförhållanden råder avklingar vatten- och organisk halt snabbt till en början, för att långsamt stabilisera sig vid en konstant lägre halt.

Vattenhalten i Ösbysjöns sediment var hög (kärna 1) till mycket hög i kärna 2 & 3 (Figur 36a). I kärna 3 är vattenhalten hela 98% i ytskiktet och är fortfarande hög (92%) 4 decimeter ner i profilen. Den kontinuerliga avklingningen med ökande sedimentdjup indikerar att ackumulationsförhållanden råder. Det gäller med undantag för station 1 där vattenhalten i det djupaste sedimentskiktet var lägre (84%). Den avvikande lägre vattenhalten indikerar ett annat, äldre material än den typ av sediment som kontinuerligt avsatts under det senaste decennierna.



Figur 36a och b. Vattenhalt och organisk halt (%) i sediment från Ösbysjön.

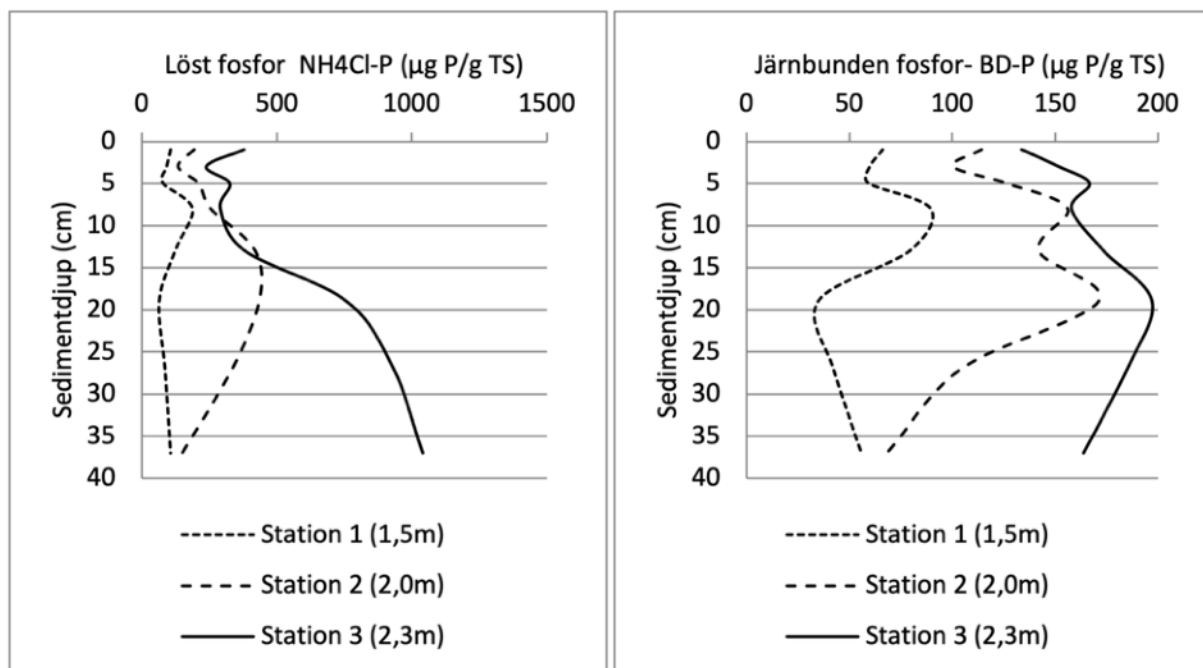
Halten av organiskt material var hög, i medeltal cirka 40 procent av torrsubstanshalten i ytsedimenten (Figur 36b). I det djupaste sedimentskiktet i station 1 har halten organiskt material nära halverats och uppgår till cirka 20 procent.

### *Oorganiska fosforformer*

Till de oorganiska fosforformerna räknas den fosfor som är löst bunden, samt den som är bunden till järn, aluminium eller kalcium. Löst bunden och järnbunden fosfor ingår i den mobila fosforpoolen, det vill säga utgör delar av den fosfor som kan frisättas från sediment till vattenmassa. Både den aluminiumbundna och den kalciumbundna fosfor betraktas som tillräckligt hårt fastlagd för att inte frisättas under sedimentdiagenesen.

Löst bunden fosfor detekterades i höga halter i kärna 1 (Figur 37a); halterna låg i medeltal på cirka  $100 \mu\text{g P/g TS}$ . Halterna var mycket höga i kärna 2 där de nådde  $400 \mu\text{g P/g TS}$  två decimeter ner i kärnan. Extremt höga halter uppmättes i kärna 3 nedre del; upp till  $1000 \mu\text{g P/g TS}$ .

Det indikerar att det finns ett stort överskott av fosfat i sedimentens porvatten även när sedimentet blir syresatt under analysens extraktionsförfarande.

