



Sedimentfosfor i Öringesjön 2020

Fraktionsfördelning och mängd rörlig fosfor i sjöns botten



Sedimentfosfor i Öringesjön 2020
Fraktionsfördelning och mängd rörlig fosfor i sjöns botten

Författare: Mia Arvidsson och Emil Rydin
Medarbetare: Thomas Jansson

2021-01-12
Redigerad 2021-03-02
Rapport 2021:1
Naturvatten i Roslagen AB
Norra Malmavägen 33
761 73 Norrtälje
0176 – 22 90 65

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
METOD	5
PROVTAGNING OCH ANALYSER.....	5
BERÄKNINGAR.....	7
RESULTAT	8
SEDIMENTBESKRIVNING.....	8
VATTEN- OCH ORGANISK HALT	8
TOTALFOSFOR	9
FOSFORFRAKTIONER	9
FÖRRÅD AV MOBIL FOSFOR	11
ALUMINIUMDOSERING.....	12
MILJÖGIFTER.....	13
DISKUSSION.....	13
REFERENSER	15
BILAGA 1. ANALYSRESULTAT AV FOSFORFRAKTIONERING	17
BILAGA 2. ANALYSRESULTAT AV METALLER OCH MILJÖGIFTER	19

Sammanfattning

Föreliggande rapport redovisar vattenhalt, organisk halt, totalfosfor- och fosforfraktionshalter i Öringesjöns bottensediment. Undersökningen syftar till att utgöra underlag för eventuella åtgärder av sjöns bottensediment och därmed har mängden och formerna av den läckagebenägna sedimentfosfor kvantifierats och den mängd aluminium som behövs för att åtgärda fosforläckaget från botten beräknats. Vidare har analyser av metaller och miljögifter utförts i samband med sedimentundersökningen. Uppdraget utfördes av Naturvatten AB på uppdrag av Tyresö kommun.

Öringesjöns sediment håller låga till måttliga mängder läckagebenägen fosfor (ca 3 g/m²). Den rörliga mängden fosfor var nästan lika stor i sjöns grundare bottenområden som i djuphålan och den löst bundna och järnbundna andelen var liten.

Det fosforrika organiska materialet i Öringesjön mineraliseras och omsätts uppskattningsvis under en tidsperiod om cirka 10 år, vilket ger en genomsnittlig frisättning på cirka 0,3 g/m² och år. Den mobiliserade fosfaten kan med hjälp av en aluminiumbehandling bindas i sedimenten istället för att frigöras till vattenmassan. Antaget att en aluminiumdos som är 11 gånger större behövs för att binda den fosfor som behövs en aluminiumdos på knappt 40 g/m². Innan en eventuell aluminiumbehandling utförs rekommenderas att den externa belastningen åtgärdas.

De metaller och miljögifter som analyserades i sjöns sediment överskrider inte gällande gränsvärden med avseende på kemisk ytvattenstatus och har god kemisk status med avseende på SFÄ (Cu).

