



Metod för påverkanstypen Historisk förorening – Internbelastning

Förslag på åtgärder och miljökvalitetsnormer



Version	Ändring	Vem?
1.0		MEL
1.1	Åtgärds kategorin <i>Åtgärdsutredning: Internbelastning</i> har definierats.	

Utgiven av: Vattenmyndigheterna i samverkan
 Ansvarig arbetsgrupp: Åtgärdsprogram, Miljö kvalitetsnorm och Ekonomisk analys
 Ansvarig projektledare: Therese Lager, Katrin Herrlin Sjöberg, Niklas Holmgren
 Författare: Martin Erlandsson Lampa, Ernst Witter
 Layout: Carina Nanker
 Omslagsfoto: Per Wedholm
 Upplaga: Endast digital utgåva

1 Förord

Detta dokument riktar sig främst till dig som arbetar på en länsstyrelse och ska genomföra åtgärdsanalys och föreslå undantag/tidsfrister när det gäller miljökvalitetsnormer för vatten med avseende på påverkanstypen Historisk förorening – Internbelastning.

Med början hösten 2018 bedrev vattenmyndigheterna ett metodutvecklingsarbete med syfte att förbättra åtgärder, undantag och ekonomisk analys för vattenförekomsterna i VISS. En del av arbetet är att förbättra hanteringen av åtgärder i VISS för att ha ett bättre underlag för miljökvalitetsnormerna och att kommuner, länsstyrelser och åtgärdsmyndigheterna ska få bättre effekt i sitt åtgärds genomförande.

Utgångspunkten för metodutvecklingsarbetet är att åtgärder och undantag för miljökvalitetsnormer för vatten måste vara grundade på en definierad påverkanstyp (mänsklig påverkan) kopplat till vilka kvalitetsfaktorer eller parametrar som är försämrade på grund av påverkanstrycket. Denna metodbeskrivning avser påverkanstypen Historisk förorening – Internbelastning.

Denna metodbeskrivning har arbetats fram tillsammans med en referensgrupp bestående av representanter från olika länsstyrelser, SLU, Havs- och Vattenmyndigheten, Jordbruksverket samt LRF – stort tack för er hjälp och medverkan. Beslut om denna metodbeskrivning togs på VVD/AGA-möte inom vattenmyndigheterna den 4 juni 2019.

Ytterligare metodbeskrivningar inom sektorn jordbruk omfattar påverkanstyperna *Förändring av morfologiskt tillstånd – jordbruk, Diffusa källor – jordbruk (övergödning, miljögifter), Diffusa källor – Andra relevanta – Hästgårdar.*