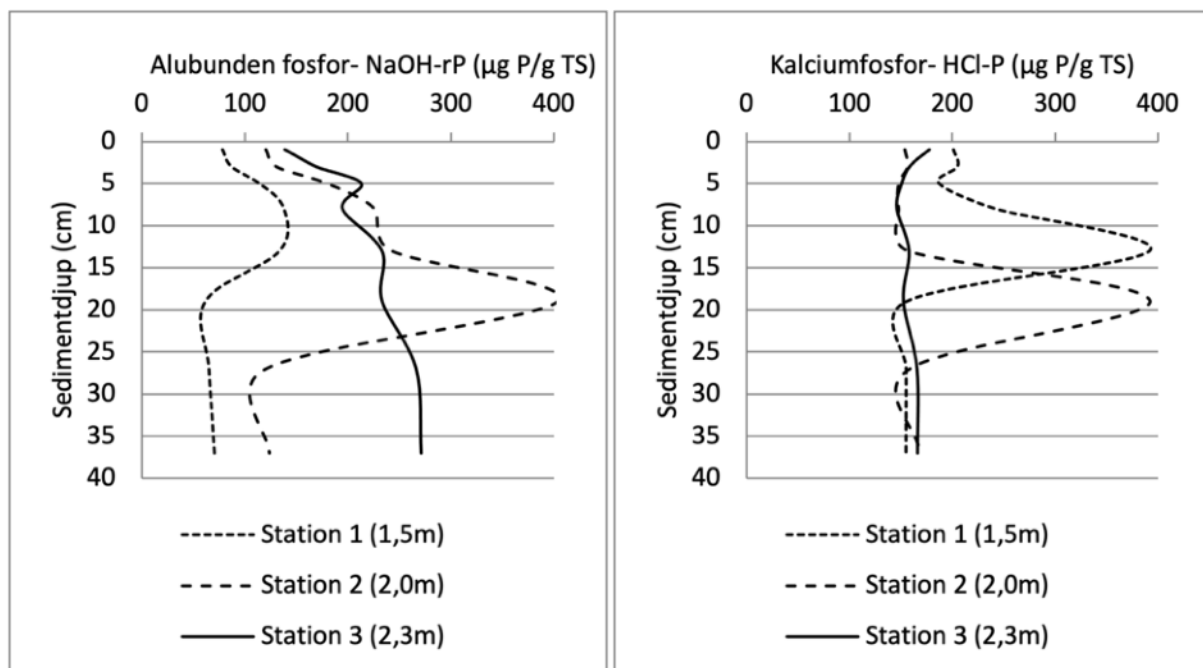


Figur 37a och b. Löst bunden fosfor och järnbunden fosfor ( $\mu\text{g P/g TS}$ ) i sediment från Ösbysjön.

**Järnbunden fosfor** ingår tillsammans med den löst bundna fosfor i den läckagebenägna oorganiska fosforpoolen. I Ösbysjön var halterna låga i de tre kärnorna, i medeltal  $100 \mu\text{g P/g TS}$  (Figur 37b). Låga halter järnbunden fosfor kan vara en följd av dåliga syreförhållanden, eftersom järn då reduceras varvid fosfor frisätts till vattenmassan.

**Aluminiumbunden fosfor** höll med något undantag halter på mellan 100 och  $200 \mu\text{g P/g TS}$  i sedimentprofilerna vilket bör spegla naturliga förhållanden (Figur 38a). Eventuellt reflekterar den förhöjda halten i kärna 2 (18-20 cm) användning av aluminiumbaserade kemikalier i avrinningsområdet.

**Kalciumbunden fosfor** håller en konstant koncentration på ca  $150 \mu\text{g P/g TS}$  (Figur 38b). En intressant ökning till  $400 \mu\text{g P/g TS}$  kan ses i kärna 1 i 12-14 cm skiktet samt i 18-20 cm skiktet (kärna 2), vilket tyder på en bildning av denna fosforform i sjön, eller en tillförsel från avrinningsområdet, för ett par decennier sedan.

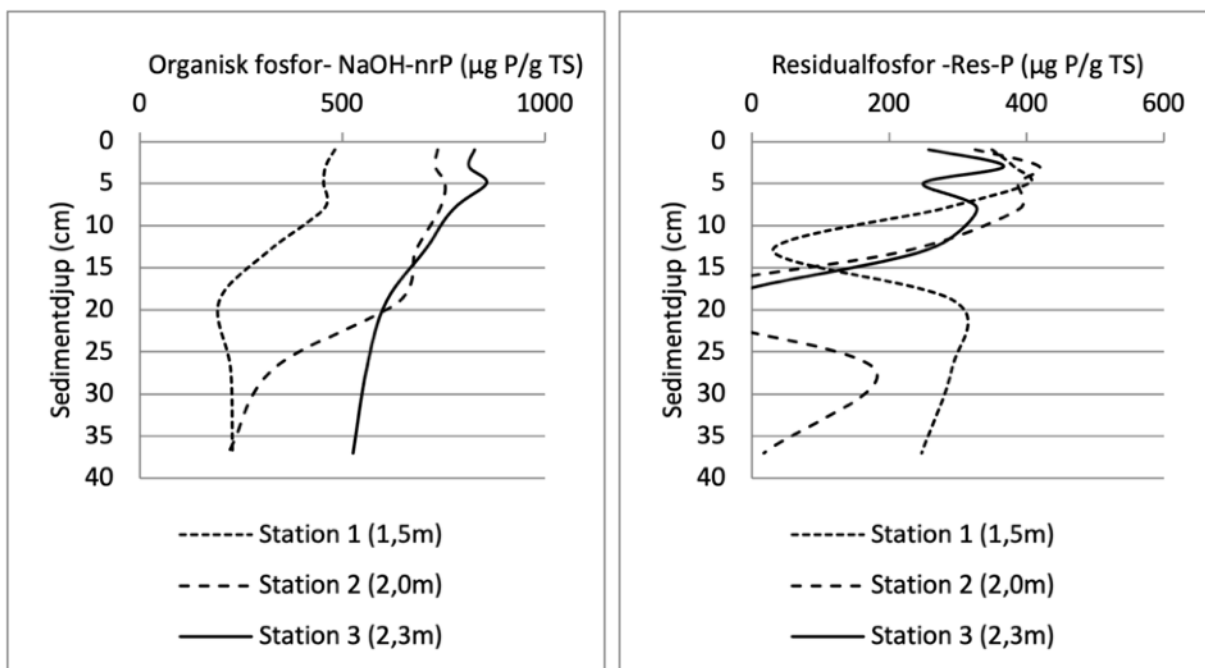


Figur 38a och b. Aluminiumbunden och kalciumbunden fosfor ( $\mu\text{g P/g TS}$ ) i sediment från Ösbysjön.