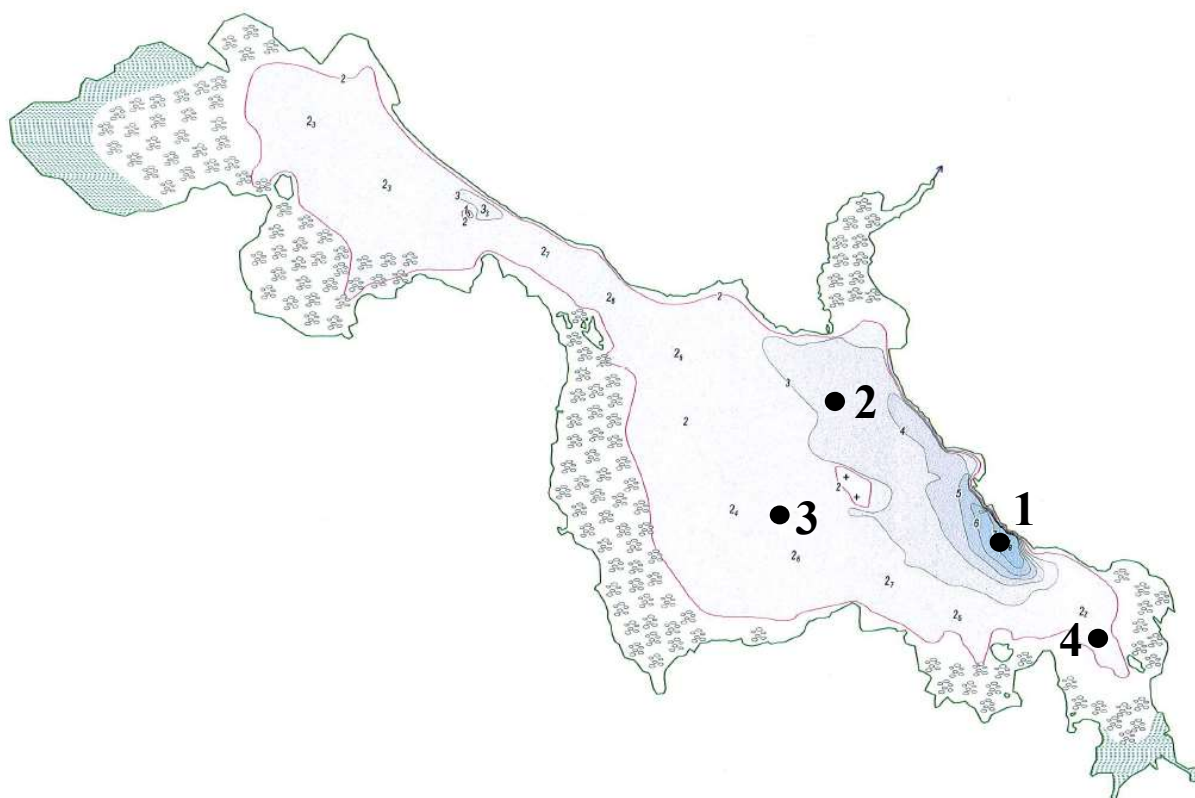
Inledning

Föreliggande rapport redovisar fosforhalten och dess former i Öringesjöns bottnar, i syfte att ge kunskap om hur stora mängder mobil fosfor sedimenten håller och hur den fördelningen ser ut vid olika bottendjup. Vidare beräknades den mängd aluminium som behövs för att binda den mobila fosfor och att på så vis förhindra läckage till vattenmassan. Fosfor som har potential att frigöras från sediment kan beskrivas som läckagebenägen, rörlig, labil eller mobil fosfor. Undersökningen utfördes av Naturvatten AB på uppdrag av Tyresö kommun.

Metod

Provtagning och analyser

Sedimentprovtagningen utfördes av Thomas Jansson den 10 november 2020. Vid provtagningen togs 3 sedimentkärnor avseende fosforfraktionering och 2 ytsedimentprover (0-2 cm) för analys av metaller och miljögifter. Vattendjupet varierade mellan 2,2 och 7,0 meters djup. Bottenvattentemperaturen var ca 7 grader och syrgashalten ca 10,5 mg/l. Sjön dokumenterades med foton och provtagningspunkterna med GPS-koordinater (SWEREF99 TM). Punkternas lägen samt djup redovisas i Figur 1 och Tabell 1.



Figur 1. Djupkarta och provpunkter för sedimentprovtagning i Öringesjön 2020. Djupkarta av Anders Svahnberg, Myrica AB.

Tabell 1. Koordinater (Sweref 99 TM), djup (m) och analysomfattning för sedimentproverna i Öringesjön.

Provpunkter	Koordinater (SWEREF99 TM)		Djup (m)	Analyser
	X	Y		
1	6572615	685923	7,0	Fosforfraktionering och metaller och miljögifter
2	6572771	685716	3,2	Fosforfraktionering
3	6572644	685651	2,5	Fosforfraktionering
4	6572506	686035	2,2	Metaller och miljögifter

Sedimentpropparna togs med en rörprovtagare (Willnerhämtare) med plexiglasrör. Röret hade en längd av 50 centimeter och en diameter på 63 millimeter. Sedimentkärnorna från provpunkt 1-3 skiktades i samband med provtagningen i 7 skikt, 2 cm tjocka (Figur 2). Skikten 0–2, 2–4, 6–8, 12–14, 18–20, 30–32 och 36–38 cm analyserades med avseende på vattenhalt, glödningsförlust, sedimentens totalfosforhalt och fosforfraktioner. Vid provpunkt 1 och 4 skiktades ytsediment (0-2 cm) för analys av metaller (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), PAH16 och TOC samt vid provpunkt 1 för ytterligare analys av Ag, PCB, PBDE och PFOS. De sedimentkemiska fosforanalyserna utfördes av Erkenlaboratoriet och miljögifterna analyserades av ALS Scandinavia AB (båda ackrediterade av SWEDAC).



Figur 2. Sedimentkärnor och skiktade prover från Öringesjön 2020.

Beräkningar

De olika fosforformer som finns bundna i sediment kan delas upp 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 (BD-rP)
3. aluminiumbunden fosfor (NaOH-rP)
4. organiskt bunden fosfor (NaOH-nrP)
5. kalciumbunden fosfor (HCl-rP)
6. residualfosfor (huvudsakligen organiska fosforformer)

Den läckagebenägna fosfor kvantifierades genom att en bakgrundskoncentration antogs, det vill säga den fosforkoncentration som yngre sedimentlager förväntas nå ner till efter att den läckagebenägna fosfor har lämnat dessa sedimentskikt. Begravningskoncentrationen subtraherades från de högre halterna i ytligare sedimentlager i varje enskild kärna. Skillnaden anses utgöra summan av den fosfor som kommer att frigöras med tiden (Rydin 2000) och benämns här läckagebenägen fosfor. Den läckagebenägna fosfor består vanligtvis av organiska former tillsammans med järnbunden fosfor. Läckagebenägen fosfor i varje sedimentskikt räknades om till mängd per m^2 och summerades.