Innehållsförteckning

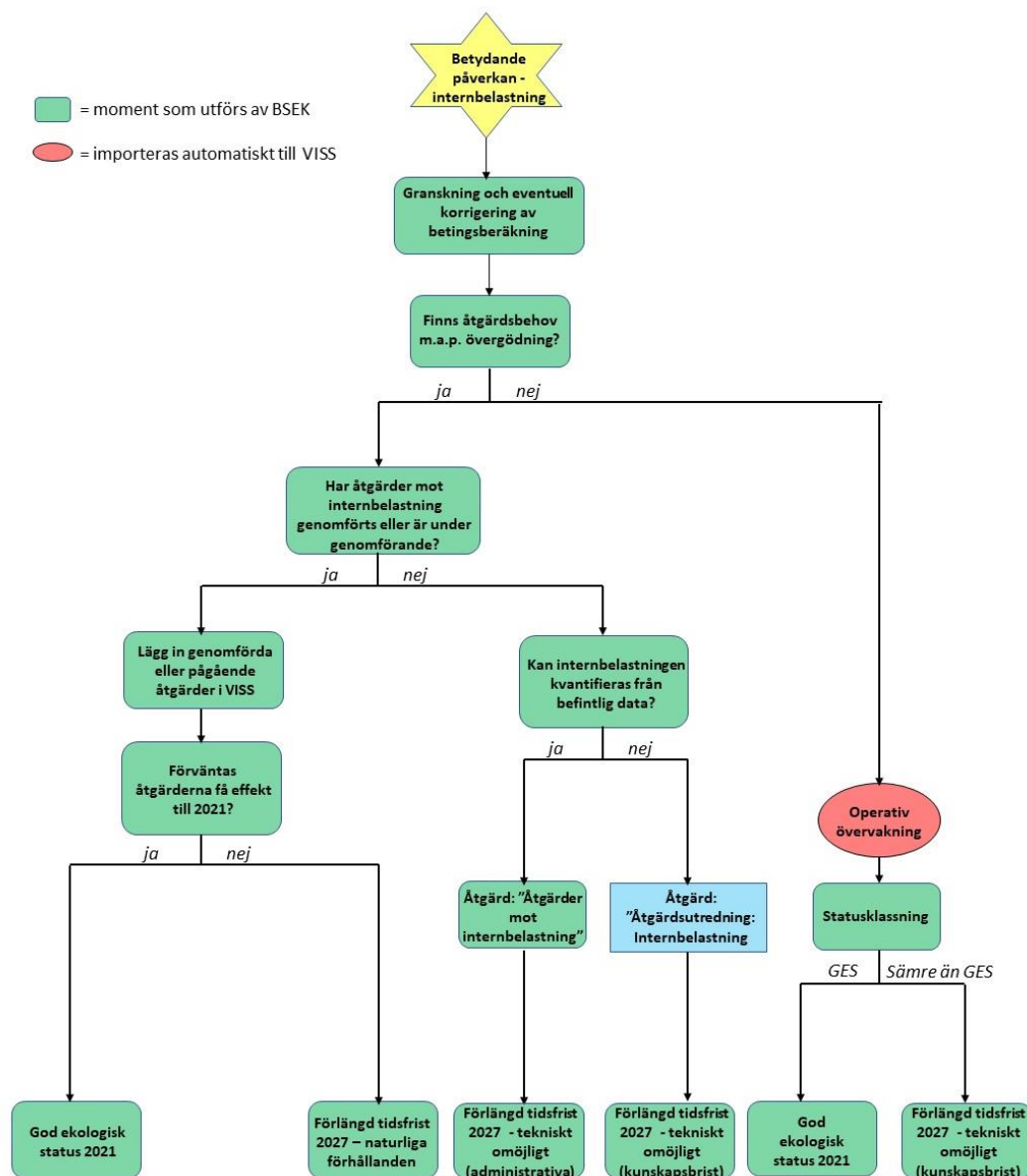
1	Förord	3
2	VEM GÖR VAD?.....	5
3	VILKA PÅVERKANSTYPER?	6
3.1	Påverkans typer och aktuella kvalitetsfaktorer	6
3.2	Koppling till påverkansanalys	6
4	ÅTGÄRDSANALYS.....	7
4.1	Beskrivning av tillämpliga åtgärds kategorier	7
4.1.1	Åtgärds kategorier nivå 1	7
4.1.2	Åtgärds kategorier nivå 2	7
4.2	Undersökande övervakning..... Fel! Bokmärket är inte definierat.	
4.3	Arbetsgång.....	10
5	MINDRE STRÄNGT KRAV	12
6	TIDSFRISTER	13
7	REFERENSER	15
8	BILAGA	16

2 VEM GÖR VAD?

Beredningssekretariaten genomför en granskning av betingsberäkningarna för övergödning, och ska där eventuellt korrigera betingen för internbelastade sjöar. Detta arbetsmoment utförs september-18 oktober 2019.

Beredningssekretariaten ansvarar för att lägga in möjliga och genomförda åtgärder kopplade till internbelastning i VISS, med stöd av Vattenmyndigheterna. Detta arbetsmoment utförs oktober-22 november 2019.

Beredningssekretariaten ansvarar för att lägga in MKN i VISS, med stöd av Vattenmyndigheterna. Detta arbetsmoment utförs januari-april 2020.



Figur 1: Flödesschema för åtgärdsplanering och MKN för påverkanstypen Internbelastning. OBS: Schemat ger endast en översiktlig bild av metoden!

3 VILKA PÅVERKANSTYPER?

3.1 Påverkanstyper och aktuella kvalitetsfaktorer

Enligt EU:s indelning av Påverkan berörs följande Påverkanstyp:

Historisk förorening

En ytterligare precisering av påverkanstypen som gjorts av Vattenmyndigheterna är:

Historisk förorening – Internbelastning

Bedömningen av betydande påverkan görs utifrån miljökonsekvenser och valbara parametrar:

Övergödning – fosfor

3.2 Koppling till påverkansanalys

Bedömning av betydande påverkan från bottensediment i internbelastade sjöar har i cykel 3 huvudsakligen gjorts utifrån en lista upprättad i Huser m. fl. (2016). Denna bedömning endast kvalitativ för det stora flertalet sjöar, d.v.s. det finns i normalfallet inga uppskattningar av storleksordningen på fosforflödet från bottensediment. För att sätta in en fysisk åtgärd krävs åtminstone en kvantitativ skattning av internbelastningens storlek.