### Organiska fosforformer

Organiskt bunden fosfor extraheras vid analysen ut i fraktionen organiskt bunden fosfor (NaOH-nrP) och utgör även en del av fraktionen residualfosfor (Res-P). I den förstnämnda fraktionen återfinns vanligtvis majoriteten av den fosfor som med tiden kommer att läcka från sedimenten till vattenmassan, även om så inte är fallet med sedimenten i Ösbysjön. Halterna i ytsedimenten är höga, cirka  $800 \mu\text{g P/g TS}$ , i både station 2 och 3 (Figur 39a). Haltminskningen med ökande sedimentdjup representerar den mineralisering av organiskt bunden fosfor som kontinuerligt sker, även om minskningen nedanför 20 cm i station 2 snarare beror på att en annan typ av sediment ligger under de översta 20 cm sediment. Den organiskt bundna fosfor består av allt att döma av växtplankton och det bakteriesamhälle som bidrar till nedbrytning av det organiska materialet.

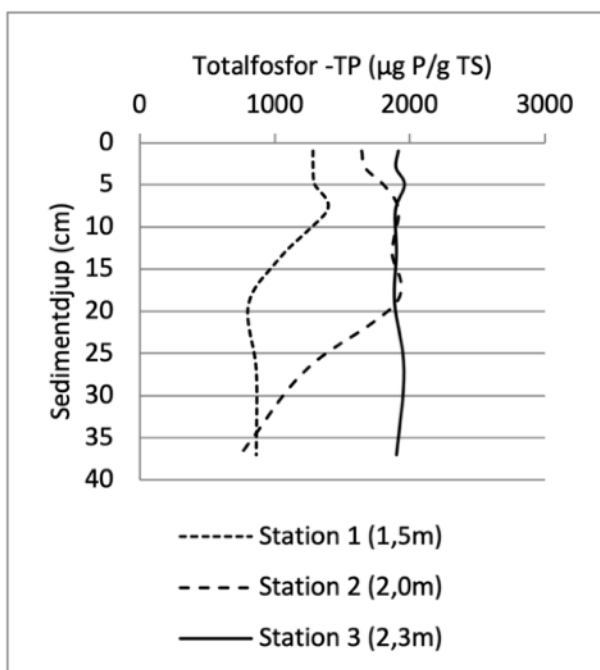
Den organiskt bundna fosfor som mäts som residualfosfor uppvisar stor haltspredning i Ösbysjöns sediment med ett medelvärde på ca  $300 \mu\text{g P/g TS}$  i de yttligare sedimentlagren (Figur 39b). De negativa värdena beror på analystekniska orsaker.



Figur 39a och b. Organiskt bunden fosfor och Residualfosfor (µg P/g TS) i sediment från Ösbysjön.

### ***Totalfosforhalt***

Totalfosforhalterna i Ösbysjöns ytsediment låg nära 2 mg P/g TS i hela profilen från Station 1 (Figur 40). Även delar av Kärna 2 når den halten även om den är lägre i ytsedimentskikten samt i djupare sedimentlager. Kärnan från Station 1 håller betydligt lägre halter och når bakgrundshalter på under 1 mg P/g TS nedanför 15 cm sedimentdjup.



Figur 40. Totalfosforhalt (µg P/g TS) i sediment från Ösbysjön.



## Diskussion

Trots den relativt lilla skillnaden i vattendjup mellan de tre stationerna, 0,8 m, är sedimenten av olika karaktär. Station 1 ackumulerar inte sediment utan redan efter ca 15 cm nås ett fastare sediment med lägre vatten- och organisk halt. Station 3 uppvisar en i det närmaste konstant totalfosforhalt, en begränsad avklingning av vatten och organisk halt, vilket tyder på en snabb ackumulering av sediment på den platsen. Station 2 utgör ett mellanling med liknande vattenhalt, organisk halt och totalfosforkoncentration i den övre delen av kärnan. Mellan 2 och 3 dm ner i profilen däremot, nås ett annat material med lägre halter.

Sjöns morfometri ser ut att bidra till en uttalad sedimentfokusering; partiklar förflyttas med hjälp av vattenrörelser och resuspension av fisk mot sjöns djupare delar. Den höga andelen organiskt material gör partiklarna mer benägna att förflyttas av små rörelser i vattenmassan.

Enligt bottenkartan från 1958 var sjöns maxdjup 4,1 m. Det största djup som nu uppmättes var 2,4 m. Av allt att döma har sediment fyllt upp djuphålan med minst 1 m sediment på 70 år. Den likartade sammansättningen på fosforinnehållet i den djupaste stationen tyder också på en snabb ackumulering av sediment där.

Det kanske mest utmärkande med Ösbysjöns sediment är den mycket höga koncentrationen av löst bunden fosfor, speciellt i station 3. Detta i kombination med måttligt höga totalfosforhalter tyder på dålig fosforbindande förmåga i sedimenten. Sedimenten är helt enkelt övermättade med fosfor. Att de extremt höga halterna löst fosfor i station 3 klingar av mot sedimentytan beror förmodligen på jämviktsprocesser mellan sediment och bottenvatten.

Eventuellt skulle en sugmuddring i sjöns djuphåla hjälpa både för att få bort fosfor och löst sediment och återfå ett vattendjup innan övergödningen.

Kompletteras muddringen med en behandling (aluminium, lantan) bör sedimenten binda fosfor igen.