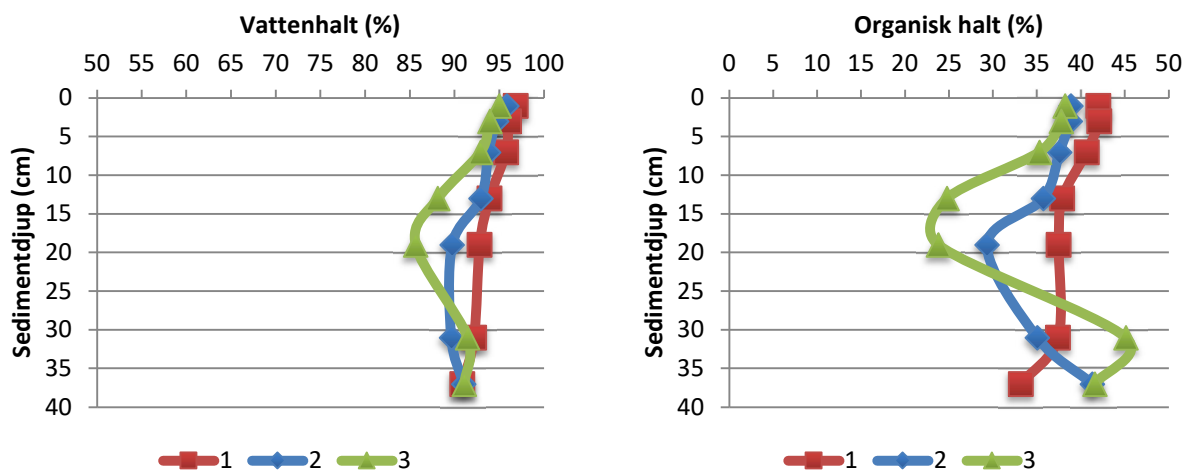
Resultat

Sedimentbeskrivning

Materialet i den undersökta sedimentkärnan från djuphålan (provpunkt 1) bestod av brun gyttja i ytskiktet och under detta av brunsvart gyttja som övergick till gyttjelera en dryg dm ner i sedimenten och sedan till lergyttja i de djupare lagren ner till cirka 4 dm sedimentdjup. Vid övriga provpunkter utgjordes materialet genomgående av brun gyttja eller gyttjelera ner till cirka 1 dm sedimentdjup och därefter av brun lergyttja. Sedimentet vid provpunkt 4 (0-2 cm) hade inslag av grovdetritus. Ingen notering av svavelväte eller järn- och manganklumpar gjordes.

Vatten- och organisk halt

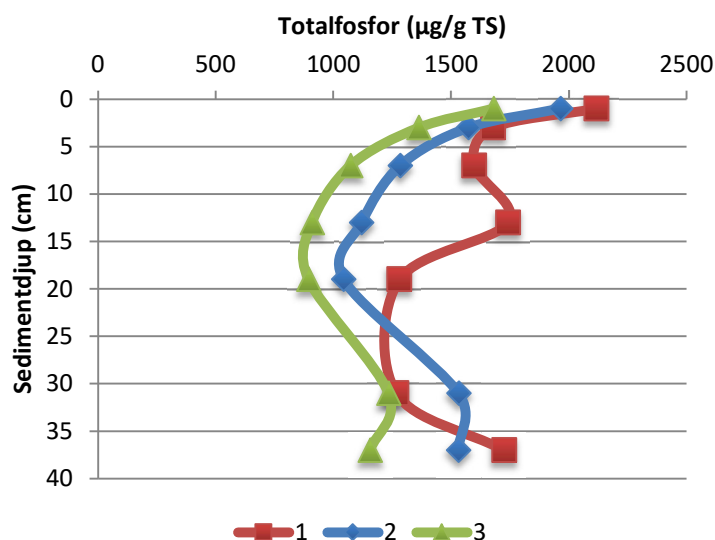
Vid de två djupare stationerna (nr 1 och 2) var vattenhalten mycket hög och når inte under 90 procent i de uppmätta profilerna (Figur 3). I den grundare kärnan (nr 3) går vattenhalten ner mot 85 procent mellan 1-2 dm ner i sedimentet för att åter stiga över 90 procent 3 dm ner i kärnan. Den höga vattenhalten förklaras av den mycket höga andelen organiskt material i Öringesjöns sediment, vilken ligger mellan 30 och 40 procent. Den organiska halten klingar sakta av med ökande sedimentdjup i de två djupare kärnorna, men sjunker till ca 25 procent i de mellersta skikten i den grundare kärnan där vattenhalten också var lägre. Detta innebär en period av sedimentation av material med en högre andel minerogent material som har sedimenterat i den delen av sjön.



Figur 3. T.v. visas vattenhalt (%) och t.h. organisk halt (%) i undersökta skikt (0-2, 2-4, 6-8, 12-14, 18-20, 30-32 och 36-38 cm) och kärnor (nr 1-3) i Öringesjön 2020.