Ett flertal verktyg för beräkningar på internbelastade sjöar är under framtagande inom projektet LIFE IP Rich Waters. Det kommer dels att tas fram ett enkelt verktyg som bedömer risken för internbelastning utifrån ett mindre antal sjöprover, dels ett verktyg för massbalansberäkning som även kräver mätningar från sjöns in- och utlopp, samt ett mer sofistikerat modelleringsverktyg som kan används för att beräkna internbelastningens storlek, och effekter från olika åtgärder. I ett kompletterande projekt finansierat av HaV samlas dessutom data in från ett antal internbelastade sjöar över hela landet, från Skåne till Norrbotten.

Med resultaten från dessa projekt kommer det att finnas en grund för en säkrare påverkansanalys av internbelastning i nästa cykel. För en heltäckande nationell analys krävs dock ytterligare provtagningar.

4 ÅTGÄRDSANALYS

4.1 Beskrivning av tillämpliga åtgärds kategorier

4.1.1 Åtgärds kategorier nivå 1

Åtgärder mot internbelastning

Beskrivning: Detta är en ospecificerad åtgärds kategori som innefattar alla åtgärder riktade mot internbelastning. Detta innefattar en eller flera av metoderna: Aluminiumbehandling, muddring (inklusive lågflödesmuddring), reduktionsfiske, avtappning, samt syresättning. Metoder för att åtgärda internbelastning kan delas upp efter två principer: Att fastlägga fosfor i sedimenten (aluminiumbehandling, syresättning), eller att fysiskt ta bort fosfor från sediment eller bottenvattnet (muddring, avtappning). Reduktionsfiske verkar åtminstone delvis genom båda mekanismerna. Generellt är metoder för att fastlägga fosfor i sedimenten billigare och säkrare, medan metoder där fosfor tas upp ur sjön har den potentiella fördelen att fosfor kan nyttjas som gödningsmedel. Vilken metod som är mest lämplig beror på platsspecifika förhållanden, och vilka aspekter som tas i beaktande.

I åtgärds kategorin ingår även nödvändig provtagning för att utreda kostnadseffektiviteten av olika möjliga åtgärder. För att sätta in åtgärder mot internbelastning bör man anta ett helhetsgrepp, där källor kartläggs och åtgärder analyseras och planeras i hela avrinningsområdet. I första hand ska de externa källorna som orsakat internbelastningen åtgärdas. I vissa fall har detta redan skett så att åtgärder mot internbelastning bör prioriteras, i andra fall bör åtgärder mot extern och intern belastning ske parallellt (Malmaeus och Karlsson, 2015). De verktyg som tas fram inom LIFE IP Rich Waters kommer att kunna användas för dessa analyser, men de är behjälpliga först vid åtgärdsanalysen i nästa cykel.

Effekt: Av de ovan nämnda metoderna är aluminiumbehandling den mest studerade, vilken ger en hög momentan effekt på 80-100% av internbelastningen. För övriga metoder är det vetenskapliga underlaget mindre omfattande, men de studier som finns tyder på en effekt på 50% eller mindre.

Kostnad: Huser m.fl (2016) anger schablonkostnader per ha för samtliga åtgärder nämnda ovan. Aluminiumbehandling är den billigaste behandlingen med en schablonkostnad på 32 294 kr/ha. Kostnaden för reduktionsfiske är likvärdig, medan utpumpning/avtappning är c:a 2 ggr dyrare, syresättning är c:a 4 ggr dyrare, och muddring är c:a 5 ggr dyrare. Kostnaden kan variera mycket mellan olika objekt och beror på de platsspecifika förhållandena. Därtill kommer en kostnad för provtagning och utredning på ungefär 250 000 kr per vattenförekomst.

4.1.2 Åtgärds kategorier nivå 2

Här beskrivs fysiska åtgärder mot internbelastning som har använts i Sverige under den innevarande cykeln. Dessa ska endast läggas in i VISS som genomförda eller pågående åtgärder, och ej som möjliga åtgärder.