## Miljögifter i sediment

I augusti 2022 togs sedimentprover i Ösbysjöns djupaste del (punkt 3 i Figur 35). Fem sedimentkärnor togs och ytsedimentet (0-5 cm) blandades till ett samlingsprov. I Tabell 4 visas resultaten av sedimentundersökningen av miljögifter i Ösbysjön. I tabellen redovisas mätresultaten och halterna bedöms enligt ett flertal kriterier. Mätningarna i Ösbysjön jämförs med bedömningsgrunder för marina sediment, gränsvärden för sediment i sjöar (SFÄ och PRIO, Havs och Vattenmyndigheten 2019) samt bedömningsgrunder för förorenad mark (Naturvårdsverket 2022a). För några av ämnena som saknar jämförelsevärden, gränsvärden eller riktvärden har vi

jämfört med Naturvattens egen databas av provtagna sediment i Stockholmstrakten (Naturvatten 2022).

För marina sediment finns jämförvärden framtagna (Jonsson 2018) där uppmätta halter jämförs med ett stort antal mätningar. Mätningarna är inte effekterelaterade utan fördelade enligt; Gränsen mellan klass 1 (Mycket låg halt) och klass 2 (Låg halt) har satts vid 5-percentilen av alla data, gränsen mellan klass 2 och klass 3 (Medelhög halt) vid 25-percentilen, gränsen mellan klass 3 och klass 4 (Hög halt) vid 75-percentilen, och gränsen mellan klass 4 och klass 5 (Mycket hög halt) vid 95-percentilen. Detta innebär att hälften av värdena faller i klass 3, som sträcker sig från 25-percentilen till 75-percentilen. Samma skala som ovan användes även då uppmätta halter jämfördes med Naturvattens databas.

Prioriterade ämnen (PRIO) är kemiska föroreningar som utgör ett särskilt miljöproblem inom EU:s ytvatten. Vissa prioriterade ämnen bedöms vara särskilt farliga. Dessa benämns prioriterade farliga ämnen och har EU-gemensamma gränsvärden.

Alla ämnen som släpps ut i vattnet i betydande mängd och som inte är utpekade som prioriterade ämnen ska klassificeras under ekologisk status som särskilda förorenande ämnen (SFÄ). Betydande mängd bedöms vara en sådan mängd av ett ämne som kan hindra att den ekologiska statusen uppfylls. Gränsvärden för dessa ämnen sätts enskilt av varje land i EU.

Naturvårdsverket har tagit fram bedömningsgrunder för förorenad mark och riktvärden för ett stort antal ämnen som bedöms som miljöfarliga (Naturvårdsverket 2022a). Riktvärdena bedöms antingen som MKM (mindre känslig markanvändning) eller som KM (känslig markanvändning). I denna rapport jämförs uppmätta halter med riktvärden för känslig markanvändning (bostadsområden, lekplatser mm).

Tabell 4. Undersökning av miljögifter i sediment (0-5 cm) från Ösbysjön augusti 2022. För att på ett förenklat sätt visa om halterna antingen uppnår god status/är låga eller inte uppnår god status/höga har en gemensam färgskala använts i tabellen. Röd=mycket höga halter, orange=höga halter, gul=måttliga halter, uppnår ej god status, överskrider riktvärden, grön=låga halter, uppnår god status, underskrider riktvärden och blå=mycket låga halter.

Ämne	Enhet	Halt	Marina sediment (Jonsson 2018)	PRIO (Havs- och Vattenmyndigheten 2019)	SFÄ (Havs- och Vattenmyndigheten 2019)	KM (Naturvårdsverket 2022)	Naturvatten databas
As, arsenik	mg/kg TS	10,5					
Ba, barium	mg/kg TS	133					
Cd, kadmium	mg/kg TS	0,714					
Co, kobolt	mg/kg TS	12,9					
Cr, krom	mg/kg TS	42,8					
Cu, koppar	mg/kg TS	23,8*					
Hg, kvicksilver	mg/kg TS	<0.2					
Ni, nickel	mg/kg TS	33,7					
Pb, bly	mg/kg TS	53,2					
V, vanadin	mg/kg TS	46,1					
Zn, zink	mg/kg TS	233					
P, fosfor	mg/kg TS	1780					
S, svavel	mg/kg TS	15000					
Cr(VI), sexvärt krom	mg/kg TS	8,73					
naftalen	mg/kg TS	0,453					
acenaftilen	mg/kg TS	0,013					
acenaften	mg/kg TS	0,068					
fluoren	mg/kg TS	0,055					
fenantren	mg/kg TS	0,174					
antracen	mg/kg TS	0,007					
fluoranten	mg/kg TS	0,099					
pyren	mg/kg TS	0,239					
bens(a)antracen	mg/kg TS	0,117					
krysen	mg/kg TS	0,138					
bens(b)fluoranten	mg/kg TS	0,314					
bens(k)fluoranten	mg/kg TS	0,123					
bens(a)pyren	mg/kg TS	0,163					
Indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	0,168					
dibens(a,h)antracen	mg/kg TS	0,038					
bens(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,173					
summa PAH 16	mg/kg TS	2,61					

Ämne	Enhet	Halt	Marina sediment (Jonsson 2018)	PRIO (Havs- och Vattenmyndigheten 2019)	SFÄ (Havs- och Vattenmyndigheten 2019)	KM (Naturvårdsverket 2022)	Naturvatten databas
Summa PAH 11	mg/kg TS	1,99					
summa cancerogena PAH	mg/kg TS	1,06					
summa övriga PAH	mg/kg TS	1,55					
summa PAH L	mg/kg TS	0,534					
summa PAH M	mg/kg TS	0,845					
summa PAH H	mg/kg TS	1,23					
TBT, tributyltenn	µg/kg TS	0,733					
totalkväve	mg/kg TS	25000					
torrsubstans vid 105°C	%	5,32					
TOC	% TS	17,7					
glödningsförlust vid 550°C (GF)	% TS	37,3					