Totalfosfor

Totalfosforhalten klingar av till följd av att den organiskt bundna fosfor mineraliserar. Men totalfosforhalten ökar igen i de djupaste skikten vilket förklaras av att ett mer näringsrikt material avsattes då. I den grunda kärnan förklarar en period av minerogent material, med låg fosforhalt, de relativt låga koncentrationerna i den kärnans mitt.



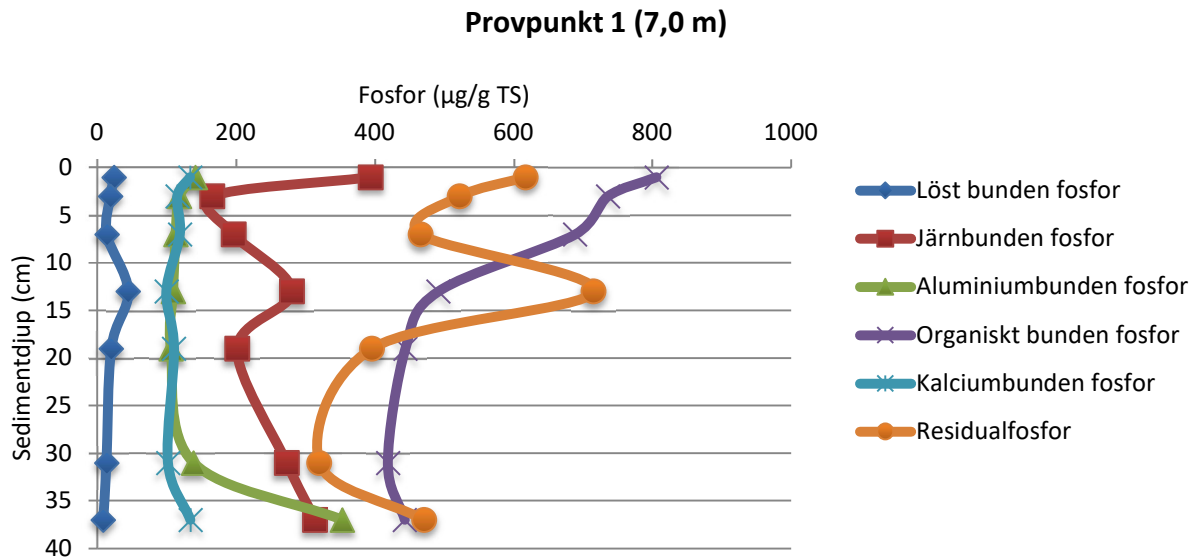
Figur 4. Totalfosforhalten ($\mu\text{g/g TS}$) i de 3 sedimentkärnorna från Öringesjön 2020.

Fosforfraktioner

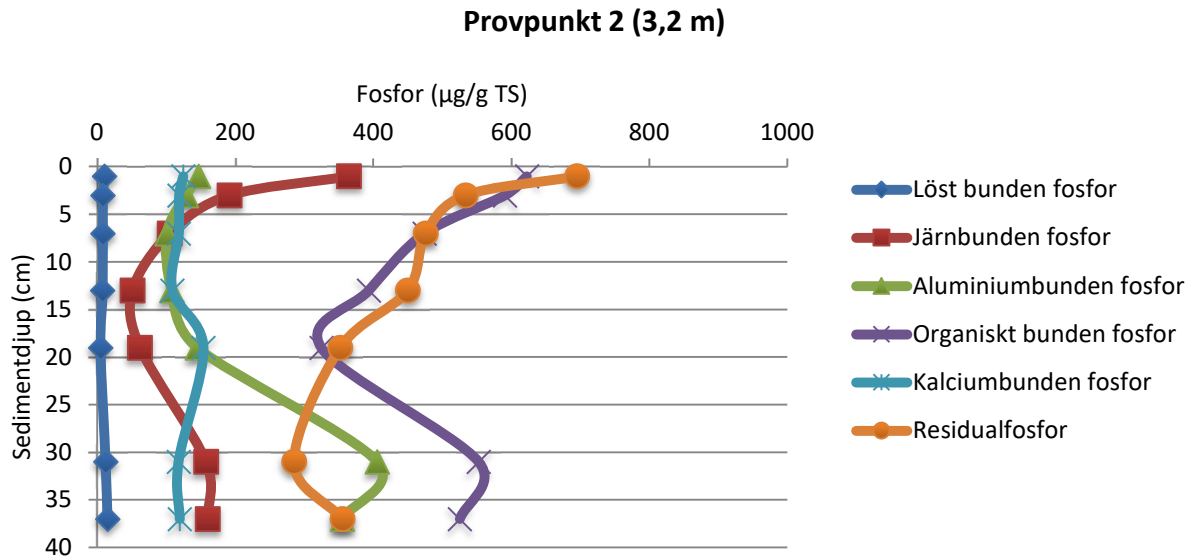
Halterna löst bunden fosfor är generellt låga, under $10 \mu\text{g P/g TS}$ i de två grundare kärnorna, medan halterna är cirka dubbelt så höga i kärnan från djuphålan, men fortfarande måttligt höga (Figur 5-7).