Åtgärder mot internbelastning -> Aluminiumfällning

Beskrivning: Tillsats av aluminium är en beprövad metod för kemisk fällning av fosfor i sjöar. Den kan tillsättas som en lösning av Al-salt (Al-sulfat, Al-klorid, eller polyaluminiumklorid), antingen till vattenmassan eller till sedimenten. Genom behandlingen återskapas balansen mellan fosfor och bindningskapacitet i sedimenten, så att internbelastningen inte längre är förhöjd utan istället ligger på en naturlig nivå. Al-behandling är den mest tillämpade och studerade åtgärden mot internbelastning. Den ger snabba och relativt pålitliga resultat, och är effektiv och relativt billig. Organiskt aluminium är dock toxiskt för biota, och metoden kräver därför noggrann planering för att säkerställa att gränsvärden för Al-koncentrationer inte överskrids i vare sig den behandlade sjön eller i angränsande vattensystem. En annan nackdel med Al-behandling är att den inte tar tillvara på den anrikade fosfor, då den i och med att den fastläggs i sedimenten blir svår att återvinna. Al-behandling kan lämpa sig för de flesta sjötyper, dock inte de med naturligt högt (>9) eller lågt (<6) pH.

Effekt: Al-behandling ger en hög momentan effekt om den utförs på rätt sätt, med 80-100% reduktion av fosforflödet.

Kostnad: Medelkostnaden för grunda sjöar anges till 39 500 kr/ha, för djupa sjöar till 25 900 kr/ha, och medelkostnaden 32 300 kr/ha. Medellivslängden för åtgärden anges till 15 år. Kostnadsintervallet anges till 18-350% (Huser m.fl, 2016).

Åtgärder mot internbelastning -> Reduktionsfiske

Beskrivning: Utfiskning av stora, bottenlevande fiskarter kan minska fosforflödet från sedimenten genom att minska den fysiska omblandningen, och innebär dessutom en fysisk bortförsel av fosfor i form av fiskbiomassa. Metoden kan också inkludera inplantering av rovfiskar som gädda och gös. En fördel är att utfiskning även kan förbättra den ekologiska strukturen, öka rovfisktätheten och minska växtplanktonkoncentrationerna. Reduktionsfiske behöver utföras kontinuerligt för att nå en varaktig effekt. Metoden används med fördel i kombination med andra åtgärder då den kan användas för att öka effektiviteten av dessa.

Effektivitet: Effektiviteten av reduktionsfiske som ensam åtgärd är låg enligt Huser m.fl. (2016). Det finns dock positiva dokumenterade effekter från exempelvis Växjösjöarna (Hedré, 2018). Reduktionsfiske kan även användas för att förbättra effekten av andra åtgärder.

Kostnad: Kostnaden för reduktionsfiske anges i Huser m.fl. (2016) till 33 800 kr/ha, med en förväntad åtgärdslevslängd på 2-5 år, och ett kostnadsintervall på 13-470%.

Åtgärder mot internbelastning -> Avtappning

Beskrivning: Metoden innebär att man kontinuerligt tappar av fosforrikt bottenvatten, vilket dels innebär en nettobortförsel av fosfor, och dels medför att

syresättningen förbättras. Det utpumpade vattnet kan antingen behandlas och återföras till sjön, återföras längre nedströms, eller, om förhållandena tillåter, användas för bevattning och gödsling. Metoden kan medföra vissa olägenheter i form av dålig lukt omkring anläggningen, och återförsln av vatten till sjön är ett riskmoment då vattenmassan kan destabiliseras, vilket kan orsaka omblandning och ökat fosforflöde från bottenvattnet till ytvattnet. Metoden är endast tillämplig på djupa sjöar med tydlig skiktning under sommaren, och lämpar sig väl för kustvatten där utpumpat vatten ej behöver återföras till systemet.

Effekt: Ingen effektsiffra anges i Huser m.fl. (2016). Metoden är på experimentstadiet i Sverige men har tidigare använts med goda resultat i södra Europa (Nürnberg, 2007).

Kostnad: Kostnaden för avtappning anges i Huser m.fl. (2016) till 68 900 kr/ha, med en förväntad åtgårdslivslängd på 20 år, och ett kostnadsintervall på 86-114%.

Åtgärder mot internbelastning -> Lågflödesmuddring

Beskrivning: Vid muddring tas fosforberikat sediment maskinellt bort från sjön. Lågflödesmuddring är en ny metod som är skonsammare än traditionell muddring. Det översta sedimentlagret sugs då upp med slangar från sjöbotten, antingen genom ett muddringsfordon som rör sig över sjöbotten (automatiserad lågflödesmuddring), eller från en flotte på vattenytan (manuell sugmuddring). Metoden innebär en konkret bortförsl av fosfor från sedimenten och har fördelen att det näringsrika sedimentet potentiellt kan utnyttjas som gödsel på åker- eller skogsmark. Den kräver dock logistiska resurser för att hantera lagring, avvattning och eventuell transport av sedimentmassan. Eftersom metoden är ny och förhållandevis oprövad finns det ännu stora osäkerheter i kostnader och effekter.