Resultaten av jämförelser och bedömningar mot fastställda gränsvärden i sedimenten från från Ösbysjön visade på följande;

- Jämfört med sediment från närliggande kustområden var halterna i de flesta metaller låga medan halterna av PAH:er var höga. PAH står för Polycykliska aromatiska kolväten och är en grupp av flera hundra föreningar som bildas när organiska material hettas upp eller förbränns ofullständigt (avgaser från bilar mm). Jämförelsen med kustvatten kan dock vara svårbedömd. Mätningar av sediment i sjöar är ännu inte så omfattande att jämförelsevärden finns att tillgå (Jonsson 2018).
- Samtliga av de ämnen som har gränsvärden för ekologisk- och kemisk status (Havs- och Vattenmyndigheten 2019) uppnår god status.
- Vad gäller jämförelser med riktvärden för känslig markanvändning (KM) var halterna i sedimenten från Ösbysjön mestadels låga. Undantaget var metallerna arsenik, bly och sexvärt krom. Arsenik förekommer naturligt i höga halter i Stockholms län och halten i Ösbysjöns sediment var inte anmärkningsvärd. Mängden bly var inte extremt hög, riktvärdet överskreds med ca 5%, möjligen kan det förhöjda blyhalten kopplas till de jämförelsevis höga halterna av PAH:er, även om bly numera inte finns i bensin. Mer anmärkningsvärt är de höga halter sexvärt krom som uppmättes. Halterna överskrider riktvärdena med ca 400% och kan ha betydelse ur hälsosynpunkt (Naturvårdsverket 2022b). Sexvärt krom kan dock finnas naturligt i grundvatten vilket bör undersökas om vidare åtgärder kommer att vidtas.

- Jämfört med Naturvattens databas för analys av totalfosfor, svavel och totalkväve var halterna höga eller mycket höga (totalkväve). Ösbysjöns sediment är mycket näringsrika.

## Sammanfattning av miljösituationen i Ösbysjön

Vatten- och sedimentanalyser visar att Ösbysjön är en övergödd sjö. I följande text försöker vi bena ut orsaker till det grumliga vattnet och vad man skulle kunna göra för att förbättra vattenmiljön i sjön.

- I oktober 1958 utfördes en sjömätning av Stadsbyggnadskontoret i Djursholm. En djupkarta togs fram (SMHI 2022) och största djup uppmättes till 4,1 m, ca 10% av sjöns areal hade ett djup >3m. I en rapport om Ösbysjön från 1998 (Kautsky 1998) benämns största djup i Ösbysjön till 3,5 m. Vid lodningar i samband med vattenprovtagning, sedimentprovtagning och provfiske 2022 var största djup ca 2,4 m. Det tyder på att sedimenten i sjöns djuphåla har byggts på med minst 1 m på 75 år, en ovanligt snabb sedimentationshastighet som vanligen ligger mellan 2-5 mm per år.
- Ytsedimenten hade en mycket hög vattenhalt och sedimenten vid punkt 3 (se Figur 35) var i det närmaste att kategorisera som ytsediment ner till 40 cm sedimentdjup. Bindningsförmågan av fosfor i sedimenten var dålig och koncentrationen av löst bunden fosfor var mycket hög.
- Vattenanalyserna visade på ett mycket grumligt vatten under större delen av den undersökta perioden mars-oktober. Halten klorofyll a och fosforhalten var högst i augusti vilket indikerar en påverkan från sjöns botten.
- Fiskbeståndet i Ösbysjön var talrikt men dominerades helt av fiskar <30 cm. Avsaknaden av stora individer tyder på hög konkurrens och/eller omfattande fiskdöd i samband med låga syrgashalter under längre och kallare vintrar. Samtliga fångade arter (braxen, ruda och karp) söker sin föda vid bottenarna och bidrar därmed till att vattnet grumlas.
- Har den externa påverkan minimerats? Störst påverkan sker med största sannolikhet från hästgården (Djursholms ridhus). År 1998 anlades en reningsdamm med syfte att minska reningstillförseln till sjön. Dammens renoverades 2018 och flera moment som fördröjer och renar vattnet innan det rinner ut i Ösbysjön (Danderyds kommun 2021). Man bör ha i åtanke att dammar kan avskilja partikelbundna näringsämnen i hög grad och delvis även dess lösta former. De lösta näringsämnena tas upp av dammens växtlighet, detta sker dock bara under tillväxtsäsongen maj-oktober. Under övrig tid, då flödet på årsbasis är det högsta, är reningssgraden för lösta näringsämnen sämre. De lösta näringsämnena är direkt tillgängliga för växtsamhällena i Ösbysjön. För att förbättra dammens konstruktion och reningssgrad bör kontakt tas med relevant kompetens (se kontakter nedan).

- Ösbysjöns vattenstånd. Indikationer finns om att sjöns vattenstånd minskat under de senaste 50 åren. Enligt personal från Danderyds kommun (muntlig kommunikation Jan Bergsten) torrläggs våtmarken väster om sjön under somrar och höstar då vattennivån är låg. Det vore önskvärt att se över om möjlighet att höja Ösbysjöns vattennivå så vatten täcker våtmarken även under lågvatten sommar och höst.
- Under årens lopp har åtgärder i Ösbysjön främst riktat sig till att minska igenväxningen av vattenväxter. Undersökningar utförda i slutet av 1950-talet visade på en måttligt näringsrik sjö nästan helt täckt av frodiga undervattensängar med främst kransalger. Under 1960-talet ökade påverkan av näringsämnen och växtsamhällena förändrades med ökande mängder av den särskilt näringsgynnade axslingan. År 1970 planterades karp ut för att minska mängden vattenväxter. Utplanteringen medförde att vattenväxterna försvann och den näring som frigjordes ledde i stället till kraftiga växtplanktonblomningar. Med tiden försvann karpen på grund av dåliga syrgasförhållanden under vintrarna och vattenväxterna återvände i början på 1990-talet. Åter sattes karp ut för att minska vattenväxterna och följderna blev, likt tidigare åtgärder, ett grumligt vatten med växtplanktonblomningar.

