

Riktlinjer för övervakningsprogram för sjöar som kan ha förhöjd internbelastning

Brian Huser, IVL Svenska Miljöinstitutet
Mikael Malmaeus, IVL Svenska Miljöinstitutet
Ernst Witter, Länsstyrelsen i Örebro län

Ansvar för innehållet i denna rapport ligger helt hos författarna.
Innehållet återspeglar inte Europeiska unionens hållning.

2020-09-22
Endast digital produktion.

Innehåll

Bakgrund	4
Syfte	4
Typning av sjöar	4
Miljöövervakningen	5
Provtagning och analys	9
Sammanställning av resultat	10
Bilaga 1. Exempel	11

Bakgrund

Inom LIFE IP-projektet Rich Waters utvecklas ett verktyg för att identifiera sjöar och kustvatten med förhöjd internbelastning. För att stödja utvecklingen av verktyget behövs data för övergödda vatten som kan ha förhöjd internbelastning. Den miljöövervakning som beskrivs här syftar till att ge detta underlag samtidigt som den möjliggör en uppskattning av eventuell internbelastning i de övervakade sjöarna.

Syfte

Detta dokument ger riktlinjer för miljöövervakning av sjöar med misstänkt förhöjd internbelastning. Den beskriver hur övervakningen bör genomföras och vad som behöver mätas.

Riktlinjerna anger hur data från övervakningen kan användas för att påvisa och kvantifiera internbelastning men ger ingen detaljerad beskrivning av hur den kan beräknas. Detta förväntas komma i en separat arbetsbeskrivning.

Typning av sjöar

Typindelning av sjöar

I första hand görs en indelning mellan djupa, dimiktiska sjöar och polymiktiska, grunda sjöar. I andra hand mellan humösa och klarvattensjöar. Typindelningen baseras på sjöns morfologi (Osgood index¹) och humushalt enligt tabellen nedan. Miljöövervakningen av dimiktiska sjöar skiljer sig från den för polymiktiska sjöar det är därför viktigt att känna till vilken sjötyp man har.

Sjöar med Osgood index > 6 är vanligtvis dimiktiska. Sjöar med index mellan 4 och 6 kan vara dimiktiska och kompletterande kriterier behövs för att identifiera dessa som dimiktiska. Betrakta sådana sjöar i första hand som dimiktiska och verifiera med hjälp av temperatur och syrgasprofil att sjön skiktas sig under sommar och/eller vinterhalvåret. Undantagsvis kan vissa sjöar med index < 4 vara skiktade vid djuphålet. Ofta utgör djuphålet då en väldigt liten del av sjöarealen och en eventuell internbelastning i djuphålet blir då av ringa betydelse och sjön kan i alla fall betraktas som polymiktisk.

¹ Osgood index = (Medeldjup)/(Rot(sjöareal)). Enheter: Medeldjup = m; Sjöareal = km²
Observera att även sjöar som har en kvot mellan 4 och 8 kan vara dimiktiska.

Sjötyp	Morfometrisk typologi (Osgood index)	Färgtypologi (humushalt) (mg Pt/l)
Grunda, humösa sjöar	<4	>30
Djupa, humösa sjöar	>6	>30
Grunda, klara sjöar	<4	<30
Djupa, klara sjöar	>6	<30