Effekt: Lågflödesmuddring är en ny teknik, och det saknas ännu vetenskapligt publicerade resultat. Preliminära resultat från Barnarpssjön i Jönköpings län visar på förbättrad vattenkvalitet, men förbättringen är inte kvantifierad.

Kostnad:

Åtgärder mot internbelastning -> Omblandning

Beskrivning: Målsättningen med åtgärden är att genom syresättning av bottenvattnet uppnå oxiderande förhållanden och därigenom fastlägga fosfor i sedimenten. En positiv bieffekt av detta är att man uppnår bättre förhållanden för viss bottenlevande fisk. Metoden kan ses som en skonsammare variant av Al-behandling i och med att man fastlägger fosfor i sedimenten utan att använda potentiellt farliga kemikalier. Den är dock dyrare och inte lika effektiv som Al-behandling. En risk med metoden är att den kan orsaka omblandning i sjön och frigöra mer fosfor till ytvattnet. Metoden lämpar sig främst för djupa sjöar och havsvikar och förutsätter en relativt hög bindningskapacitet hos sedimenten för att fungera. I Sverige används metoden för närvarande endast i kustvatten.

Effekt: Huser m.fl. (2016) anger att ingen effekt av åtgärden på internbelastning har påvisats. Det finns dock exempel på positiva effekter från kustvatten i Sverige (Stigebrandt m.fl. 2015).

Kostnad: Kostnaden för omblandning anges i Huser m.fl. (2016) till 23 300 kr/ha, baserat på löpande kostnader under en period av 20 år, och ett kostnadsintervall på 68-125%. Åtgärdens måste utföras kontinuerligt för att behålla verkan.

Åtgärder mot internbelastning -> Åtgärdsutredning: Internbelastning

Beskrivning: Målet med *Åtgärdsutredning: Internbelastning* är att samla in de vattenkemiska data som krävs för att skatta internbelastningens storlek utifrån massbalansberäkningar. Övervakningsprogrammen kan därför designas efter behoven av indata hos de verktyg som kommer att användas för dessa beräkningar. I detta fall behöver man skilja mellan djupa, dimiktiska sjöar (med tydlig temperaturskiktning under sommaren), och grunda, polymiktiska sjöar (med svag temperaturskiktning som bryts flera gånger om året). För information om vilka provtagningar som krävs, se Appendix (A1).

Effekt:

Kostnad: Provtagningar behöver göras under 2-3 år, med en årskostnad på c:a 75 000 kr. Totalkostnaden blir därmed 150 000-225 000 kr.

4.2 Arbetsgång

1. Det första momentet i åtgärdsanalysen är att beräkna åtgärdsbehovet (betinget) för samtliga vattenförekomster. Denna beräkning görs av SMHI, men beredningssekretariatet kommer att ansvara för att kvalitetsgranska beräkningarna för respektive län. Eftersom internbelastningen inte ingår i PLC-underlaget som betingsberäkningarna utgår ifrån kan de beräknade betingen för övriga påverkanstyper överskattas i avrinningsområden med internbelastade sjöar. Här blir en viktig uppgift att justera betingen i dessa områden.

I filerna som levereras från SMHI kommer sjöar med betydande påverkan från internbelastning att flaggas. Beredningssekretariatet bör vara uppmärksamma på dessa och se över de beräknade betingen i de avrinningsområden som berörs.

2. Åtgärder mot internbelastning har genomförts eller är under genomförande i ett mindre antal vattenförekomster i Sverige. Beredningssekretariatet ansvarar för att dessa läggs in i VISS som pågående eller genomförda åtgärder. Här ska de specifika fysiska åtgärderna på nivå 2 i åtgärdsbiblioteket användas.

3. Om betingsberäkningarna påvisar ett åtgärdsbehov för vattenförekomsten ska påverkan från internbelastning kunna kvantifieras. Om det ej går att beräkna internbelastningens storlek utifrån befintliga data (se appendix A1 för databehov), ska *Åtgärdsutredning: Internbelastning* föreslås som möjlig åtgärd. Notera att provtagningar som motsvarar denna åtgärd redan pågår i ett antal sjöar inom LIFE IP Rich Waters och SÅP-projekten.

4. Om det går att kvantifiera internbelastningen ifrån befintliga data ska åtgärds kategorin *Åtgärder mot internbelastning* föreslås som möjlig åtgärd. Här ska *inte* de specifika åtgärderna på nivå 2 i åtgärdsbiblioteket användas.