Med hjälp av de undersökningar som utförts under 2022 har vi nu en tydligare bild av Ösbysjön och dess miljöproblem.

- Utsättning av karp har medfört att sjöns vegetationssamhälle har utarmats, samt att näringsämnen som varit bundna i vattenväxter har frisatts till sediment och vattenmassa.
- Förhöjd näringsbelastning från tillrinningsområdet har förvärrat sjöns övergödningsproblematik
- Övergödningen har medfört algblomningar och grumling och utarmad biologisk mångfald.
- Den höga produktionstakten har medfört att Ösbysjöns botten har byggts på i en onaturligt hög takt och nedbrytning och mineraliseringen har inte kunnat kompaktera sjöns sediment.
- Sedimentens fosforinnehåll är höga och stora delar av fosfor är löst bunden i sedimentet vilket leder till ett utbyte av fosfor mellan sediment och vatten med algblomningar som följd.
- Sjöns fiskbestånd består uteslutande av arter som använder botten till födosök.

I nuläget bidrar de lösa och näringsrika sedimenten i Ösbysjön, tillsammans med sjöns fiskbestånd, till ett grumligt vatten där växtplanktonblomningar förekommer under större delen av året.



## Skillnaden mellan badkvalitet och miljö kvalitet i vatten

Badkvaliteten bedöms genom analys av bakterier (Intestinala enterokocker och *E. Coli*) och en besiktning av badplatsen (Havs- och Vattenmyndigheten 2021). Besiktningen omfattar förekomst av cyanobakterier eller alger i badvattnet och om det finns avfall i vattnet (tjärrester, glas, plast, gummi, eller annat som kan inverka negativt på hälsan). Man analyserar inte alger i första hand utan det rör sig om en okulär besiktning. Badkvaliteten bedöms i första hand av förekomst av bakterier, man skall inte bli sjuk om man råkar få en kallsup. Badkvaliteten i Ösbysjön har bedömts till ”utmärkt kvalitet” de senaste fyra åren (Havs- och Vattenmyndigheten 2022). Algförekomsten var dock sällan bedömd.

Miljö kvalitet i vatten bedöms efter hur naturlig en sjö är. Mätningar i sjön jämförs med en sjö opåverkad av mänsklig verksamhet i samma storlek och med samma djupförhållanden. Referenssjön skall också ligga i samma område av Sverige och på ungefär samma höjd över havet. Nu är det svårt att hitta sådana referenssjöar så oftast beräknas referenshalterna (Havs- och Vattenmyndigheten 2019). Referenssjön utgår från en måttlig näringsnivå och stor biologisk mångfald i dessa trakter.

## Förslag till åtgärder

I detta avsnitt ges förslag till åtgärder för att återställa Ösbysjön till ett mindre näringsrikt tillstånd och att minska sjöns växtplanktonblomningar. Ösbysjön är i grunden en måttligt näringsrik sjö där utbredd förekomst av vattenväxter är en naturlig del av ekosystemet och något man måste acceptera. Vattenväxter bidrar med biologisk mångfald och är viktiga för smådjur, fisk och fågel samt har en viktig roll i att binda den näring som tillförs från kringliggande marker. Det mindre näringsrika tillståndet medför att god ekologisk status kan uppnås.

Vattenväxter innebär även att badande kan uppfatta badplatsen som mindre attraktiv, tex kan slingerväxter fastna när man är ute och simmar. Möjligen kan det bli nödvändigt att skörda vattenväxter i badplatsernas närområden. En etablering av vattenväxter kan också medföra att sjöfågel (svanar och gäss) söker sig till sjön. Man kan dock inte se något tydligt samband mellan svanar/gäss och hälsorisker för människan (Elmberg mfl. 2018). Dock kan fåglarna uppehålla sig på badplatser där fåglarnas fekalier kan uppfattas som störande.

Kort kan man säga att åtgärdsförslagen kan ge:

- + Ett klarare och mindre näringsrikt vatten där vattenväxter binder det mesta av näringen. God ekologisk status uppnås
- + Större biologisk mångfald för växter, smådjur, fisk och fågel.

- Ösbysjön kan uppfattas som mindre attraktiv som badsjö, vattenväxter som fastnar när man simmar och sjöfågel som uppehåller sig på badplatserna.
- Skörd av vattenväxter kan också bli nödvändig i badplatsernas närområden.

Det viktigt att förstå att de åtgärder som föreslås i denna rapport är ett försök till att återställa Ösbysjön till en mindre näringsrik sjö där vattenväxter dominerar och den biologiska mångfalden ökar. Det finns inga garantier att detta kommer att fungera. Ösbysjön är en biotop där vissa organismer trivs bättre än andra. Med förändrade förutsättningar ges andra organismer fördelar och kan hitta sin plats i biotopen. Exakt vilka organismer kommer att vara svårt att styra. Åtgärdsförslagen ger i varje fall förutsättningar för en sjö med lägre näringshalt och förbättrad biologisk mångfald.

### ***Fiskbeståndet***

Eftersom det nuvarande fiskbeståndet bidrar till uppgrumling och snabb omsättning av näring bör ett reduceringsfiske ske. Åtgärden syftar till att minska mängden bottengrumlande karpfiskar och åstadkomma en bättre balans i fisksamhället. Ett reduceringsfiske innebär att man tar upp ca 200 kg fisk per hektar under en 2-3 års period (Klara vatten 2022). Efter avslutat reduceringsfiske bör rovfisk som abborre och gädda återintroduceras som en naturlig del av fiskbeståndet. I ett klarare vatten med undervattensvegetation ges åter abborre och gädda konkurrensfördelar mot karpfisken.