Den järnbundna fosfor står i jämvikt med den löst bundna fosfor, och ingår i den läckagebenägna fosforpoolen. Något förhöjda halter järnbunden fosfor finns i det översta skiktet, och till viss del även i 2-4 cm lagret. Detta tyder på att järnbunden fosfor i någon mån bildas i ytsedimenten, vilket periodvis kräver god syrgastillgång och järn. Märkligt nog är halterna av järnbunden fosfor högre i hela profilen i den djupare kärnan jämfört med de två övriga. Men de förhöjda halterna bör betraktas som bakgrundshalter. Aluminiumbunden fosfor återfinns naturligt i låga och konstanta koncentrationer i de flesta sjöars sediment. I Öringesjön är den aluminiumbunden fosfor förhöjd i de djupare sedimentlagren, vilket oftast beror på att det tidigare (i detta fall förmodligen i mitten på 1900-talet) har funnits en lokal avloppsrening som har breddat.

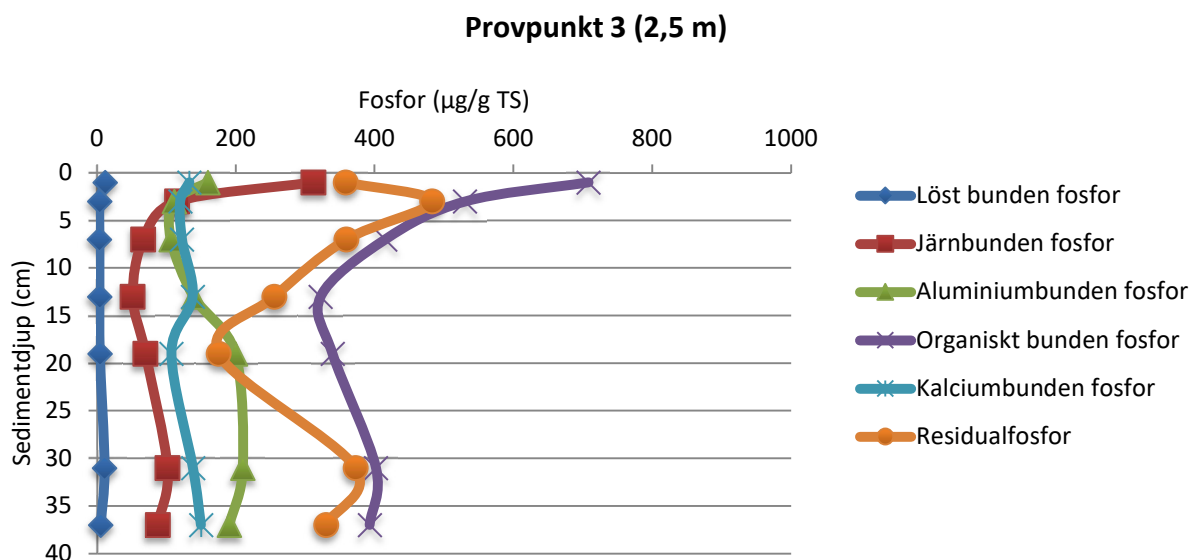
Organisk fosfor (NaOH-nrP och Res-P) utgör den dominerande poolen av läckagebenägen fosfor och klingar av med ökat sedimentdjup, vilket belyser mineraliseringen av organiska fosforformer. I den medeldjupa kärnan (nr 2) är halterna förhöjda 3 dm ner i profilen vilket tillsammans med den aluminiumbundna fosfor belyser en annan belastningshistorik på sjön under en period under mitten på 1900-talet.



Figur 5. Fosforhalt (µg/g TS) per fraktion i sedimentkärna 1.



Figur 6. Fosforhalt (µg/g TS) per fraktion i sedimentkärna 2.



Figur 7. Fosforhalt ($\mu\text{g/g TS}$) per fraktion i sedimentkärna 3.

Förråd av mobil fosfor

Den läckagebenägna fosfor (framförallt organiskt bunden fosfor samt löst- och järnbunden fosfor) kan räknas om till mängd per ytenhet, genom att identifiera den fosfor som är labil nog att mineraliseras. Detta görs genom att bestämma en begravningskoncentration utifrån den andel fosfor som är stabil nog att begravas för gott så att den resterande delen kan kvantifieras. I Öringesjön sträcker sig kvantifieringen ner till 20 cm och de förhöjda halterna 30 cm ner i sedimenten är därmed inte inkluderade i den beräknade mobila poolen.

Detta resulterar i små mängder löst bunden och järnbunden fosfor ($0,3\text{-}0,6 \text{ g/m}^2$) och måttliga mängder organiskt bunden mobil fosfor ($2,8\text{-}2,9 \text{ g/m}^2$). Totalt rör det sig i genomsnitt om cirka $3,3 \text{ g P/m}^2$ i hela sjöns bottenområden djupare än cirka 2,5 meter (Tabell 2). Det är ovanligt att i princip samma mängder organiskt bunden mobil fosfor finns i både grunda och djupare sediment, eftersom den brukar fokuseras till sjöns djupare delar.