För rådgivning i frågor om behov av dataunderlag och beräkningar hänvisas till Ernst Witter på Länsstyrelsen Örebro: ernst.witter@lansstyrelsen.se

5 MINDRE STRÄNGT KRAV

Enligt vägledningen (HVMFS 2014:12) kan föroreningar som orsakats av verksamhet som har upphört utgöra skäl för att sätta ett mindre strängt krav, om ett åtgärdande innebär orimliga kostnader. För att bedöma om en åtgärd innebär orimliga kostnader måste först en bedömning göras av vilken åtgärd som är mest lämplig för sjön ifråga, eftersom kostnadseffektiviteten skiljer sig kraftigt åt mellan de olika möjliga behandlingarna (se Bilaga, avsnitt 2). Eftersom det ännu inte finns ett nationellt underlag för att avgöra lämpligheten för de olika möjliga åtgärderna är Mindre strängt krav inte tillämpligt för denna förvaltningscykel.

6 TIDFRISTER

1. Om en kvantitativ skattning av internbelastningens storlek saknas:

- Förlängd tidsfrist till 2027 – Tekniskt omöjligt

Förslag till motiveringstext: Vattenförekomsten klassas till sämre än god status med avseende på näringsämnen (eller biologiska kvalitetsfaktorer som indikerar näringsämnespåverkan). Sjön bedöms vara internbelastad, men det saknas data för att verifiera detta. En åtgärdsutredning bör göras för att verifiera påverkan från internbelastning.

2. Om åtgärder mot internbelastning har genomförts, men åtgärden bedöms inte få tillräcklig effekt till 2021:

- Förlängd tidsfrist till 2027 – Naturliga förhållanden

Förslag till motiveringstext: God ekologisk status med avseende på näringsämnen (eller biologiska kvalitetsfaktorer som indikerar näringsämnespåverkan) kan inte uppnås till 2021 på grund av naturliga förhållanden. Åtgärder för att minska internbelastningen har genomförts, men bedöms inte ha nått tillräcklig effekt till 2021.

3. Om åtgärder mot internbelastning är under genomförande, men åtgärden bedöms inte få tillräcklig effekt till 2021:

- Förlängd tidsfrist till 2027 – Tekniskt omöjligt

Förslag till motiveringstext: God ekologisk status med avseende på näringsämnen (eller biologiska kvalitetsfaktorer som indikerar näringsämnespåverkan) kan inte uppnås till 2021 på grund av administrativa begränsningar. Åtgärder för att minska internbelastningen är under genomförande, men bedöms inte ha nått tillräcklig effekt till 2021.

4. Om den externa belastningen har minskat signifikant genom tidigare åtgärder, och *Åtgärder mot internbelastning* föreslagits som möjlig åtgärd:

- Förlängd tidsfrist till 2027 – Tekniskt omöjligt

Förslag till motiveringstext: God ekologisk status med avseende på näringsämnen (eller biologiska kvalitetsfaktorer som indikerar näringsämnespåverkan) kan inte uppnås till 2021 på grund av administrativa begränsningar. För att kunna besluta om lämpliga åtgärder för att minska den interna belastningen krävs det en miljökonsekvensutredning, samt utredning om motstående intressen och rådighet. Vägledning för detta förväntas först kunna tillämpas först under 2020. De erforderliga utredningarna kan därför inte genomföras till åtgärdsanalysen inför den fjärde vattenförvaltningscykeln.

5. Om status är bedömd till sämre än god, men risken är osäker p.g.a. låg tillförlitlighet:

- Förlängd tidsfrist till 2027 – Tekniskt omöjligt

Förslag till motiveringstext: God ekologisk status med avseende på näringsämnen (eller biologiska kvalitetsfaktorer som indikerar näringsämnespåverkan) kan inte uppnås till 2021 på grund av kunskapsbrist. Tillförlitligheten för riskbedömningen är låg, och operativ övervakning krävs för att verifiera statusbedömningen.

7 REFERENSER

- Hedrn, A. (2018). Reduktionsfiske i Vxjösjöarna. Slutredovisning av ett LOVA-projekt 2016–2018. Vxjö kommun.
- Huser, B., Löfgren, S., & Markensten, H. (2016). Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden (No. 2016: 6).
- Malmaeus M. & Karlsson M., (2015). Fosfordynamik i Hjälmmaren – Resultat av simuleringar. IVL Rapport C72.
- Nürnberg, G. K. (2007). Lake responses to long-term hypolimnetic withdrawal. *Lake and Reservoir Management* 23(4), s. 388-409.
- Stigebrandt, A. m.fl. (2015). An Experiment with Forced Oxygenation of the Deepwater of the Anoxic By Fjord. *Ambio* 44 (1), s. 42-54.