Tabell 1. Sjötyper

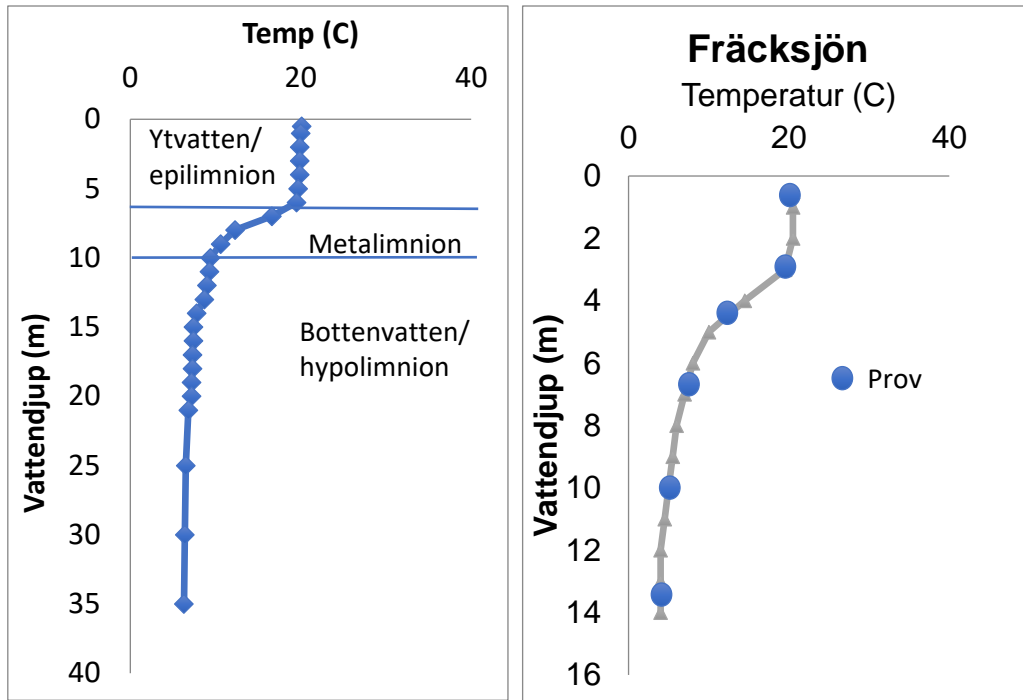
Miljöövervakningen

Dimiktiska, djupa sjöar

Profildata av främst totalfosfor (TP) används för att kunna påvisa och kvantifiera eventuell internbelastning. Protokoll för provtagning:

- Provtagning görs enbart vid sjöns djupaste plats (djuphållet).
- Använd ekolod för att kolla djupet innan provtagning.
- Hämta bottenprovet först² (1 m ovanför botten).
- Mät syrgas och temperatur med 0,5 m intervall från ytvatten (0,5 m) till 0,5 m över botten. I sjöar med maximal djup > 15 m kan syrgas och temperatur mätas med 1 m intervaller. Börja på 0,5 m och sedan jämna djup (t ex. 1 m, 2 m, 3 m).
- Vattenprovtagning: Om sjön är skiktad föreslås inledningsvis provtagning på 6 djup:
 - Ett prov i ytvatten (0,5 m), ett strax ovanför metalimnion (vanligtvis ca 4 m, men det kan vara djupare), två prover i eller nära metalimnion (termoklinen), samt två prover i hypolimnion, varav ett av proverna är ett bottenprov som tas 1 m ovanför botten (se figur nedan) och andra provet mitt i mellan bottenprovet och djupaste provet i metalimnion. När man har fått bättre koll på vilket djup språngskiktet finns kan antalet provtagningsdjup reduceras till 3 eller 4 (se exemplet i Figur 1 och 2 från Fräcksjön).

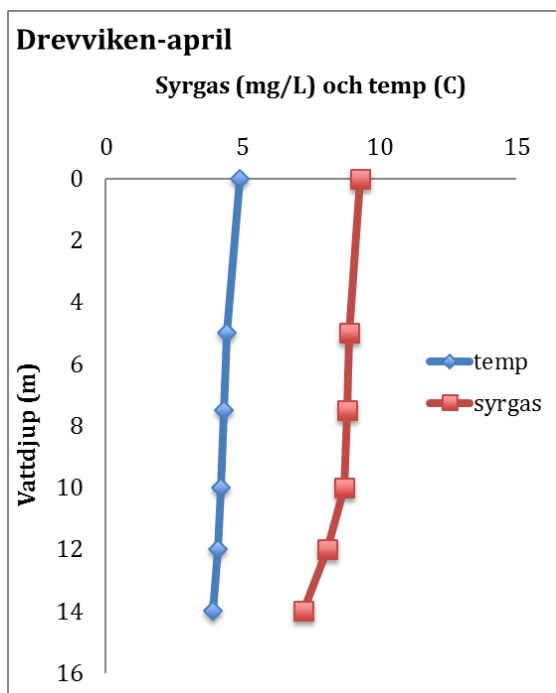
² Detta för att minska risken att sediment blandas upp i bottenvattenprovet om syrgas- och temperaturproben av misstag hamnar i sedimentet.