### ***Extern belastning***

Det är mycket viktigt att den externa belastningen från tillrinnande markområden minimeras. För att åstadkomma detta bör reningsdammens vid hästgårdens funktion förbättras.

### ***Vattennivå***

Vattennivån i Ösbysjön har minskat under de senaste 50 åren. I och med det allt varmare klimatet kommer avdunstningen öka och vattennivån under somrarna minska alltmer. Man kan även misstänka att avledningen av dagvattnet från avrinningsområdet minskat tillrinningen till sjön. Våtmarksområdet vid sjöns norra del torrläggs till stora delar under somrarna. Även om vattenutbytet mellan våtmarksområde och sjö inte är känt är våtmarker i allmänhet viktiga och bidrar bland annat till att binda koldioxid, näringsämnen och miljögifter. Våtmarker är även bland de mest artrika miljöerna i Sverige och bidrar därmed till biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2022c). Det är viktigt att se över om sjöns vattenstånd går att höja så att vattennivån kan hållas på en godtagbar nivå även under somrar och höstar då vattennivån är som lägst.

### ***Vass och vegetationsskörd***

Bladvass är nordens största gräs och kan etablera sig på djup upp till ca 2,5 m djup beroende av vattnets optiska egenskaper. Bladvassens vegetati-

va spridningsförmåga gör att den lätt blir dominant. För att vattenväxter i allmänhet skall kunna sprida sig behövs god syretillgång till rotsystemen. Bladvassen har en ovanligt god förmåga till detta då de utnyttjar fjolårets-stammar som snorklar ner i rotsystemet. Att klippa vass ovan vattenytan är oftast en ojämn kamp mot naturen, vassen återetablerar sig snabbt. För att få en märkbar minskning av dominanta bladvassbestånd har vattenståndet en större betydelse. Kan man hålla ett högre vattenstånd under längre tid och samtidigt skörda vassen under vattenytan kan utbredningen minska. Exempel på detta uppmärksammades i Hornborgarsjön 2007 (Våtmarks-guiden 2022). Anledningen till ett minskat bladvassbestånd var att gäss kom åt de späda vasskotten efter att isen i sin rörelse under vinter/vår tagit med sig fjolårsvassen. I och med bladvassens minskade utbredning kan annan växtlighet etablera sig och den biologiska mångfalden öka. En förutsättning för detta är dock att vattenståndet är så högt att vattenytan täcker delar av bladvassbeståndet.

Om skörd av vegetation förekommer i sjön är det viktigt att allt skördat växtmaterial tas upp och transporteras bort från sjön. Ösbysjön är en sjö där största delen av näringen som tillförs från kringliggande marker stannar i sjön eftersom utflödet är litet. Vegetationsskörd är ett sätt att lyfta ur näring ur systemet.

### *De lösa sedimenten*

Sjöns mycket lösa sediment gör det svårt för vattenväxter att etablera sig över sjöns botten. Även om några arter som borstnate skulle kunna etablera sig i det lösa substratet kommer dessa i sådana fall täcka hela sjöns yta till följd av att djupet i sjön är så litet. I nuläget är förutsättningarna generellt dåliga för lyckad återintroduktion; bara arter som borstnate och kanske vissa kransalger (mellansträfsse, rödsträfsse) kan fungera. För att skapa förutsättningar för ett mer varierat och naturligt vegetationssamhälle krävs sannolikt att delar av de mycket lösa ytsedimenten muddras, framförallt mest i den tidigare djuphålan men även i övriga delar där ytsedimenten är extremt lösa. Muddermassorna som kommer att behöva avvattas på land klarar till största delen de riktvärden som finns för känslig markanvändning (Naturvårdsverket 2022a). De förhöjda halterna av sexvärt krom bör dock undersökas vidare.

### *Behandling av bottenarna*

För att binda den fosfor som med tiden kommer att läcka från sjöns sediment rekommenderas att sjöns botten behandlas med fosforbindande ämnen (exempelvis aluminium, lantan). Aluminium har använts framgångsrikt i ett antal sjöar och kustområden i Sverige för att binda den fosfor som med tiden läcker till vattenmassan. Det finns dock indikationer på att metoden fungerar mindre bra i grunda sjöar med omblandad vattenmassa. För tillfället pågår försök i ett antal sjöar och kustvikar (bland annat Ullnasjön och Stockbysjön) för att utröna bindningsförmågan hos aluminium och lantan (Phoslock). Även om stora delar av ytsedimenten kommer att muddras kommer det ändå finnas kvar sediment med betydande mängder fosfor som kan komma att läcka till vattenmassan.

## Alternativa målbilder

### *Alternativ 1*

De föreslagna åtgärderna i Ösbysjön är att minska påverkan av näringsämnen och få ett klarare vatten. Den externa påverkan från tillrinningsområdet minimeras. Reduktionsfisket minskar mängden bottengrumlande karpfiskar, återintroduktion av rovfisk åstadkommer en bättre balans i fiskesamhället. Muddringen tar bort de extremt lösa sedimenten och möjliggör för växter att återkolonisera bottenarna. Behandlingen av bottenarna fastsätter permanent fosfor i sedimenten. Miljökvaliteten i vattnet förbättras.

Åtgärdsprogrammet kommer att pågå under flera år (se tidsplan) och innebära betydande kostnader och störningar som buller och grumlingar i samband med reduktionsfiske, muddring, skörd av vattenväxter och bottenbehandling. Man måste även räkna med att närområdet runt sjön kan komma att påverkas om en sugmuddring utförs. Muddermassorna måste avvattnas och detta tar mark i anspråk. Man bör också ha i åtanke att dominansen av vattenväxter kan ses som negativa ur badsynpunkt.