8 BILAGA

1. Bakgrund

Sjöar utgör normalt sett en betydande fosforsänka i vattensystemen, då en stor andel av den tillförda fosfor fastläggs i sedimenten. För sjöar som under lång tid mottagit en hög fosforbelastning blir dock sedimenten berikade av fosfor, vilket leder till att fosfor börjar frigöras från sedimenten. I synnerhet sker detta i syrefria botten, där reducerande förhållanden kan göra att bindningskapaciteten minskar. En sjö vars förmåga att fastlägga fosfor minskat brukar benämnas som internbelastad.

Det förekommer alltid ett visst utflöde av fosfor från sedimenten, vilket utgör sjöns bruttointernbelastning. Normalt sett är denna liten i förhållande till fastläggningen. Om bruttointernbelastningen ökar, minskar retentionen av fosfor, och sjön kan då betraktas som internbelastad. Om utflödet av fosfor överstiger sedimentationen kallas detta för nettointernbelastning. Det är sällsynt att sjöar är nettointernbelastade (d.v.s. utgör en fosforkälla) sett över hela året, men det kan ofta förekomma under kortare tidsperioder, typiskt under sommarmånaderna.

2. Åtgärder mot internbelastning

Åtgärder mot internbelastning kan delas upp i två huvudsakliga kategorier: De som innebär bortförel av fosfor och de som innebär fastläggning av fosfor. De metoder som innebär bortförel av fosfor har den potentiella fördelen att fosfor kan tas tillvara i form av gödningsmedel. I praktiken har det dock varit svårt att utnyttja återvunnet sediment, på grund av tekniska svårigheter, kostnader, samt giftiga ämnen som ackumulerats i sjöbotten. Fastläggning av fosfor är oftast tekniskt enklare, men innebär att fosfor blir kvar på sjöbotten där den inte kan nyttjas.

De flesta av de beskrivna åtgärderna innebär relativt stora operationer med logistiska utmaningar av olika slag. Al-fällning innebär hantering av stora mängder kemikalier, medan muddring och avtappning kräver hantering av muddringsmassor eller vattenmängder. Dessa åtgärder är också relativt energikrävande p.g.a. användandet av olika fordon och farkoster, eller framställande av kemikalier.

Av de åtgärder som för närvarande används i Sverige är reduktionsfiske den mest skonsamma ur ett ekologiskt perspektiv. Det är dessutom enklare att ta tillvara den utfiskade biomassan genom att den exempelvis kan användas till framställning av biogas.

3. Branschförutsättningar

Internbelastning orsakas av historiska föroreningar från tidigare verksamheter, exempelvis orenade avlopp eller industrier. I de fall där föroreningarna orsakats av jordbruksverksamheter eller avloppsutsläpp är det i regel inte möjligt att knyta föroreningen till en verksamhetsutövare. I de fall där industriutsläpp är huvudorsaken till föroreningen kan det dock finnas en verksamhetsutövare som kan hållas ansvarig.

4. Finansiering

Den tydligaste vägen till finansiering av åtgärder mot internbelastning är genom LOVA-anslag (Lokala vattenvårdsprojekt). LOVA-bidragets syfte är att bidra till att uppnå de miljökvalitetsmål som fastställts för vattenmiljön, vilket inkluderar åtgärder mot övergödning och internbelastning.

I och med den nya LOVA-förordningen så kan internbelastningsåtgärder finansieras upp till 90% med statsstöd. Stöd får ges till lokala vattenvårdsprojekt och kan avse framtagande av planer, information, genomförande, uppföljning eller utvärdering. Den åtgärdsutredning som förutsätts ingå i den generella åtgärds-kategorin *Åtgärder mot internbelastning* kan därmed finansieras till 90% genom LOVA-bidrag.

För åtgärder som avser att minska internbelastningen av fosfor kan stöd ges till åtgärder i vattenmiljön som resulterar i:

- Permanent fastläggning av fosfor i sediment, till exempel genom tillsats av fosforbindande ämne, såsom aluminiumklorid.
- Bortförel av fosfor från sediment.
- Syresättning av anoxiskt bottenvatten för att stimulera naturlig fastläggning av fosfor, till exempel genom pumpning av syrerikt ytvatten ned till botten.
- Reduktionsfiske som utförs med avsikt att minska internbelastning av fosfor.
- Andra åtgärder som resulterar i minskning av fosforläckage från sediment.