Figur 1. Typisk temperaturprofil i en skiktad sjö.

Figur 2. Temperaturprofil vid skiktning i Fräcksjön, samt djup för provtagningar

- Om temperatur- och syrgasprofilen visar att sjövattnet är omblandat och det inte är syrefattig (<4-5mg/L) vid botten behövs det bara ett yt- och ett bottenvattenprov (se figur nedan). Betrakta sjön dock som skiktad om det är syrefattig i bottenvattnet och utgå då från syrgasprofilen för att bestämma lämpliga provtagningsdjup.



Figur 3. Temperatur- och syrgasprofil vid oskiktade förhållanden (Drevviken).

Provtagning görs en gång i månaden under perioden från och med islossning (vår-cirkulationen) tom höst-cirkulationen. Om man misstänker att internbelastningen kan vara betydande under vinterhalvåret då är det lämpligt att ta det första provet före islossningen. Detta gäller i första hand i norra Sverige. I södra och mellersta Sverige är internbelastningen vanligtvis mycket större under sommarmånaderna pga. högre vattentemperaturer och kortare period med isläggning.

Analysparametrar:

- Obligatoriska:
 - Temperatur och syrgasprofil enligt ovan
 - Totalfosfor
 - PO₄-P
 - pH
 - Färgtal (Pt) (enbart ytvatten 0,5 m)
 - Klorofyll-a (enbart ytvatten 0,5 m)
- Frivilliga:
 - Siktdjup
 - Kväve (totalkväve, ammoniumkväve och nitrat+nitritkväve)
 - Turbiditet (ytvatten)
 - Absorbans 420 nm (ytvatten)

Frivilliga analysparametrar är de som eventuellt kan vara till nytta i bedömningen eller som kan användas som underlag vid statusklassning inom vattenförvaltningen.

Vid prioritering av resurser gör hellre avkall på antal sjöar än på antal provtagningar och provtagningsdjup för de sjöar som övervakas.

I skiktade sjöar utvecklar sig skiktningen gradvis under sommaren efter våromblandningen, det är därför viktigt att utföra provtagningarna tillräckligt ofta för att fånga in skiktningen (se några exempel i bilaga 1).

Polymiktiska, grunda sjöar

Skillnaden mellan P tillförsel och P bortförsel från sjön används för att uppskatta eventuell internbelastning. Mätningar bör omfatta:

- Provtagning av tillrinnande och utgående vatten minst en gång varje månad (gärna varannan vecka vid höga flöden eller om omsättningstiden i sjön < 3 månader) under perioden efter islossning tom oktober.

- Mängd P in och ut ur sjön beräknas från mätning av TP i in- och utloppet och uppskattning av vattenföringen genom antingen mätning av vattendragets tvärsnitt och mätning (flödesmätare) eller uppskattning av vattenflödet med flottörmetoden. Mätning utförs lämpligast i trummar. Om vattendraget omfattas av SMHI:s S-HYPE beräkningar av vattenföring kan dessa data användas.

Analysparametrar vid provtagning av in- och utflöden:

- Obligatoriska:
 - Vattenföring, Q, i in- och utloppen (m³/s)
 - Totalfosfor
- Frivilliga:
 - Löst totalfosfor
 - Kväve (totalkväve)
 - Turbiditet
 - Absorbans (420 nm), Ca, Mg och Cl

För att beräkna hur mängden fosfor i sjön ändras under sommaren är det viktigt att ha tillförlitliga data på sjöns fosforhalt och vattenvolym. Fosforhalten i utloppet kan användas men är inte alltid representativ för halten i sjön. Om det finns förutsättningar för det är det därför önskvärd att även ta några vattenprover i sjön för att kunna jämföra med fosforhalten i utloppet. Provtagningsfrekvens i sjön 1 gång per månad eller varannan månad. Proverna tas av ytvatten (0,5 m) ungefär mitt i sjön. Det viktigaste är att undvika grunda områden med mycket makrofiter som vass som kan stabilisera vattenpelaren och öka sedimentationshastigheten. Fosforhalten kan vara betydligt lägre i sådana områden jämfört med andra områden där vattnet kan omblandas.