Tabell 2. Vattendjup och mobil fosfor per ytenhet (g/m^2) vid provtagningsstationerna i Öringesjön 2020.

Provpunkt	Djup (m)	Mobil fosfor (g/m^2)
1	7,0	3,4
2	3,2	3,4
3	2,5	3,2

I jämförelse med andra sjöar i Stockholmsregionen ligger mängden rörlig fosfor på liknande nivå som i till exempel Magelungen (2,9 g/m²) och något lägre än i till exempel Örlången, Kvarnsjön och Trehörningen (ca 4-5 g/m²), (Arvidsson och Rydin 2013, Rydin och Arvidsson 2019). Sjön Erken är måttligt näringsrik och håller 5 g P/m² (Rydin 2000) medan till exempel Lejondalssjön, Hjälmarén och även Långsjön ligger runt 10 g P/m² (Rydin och Arvidsson 2018, Malmaeus och Rydin 2015 samt Arvidsson och Rydin 2013).

Aluminiumdosering

Antaget att cirka 11 gånger mer aluminium behövs för att binda en given mängd fosfor (Rydin m fl. 2000) samt att det inte finns något tydligt samband mellan vattendjupet och mängden läckagebenägen fosfor i Öringesjön kan samma dos (ca 37 g/m²) tillsättas alla bottenar. En vanlig dos ligger normalt på 50 g Al/m² eller något mer, en behandling kan därför utföras vid ett tillfälle, även om dosen definitivt är högre än vad som är nödvändig.

Då vegetationen har en genomsnittlig maximal djuputbredning kring 2,5 meters djup (Arvidsson och Gustafsson 2019) är det rimligt att behandla bottenytan från detta djup (eller djupare). Uppskattningsvis skulle behandling av bottenar från detta djup binda upp till 370 kg fosfor (Tabell 3). Denna siffra är dock förmodligen överskattad, på grund av de osäkra areauppgifterna mellan 2 och 3 meters djup. Under förutsättning att cirka halva arean i djupintervallet 2-3 m består av bottenar större än 2,5 m skulle den totala mängden aluminium i detta fall uppgå till cirka 4 ton. Att behandla bottenar djupare än till exempel 3 meter, motsvarar cirka 12 procent av bottenarean och åtgärdar 140 kg av fosforförrådet i Öringesjöns bottenar.

Tabell 3. Bottenytan vid undersökt djupintervall (Myrica 2000), läckagebenägen fosfor i sedimenten samt beräknad mängd aluminium för att binda denna. Bottenytan i djupintervallet 2-3 m utgörs av en area på totalt ca 16 ha.

Djupintervall (m)	Area (ha)	Rörlig fosfor (g/m ²)	(kg)	Aluminium (g/m ²)	(ton)
2,5-3,0	8*	3,2	249	35	2,7
3,0-4,0	3	3,4	101	37	1,1
4,0-5,0	1	3,4	23	37	0,3
5,0-7,8	0	3,4	16	37	0,2
Summa	11,9	-	389	-	4,3

*Uppskattat halva ytan av areaintervallet 2-3 m

Miljögifter

Nedan redovisas de parametrar vilka omfattas av författningssamlingens bedömningsgrunder för särskilda förorenade ämnen samt kemisk ytvattenstatus vad gäller sediment (Tabell 4). Inga gränsvärden överskrider avseende kemisk ytvattenstatus och sjön uppvisar god kemisk status med avseende på SFÄ (koppar, *Cu*). Samtliga värden redovisas i Bilaga 2.

För koppar i sediment är värdena framtagna för att hänsyn ska tas till naturlig bakgrund om denna hindrar efterlevnad av gränsvärdena, och med undantag för kadmium och bly avser värdena sediment med 5 procent organiskt kol (HVMFS 2019:25).

Tabell 4. Sammanställning av analysresultat från sedimentprover med avseende på särskilda förorenade ämnen och kemisk ytvattenstatus. Analysvärden inom parentes avser korrigerade värden för sediment med avvikande kolhalt.

Ämne	Enhet	Värde		Gränsvärde HVMFS 2019:25		Kommentar
		Provpunkt 1	Provpunkt 4	SFÄ	Kemisk ytvattenstatus	
Cd	mg/kg TS	1,31	1,27		2,3	Överskrider ej
Cu	mg/kg TS	47,4 (12,5*)	44,4 (10,0*)	36		Överskrider ej
Pb	mg/kg TS	57,4	55,9		130	Överskrider ej
antracen	mg/kg TS	0,017 (0,004*)	<0,010 (0,002*)		0,024	Överskrider ej
fluoranten	mg/kg TS	0,19 (0,05*)	0,121 (0,03*)		2	Överskrider ej

*Värdena avser sediment med 5 % organiskt kol (HVMFS 2019:25).