### *Alternativ 2*

Nollalternativet är att Ösbysjön kan fortsätta att fungera som en badsjö (med god badvattenkvalitet) men med grumligt vatten och begränsad biologisk mångfald. Växtplankton dominerar växtsamhället och karpfisken fortsätter att grumla sjöns botten. Det extremt lösa sedimenten blir kvar och bidrar till grumligheten. Den löst bundna fosfor i sedimenten fortsätter att frigöras till vattenmassan. Miljökvaliteten i vattnet förblir oförändrat dålig. Fortsätter påbyggnaden av sedimenten i samma takt som under de senaste 70 åren kommer sjöns vattendjup att fortsätta minska. Tillsammans med en ökad avdunstning på grund av den globala uppvärmningen är det troligt att Ösbysjöns vattendjup om ytterligare 70 år endast är 1-1,5 m, knappast en sjö som inbjuder till bad.

### Tidsplan (alternativ 1)

De föreslagna åtgärderna utförs i följande ordning nedan. Årtalen är ungefärliga och beror bland annat på när man anser att tillräckligt mycket fisk tagits upp för fullgod effekt. Efter att punkt 2 är genomförd utvärderas effekten och ställning tas om man skall gå vidare med punkt 3 och 4.

1. År 1-3 - Reduktionsfiske, åtgärda extern belastning och undersöka vattennivå. Börja med reduktionsfisket och se om detta kan bidra till mer kompakterade bottenar. Förbättra funktionen i den reningsdamm som finns vid hästgården och se över om sjöns vattennivå kan höjas.
2. År 2-3 - Återintroduktion av rovfisk. Plantera ut fiskätande abborre (>20 cm) och gädda.

3. År 4-5 - Om bottnarna inte kompakteras då det mesta av karpfisken tagits bort bör en muddring av de lösa sedimentet utföras.
4. År 5-7 - Behandling (aluminium, lantan) av sjöns botten. Vi vill helst avvakta med typ av behandling då funktionen i grunda sjöar inte riktigt är klarlagd.

## Referenser

Danderyds kommun. 2021. Kunskapsunderlag för Vattenplan, Dagvattenplan och Riktlinjer för dagvatten. Danderyds kommuns kunskapssammanställning för styrdokumentet Vattenplan (Dnr. KS 2021/0254), Dagvattenplan och Riktlinjer för dagvatten (Dnr. KS 2021/0255) .

Elmberg, J. & Månsson, J. (red.) 2018 ”Fakta för förvaltare: gäss och svanar. Kunskapssammanställning om bete, övergödning, smittspridning och skydds jakt.”

Fiskbasen. 2022. Fiskbasen - allt om fisk. Hemsida <https://fiskbasen.se>

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

Havs- och Vattenmyndigheten. 2021. Vägledning kring EU-bad. Rapport 2021:17

Havs- och Vattenmyndigheten. 2022. Badplatser och kvalitet på badvatten i Danderyds kommun. Hemsida Havs- och Vattenmyndigheten <https://www.havochvatten.se/badplatser-och-badvatten/hitta-din-badplats/kommuner/badplatser-i-danderyds-kommun.html#>

Holmborn, T. 2014. Limnologisk undersökning av tre sjöar i Danderyds kommun 2014. Calluna AB.

Håkanson, L. and Jansson, M., 1983. Principles of lake sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 316 p.

IVL publikationer. Vattenkemiska analyser i Ösbysjön 1969-1993.

Kautski, R. 1998. Ösbysjön - Ett special arbete av Robert Kausky Bromma Gymnasium.

Klara Vatten. 2022. Hemsida - Beskrivning av reduktionsfiske <https://www.klaravatten.se>

Naturvatten. 2022. Exceldokument över sedimentundersökningar 2002-2022. Naturvatten i Roslagen AB.

Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.

Naturvårdsverket. 2007. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bilaga A till handbok 2007:4.

Naturvårdsverket. 2022a. Tabell över riktvärden för känslig- och mindre känslig markanvändning. Hemsida <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/vagledning/fororenade-omraden/riktvarden/naturvardsverkets-generella-riktvarden-fororenad-mark-2022.pdf>

Naturvårdsverket. 2022b. Utsläpp i siffror. Hemsida <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Tungmetaller/Krom/>

Naturvårdsverket. 2022c. Därför är våtmarker viktiga. Naturvårdsverkets hemsida. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/varfor-ar-vatmarker-sa-viktiga/>

Psenner, R., Boström, B., Dinka, M., Pettersson, K., Pucsko, R. & M. Sager. 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediments. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 30: 98-109.

Rydin, E. 2000. Potentially mobile phosphorus in Lake Erken sediment. Water Research 34(7):2037-2042.

SLU Artdatabanken. 2022. Artbestämning - Snabbaste vägen till korrekt artbestämning. Hemsida: <https://artfakta.se/artbestamning>

SMHI. 2022. SMHI vattenwebb - damm och sjöregistret. Hemsida <https://vattenwebb.smhi.se/svarwebb/>

VISS. 2022. Länsstyrelsen i Stockholms läns beräkningsmetoder för ekologisk status. Exeldokument fosfor, allmänna förhållanden och klorofyll a.

Våtmarksguiden. 2022. Våtmarksflora, bladvass. Våtmarksguiden hemsida. <http://vatmarksguiden.se/projekt/bladvass/>



# Bilaga 1. Analysresultat Danderyds sjöar 2022

Alla resultat finns samlade i excelfilen. Bilaga 1. Analysresultat Danderyds sjöar 2022.xlsx