Vattennivån i sjön kan ändra sig påtagligt under sommaren vilket påverkar vattenvolymen och den beräknade mängden fosfor. Försök därför om det är möjligt att mäta sjöns vattenstånd vid provtagningarna. Ett enkelt sätt är att t ex mäta vattennivån med linjal vid en fast konstruktion i eller över vattnet som t ex en brygga, vilket ger ett mått på den relativa förändringen i sjöns vattennivå. Djupkartan används sen för att beräkna vattenvolymer vid olika vattennivåer.

Analysparametrar vid provtagning i sjön utöver provtagning av in- och utlopp (frivilliga):

- Vattenståndet i sjön
- Totalfosfor
- Löst totalfosfor
- Färgtal

- Siktdjup
- Klorofyll

Metoden förutsätter att det finns goda förutsättningar att uppskatta sjöns in- och utflöden av P. Dvs. där minst 80% av P inflödet kan mätas och där vattenföringen in- och ut antingen kan mätas, eller fås från S-HYPE. Välj i första hand mätning av vattenföringen som då kan jämföras med data från S-HYPE och användas för att bedöma om den beräknade vattenföringen i S-HYPE kan användas som alternativ till mätning (antingen direkt eller efter kalibrering med mätningar).

Om det inte finns goda förutsättningar att mäta P inflödet kan internbelastningen approximeras utifrån ökningen i sjöns P halt under sommarmånaderna. I så fall räcker det med att mäta i sjöns ytvatten i första hand eller i andra hand vid utflödet. Denna metod har dock stor osäkerhet, särskilt vid mätning i utflödet där andra faktorer kan påverka P halter.

Provtagning och analys

Val av provtagare/analyslab

Resultaten bör vara oberoende av både provtagare och analyslab. Det är viktigt att analyslabbet är ackrediterat. Om det finns flera provtagare och vid tveksamheter kan det vara befogat att stämna av provtagningsrutiner och platser så att alla provtagningar i en sjö görs på samma sätt och på samma plats.

Provtagningsrutiner, analysmetoder

Följ provtagningsrutinerna för vattenkemi och analysmetoder som anges i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter ([HVMFS 2019:25](#), eller nyare) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. För de obligatoriska parametrarna är analysmetoderna:

- Totalfosfor: Enligt SS-EN ISO 6878 alternativt SS-EN ISO 15681 eller med annan metod som ger likvärdiga resultat.
- Fosfatfosfor: Filtrerat eller ofiltrerat enligt tidigare metodik så att data blir jämförbara över tid – ofiltrerat är standard för sötvatten. Analys enligt SS-EN ISO 6878 alternativt SS-EN ISO 10304-1, SS-EN ISO 15681 eller med annan metod som ger likvärdiga resultat.
- Löst totalfosfor³: SS-EN ISO 6878:2005. Metodbeskrivningen finns enbart på engelska. Det är metoden för "Total dissolved phosphorus"

³ Obs att detta är en frivillig parameter enbart för grunda sjöar.

som finns beskriven under rubriken "Determination of total phosphorus after peroxodisulfate oxidation". Analys utförs på filtrerat prov.

- Klorofyll a: Provtagning och analys av klorofyll a ska ha gjorts enligt SS-EN ISO 5667-1:2007 och SS 28146 eller med annan metod som ger likvärdigt resultat.
- Färgtal (Pt): SS-EN ISO 7887:2012, Metod C eller Metod D.
- Absorbans (420 nm): Filtrerat prov enligt SS-EN ISO 7887:2012, 5 cm kyvett.