Diskussion

Mer än hälften av Öringesjöns sedimentyta ligger djupare än 2 meter. På större delen av dessa bottnar ackumuleras näringsrikt sediment vilket genererar en internbelastning när det fosforrika materialet bryts ner. Den rörliga mängden fosfor (ca 3,3 g/m²) i Öringesjön borde omsättas under en tidsperiod på omkring 10 år, baserat på skattningar från upprepade sedimentundersökningar och aluminiumbehandlingar av sjöar i regionen. Detta ger en genomsnittlig frisättning på cirka 0,3 g P/m² årligen, i och med att den organiskt bundna fosfor mineraliseras. Uppskattningsvis motsvarar detta ett läckage på ca 37 kg fosfor per år (på bottnar djupare än ca 2,5 m).

I rapporten *Internbelastning och fosforbudget för Öringesjön 2020* (Arvidsson m.fl. 2020) beräknades internbelastningen från djuphålan (där 5-8 m) uppgå till cirka 1,2 kg fosfor under 2020 och att övriga

bottenområden (2-5 m djup) hade potential att frisätta cirka 50 kg fosfor. Detta motsvarar för bottenområdet 2,5-8 meters djup cirka 30 kg, vilket stämmer relativt väl överens med det årliga läckage som kan tänkas ske från sedimentens fosforförråd (ca 37 kg) i detta djupintervall, sett till en omsättningsperiod på ca 10 år. I djuphålan (5-7,8 m) finns ett fosforförråd på ca 16 kg, vilket kan tänkas motsvara en frisättning på cirka 1,6 kg per år, vilket även är jämförbart med en internbelastning på cirka 1,2 kg per år (Arvidsson m.fl. 2020).

Under perioder av syresatta och i övrigt gynnsamma förhållanden binds den frisatta fosfor till järn. Tack var goda syreförhållanden i Öringesjön under 2020 förmodades att sedimenten skulle innehålla en hög andel järnbunden fosfor. I jämförelse med sjöar och havsvikar under stor näringsbelastning var halten relativt liten i Öringesjön (0,3-0,6 g/m²) men sett till ett eller ett par år av goda förhållanden i sjön motsvarar dessa halter en trolig mängd järnbunden fosfor sett till ca 1-2 års läckage i takt med att den organiskt bundna fosfor mineraliseras.

I rapporten *Förstudie av status och åtgärdsförslag för Öringesjön* (Arvidsson m.fl. 2020) beräknades Öringesjöns beting (förbättringsbehov) med avseende på fosfor till 8,2 kg. En aluminiumbehandling av större delen av Öringesjöns vegetationsfria bottnar motsvarar en årlig reducering av internbelastningen på cirka 30-40 kg. En behandling av ett mindre område, från till exempel 3, 4 respektive 5 meters djup resulterar i en genomsnittlig minskning på cirka 11-14 kg, 3-4 kg respektive 1,2-1,6 kg årligen. Effekten av en aluminiumbehandling är dock avhängig ett åtgärdande av den externa fosforbelastningen som beräknades uppgå till cirka 16,3 kg/år (antropogen belastning). Sett till sjöns storlek och omsättningstid bör den externa fosforbelastningen åtgärdas innan en eventuell aluminiumbehandling eller motsvarande åtgärd.

Referenser

Arvidsson, M. & A. Gustafsson. 2019. Vattenvegetation och växtplankton i Öringesjön 2019. Naturvatten i Roslagen AB. Rapport 2019:30.

Arvidsson, M. & E. Rydin. 2013. Fosfors fördelning i sju sjöars botten sediment inom Tyresåns avrinningsområde – Kvarnsjön, Gömmaren, Ådran, Trehörningen, Orången, Magelungen och Långsjön. Naturvatten i Roslagen AB. Rapport 2013:8.

Arvidsson, M., Lindqvist, U., Rydin, E. & A. Gustafsson. 2020. Internbelastning och fosforbudget för Öringesjön 2020 – Tyresö kommun. Naturvatten i Roslagen AB. Rapport 2020:32.

Arvidsson, M., Näslund, J., Van der Nat, D. & A. Gustafsson. 2020. Förstudie av status och åtgärdsförslag för Öringesjön – Tyresö kommun. Naturvatten i Roslagen AB. Rapport 2020:4.

Havs- och Vattenmyndigheten. 2013. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.

Malmaeus, M & Rydin, E. 2015. Sedimentundersökning i Hjälmarén. Resultat från provtagning maj 2015. IVL rapport C 136.

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.

Rydin, E. & M. Arvidsson. 2018. Lejondalssjöns sediment 2018 - Åtgärdsunderlag för fastläggning av fosfor i sediment. Naturvatten i Roslagen AB. Rapport 2018:28.

Rydin, E. & M. Arvidsson. 2019. Orångens sediment 2019 – Åtgärdsunderlag för fastläggning av fosfor i sediment. Naturvatten i Roslagen AB. Rapport 2019:18.

Rydin, E, Huser, B. & E. Welch. 2000. Amount of phosphorus inactivated by alum treatments in Washington lakes. Limnology and Oceanography 45(1):226-230.