Ett krav för att beviljas LOVA-anslag är att sökanden uppskattar och beskriver de bakomliggande källorna till internbelastningsproblematiken, samt om rimliga åtgärder vidtagits för att reducera dessa. Dessutom ska sökanden redovisa hur långsiktig uppföljning (flera år) av åtgärden skall ske, samt hur data kommer tillgängliggöras.

5. Möjliga förbättringar till nästa cykel

Det som bör prioriteras inför nästa cykel är att förbättra påverkansanalysen. Det finns goda möjligheter att göra detta, då det i skrivande stund pågår ett flertal projekt gällande internbelastning som vattenförvaltningen kan dra nytta av. Inom ett av delprojekten i EU-projektet LIFE IP Rich Waters kommer man att ta fram ett antal olika verktyg som är direkt användbara för påverkansanalys m.a.p. internbelastning: 1) Ett verktyg som identifierar sjöar med risk för internbelastning, utifrån ett fåtal provtagningar. 2) Ett verktyg som genom massbalansberäkningar överskådligt kan kvantifiera internbelastningen. 3) Ett modelleringsverktyg som mer noggrant kan beräkna både internbelastning och uppskatta effekten av åtgärder, vilket dock kräver omfattande provtagningar. Genom det kompletterande projektet ”Från Skåne till Norrbotten” provtas dessutom ytterligare ett 20-tal internbelastade sjöar över hela Sverige.

I projektet ”Mobil fosfor i skärgårdens botten, mängder och fördelning” som drivs av Uppsala Universitet tar man fram underlag för att identifiera skärgårdsområden med betydande internbelastning, både lokalt och regionalt. Denna information kommer att vara central för planering av kostnadseffektiva åtgärder.

En vidare ambition bör vara att inkludera internbelastningen i PLC-beräkningarna som utgör underlag för belastningsberäkningarna för fosfor, och att därigenom kunna inkludera internbelastning som en åtgärdbar källa i åtgärdsanalysen för övergödning.

Referenser

- Buergel, P. M., & Soltero, R. A. (1983). The distribution and accumulation of aluminum in rainbow trout following a whole-lake alum treatment. *Journal of Freshwater Ecology*, 2(1), 37-44.
- Huser, B. J., Egemose, S., Harper, H., Hupfer, M., Jensen, H., Pilgrim, K. M., Reitzel, K., Rydén, E. & Futter, M. (2016a). Longevity and effectiveness of aluminum addition to reduce sediment phosphorus release and restore lake water quality. *Water research*, 97, 122-132.
- Huser, B., Löfgren, S., & Markensten, H. (2016b). Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden (No. 2016: 6).
- Huser, B., & Köhler, S. (2012). Potential toxicity and chemical processes of aluminium addition for sediment phosphorus control in Östhammarsfjärden (No. 2012: 02).
- Naturvårdsverket. 2002. Kalkning av sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket. Handbok 2002:1.
- Welch, E. B., & Cooke, G. D. (1999). Effectiveness and longevity of phosphorus inactivation with alum. *Lake and Reservoir management*, 15(1), 5-27.

Appendix

A1. Beskrivning av nödvändiga provtagningar för åtgärden *Åtgärdsutredning: Internbelastning*

För dimiktiska sjöar gäller:

- Prover ska tas centralt i sjön, vid maximalt sjödjup.
- Temperatur och syrgas ska mätas i hela profilen med 0,5 m intervall, för att kartlägga skiktningen.
- Prover ska tas från islossning, till och med höstomblandningen, en gång i månaden.
- Prover ska initialt tas på fem olika djup: ett från ytvattnet, ett från ovanför termoklinen, ett nära termoklinen, ett från hypolimnion, och ett bottenvattenprov.
- De parametrar som ska analyseras är: Total-P, PO₄-P samt pH. Dessutom klorofyll-a och färgtal från ytvattenprovet.
- En djupkarta över sjön måste tas fram.

För polymiktiska sjöar görs istället en skattning utifrån sjöns totala massbalans, vilket kräver analys av färre parametrar och ett annat provtagningsschema:

- Prover ska tas i samtliga inlopp, samt i utloppet
- Prover ska tas från islossning till isläggning, minst en gång per månad. I sjöar med kortare omsättningstid än tre månader rekommenderas provtagning varannan vecka.
- Den enda parameter som behöver analyseras är Total-P.
- Flöden från in- och utlopp krävs, antingen mätta eller modellerade från exempelvis S-HYPE.