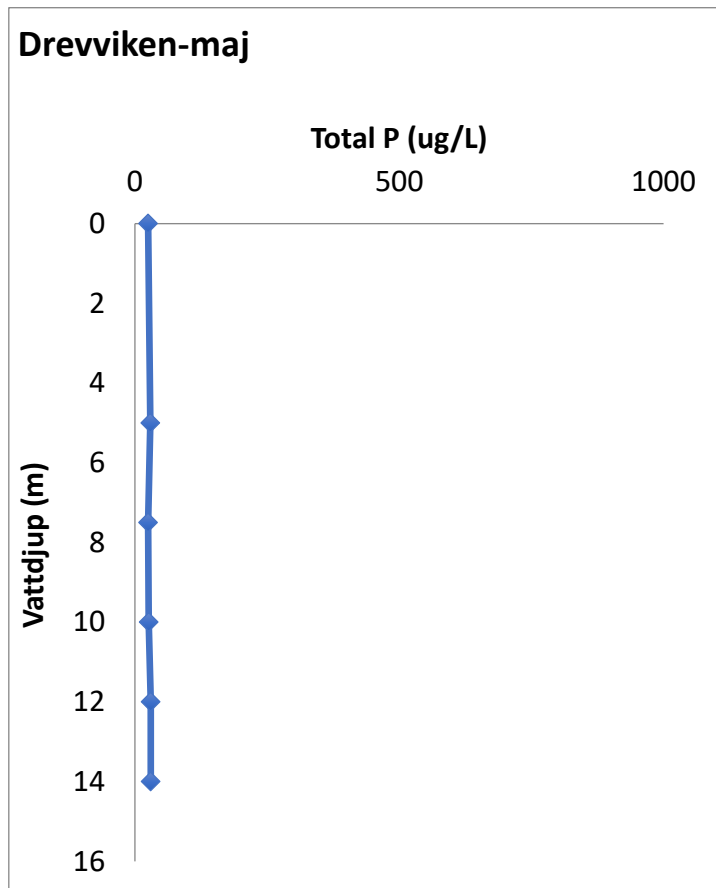
Sammanställning av resultat

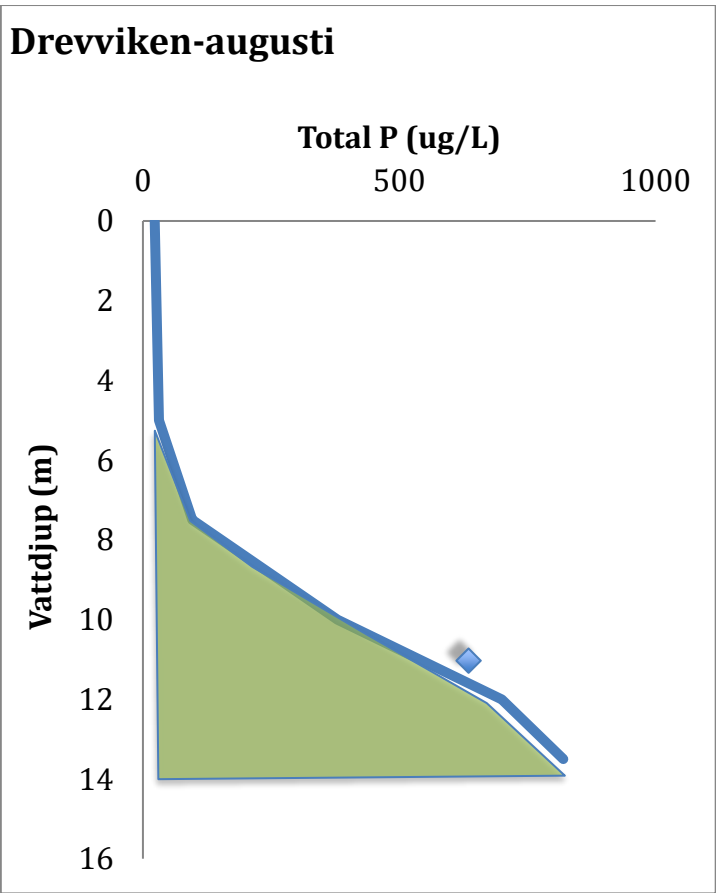
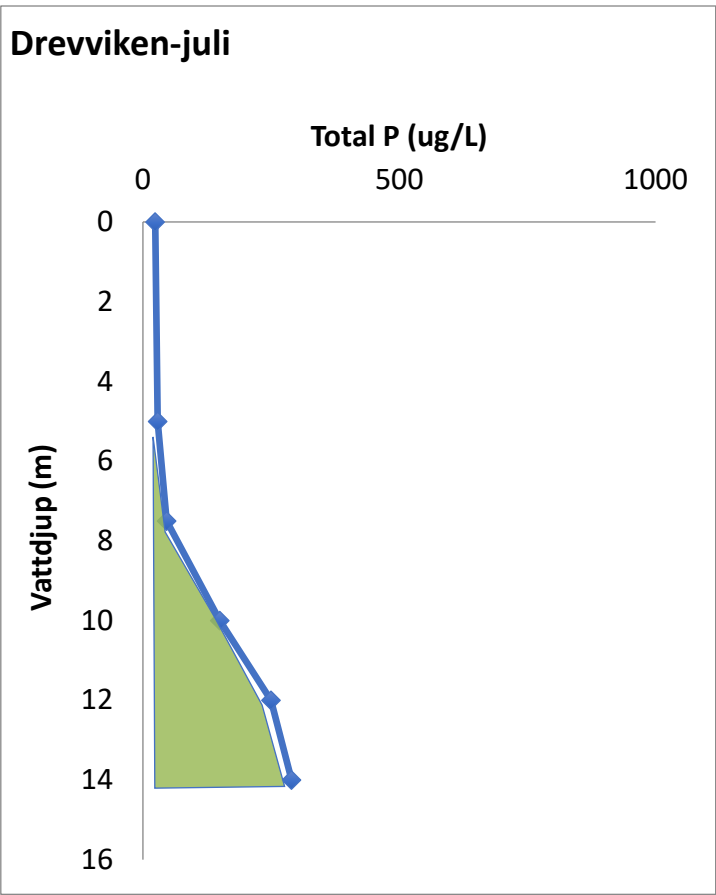
Bearbetning av resultat

Eventuell (brutto) internbelastning i dimiktiska sjöar påvisas och kvantifieras utifrån profildata för temperatur, syrgas och TP samt sjöns djupkarta (hypsograf). För polymiktiska sjöar (och i vissa fall även som komplement för dimiktiska sjöar) görs detta utifrån sjöns (månatliga) P balans, eller förenklat enbart utifrån utvecklingen av TP halten och vattenvolymen i sjön under sommaren. För att kunna ta hänsyn till en eventuell naturlig "bakgrunds" internbelastning används data från referenssjöar. En arbetsmetod som beskriver hur man beräknar internbelastning är under utveckling.

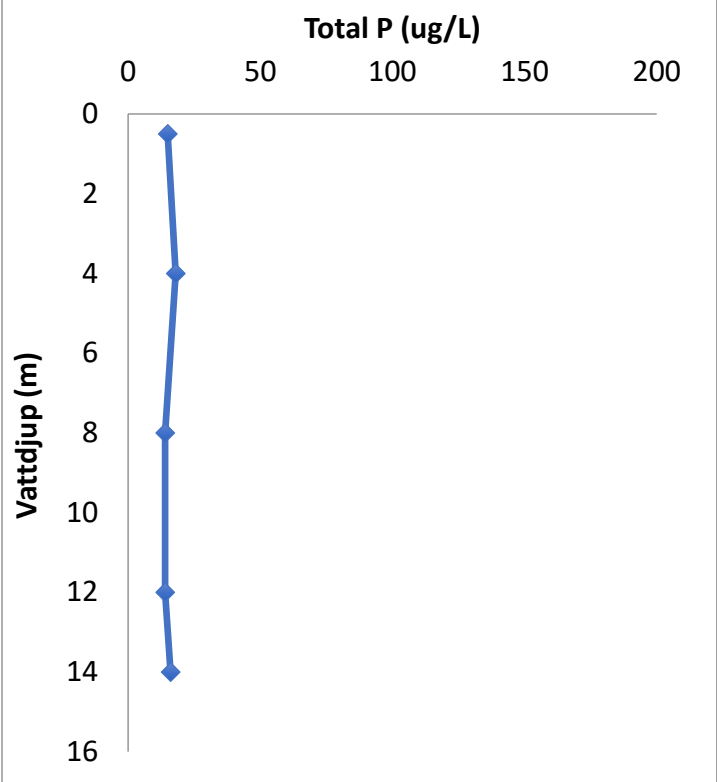
Bilaga 1. Exempel

Exempel på utveckling av fosforprofiler under sommaren i två skiktade sjöar, Drevviken och Ulvsundasjön. Det färgade området används för att kvantifiera internbelastning.





Ulvundasjön-maj



Ulvundasjön-augusti