Svahnberg, A. 2000. Djupkarta och sjömätning. Myrica AB

Bilaga 1. Analysresultat av fosforfraktionering

Provpunkt	Skikt (cm)	Vattenhalt (%)	Glödgningsförlust (%)	Tot-P (µg/g TS)
1	0-2 cm	96,8	42,0	1965
1	2-4 cm	96,1	42,1	1573
1	6-8 cm	95,7	40,6	1283
1	12-14 cm	93,9	37,9	1120
1	18-20 cm	92,8	37,5	1043
1	30-32 cm	92,2	37,4	1532
1	36-38 cm	90,8	33,2	1531
2	0-2 cm	95,8	38,9	2118
2	2-4 cm	94,7	38,8	1678
2	6-8 cm	93,8	37,5	1598
2	12-14 cm	92,9	35,7	1742
2	18-20 cm	89,7	29,3	1280
2	30-32 cm	89,6	35,0	1268
2	36-38 cm	91,0	41,3	1725
3	0-2 cm	95,0	38,2	1681
3	2-4 cm	93,9	37,8	1362
3	6-8 cm	92,9	35,3	1072
3	12-14 cm	88,1	24,7	909
3	18-20 cm	85,6	23,8	894
3	30-32 cm	91,4	45,1	1235
3	36-38 cm	91,1	41,6	1156

Provpunkt	Skikt (cm)	NH ₄ Cl-rP (µg/g TS)	BD-rP (µg/g TS)	NaOH-rP (µg/g TS)	NaOH-nrP (µg/g TS)	HCl-rP (µg/g TS)	Rest-P (µg/g TS)
1	0-2 cm	24,5	394	142	806	134	617
1	2-4 cm	19,2	166	119	736	116	523
1	6-8 cm	14,0	197	113	689	119	466
1	12-14 cm	44,8	281	110	492	100	715
1	18-20 cm	20,3	202	106	444	111	396
1	30-32 cm	13,7	273	139	419	102	320
1	36-38 cm	8,8	314	353	443	134	471
2	0-2 cm	10,5	365	147	623	125	695
2	2-4 cm	8,4	192	129	591	119	534
2	6-8 cm	8,3	105	101	474	118	476
2	12-14 cm	7,9	51	108	393	109	450
2	18-20 cm	5,0	62	145	325	154	352
2	30-32 cm	12,3	158	406	553	118	285
2	36-38 cm	15,1	160	355	525	120	356
3	0-2 cm	11,4	312	159	708	133	358
3	2-4 cm	3,7	115	111	530	120	483
3	6-8 cm	3,3	66	106	415	122	359
3	12-14 cm	3,4	51	139	322	138	256
3	18-20 cm	4,0	70	199	339	107	175
3	30-32 cm	10,7	102	210	402	138	373
3	36-38 cm	5,0	88	190	393	150	330

Bilaga 2. Analysresultat av metaller och miljögifter

Ämne	Enhet	Provpunkt 1 (7,0 m)	Provpunkt 4 (2,2 m)
Torrsubstans vid 105°C	%	5,5	5,46
Totalt organiskt kol (TOC)	% torrsvikt	19	22,1
As, arsenik	mg/kg TS	5,92	4,86
Cd, kadmium	mg/kg TS	1,31	1,27
Co, kobolt	mg/kg TS	15,8	13,9
Cr, krom	mg/kg TS	33,7	25,9
Cu, koppar	mg/kg TS	47,4	44,4
Hg, kvicksilver	mg/kg TS	0,198	0,204
Ni, nickel	mg/kg TS	32	29
Pb, bly	mg/kg TS	57,4	55,9
V, vanadin	mg/kg TS	39,4	30,2
Zn, zink	mg/kg TS	242	235
Ag, silver	mg/kg TS	0,213	
naftalen	mg/kg TS	0,05	0,016
acenaftylen	mg/kg TS	0,011	<0,010
acenaften	mg/kg TS	<0,010	<0,010
fluoren	mg/kg TS	0,03	0,012
fenantren	mg/kg TS	0,092	0,045
antracen	mg/kg TS	0,017	<0,010
fluoranten	mg/kg TS	0,19	0,121
pyren	mg/kg TS	0,12	0,078
bens(a)antracen	mg/kg TS	0,061	0,039
krysen	mg/kg TS	0,093	0,044
bens(b)fluoranten	mg/kg TS	0,26	0,167
bens(k)fluoranten	mg/kg TS	0,081	0,054
bens(a)pyren	mg/kg TS	0,089	0,056
dibens(a,h)antracen	mg/kg TS	0,039	0,024
bens(g,h,i)perylen	mg/kg TS	0,228	0,143
Indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	0,224	0,151
PAH, summa 16	mg/kg TS	1,58	0,95
PAH, summa 11	mg/kg TS	1,46	0,898
PAH, summa cancerogena	mg/kg TS	0,847	0,535
PAH, summa övriga	mg/kg TS	0,738	0,415
PAH, summa L	mg/kg TS	0,061	0,016
PAH, summa M	mg/kg TS	0,449	0,256
PAH, summa H	mg/kg TS	1,08	0,678

Ämne	Enhet	Provpunkt 1 (7,0 m)
PCB 28	mg/kg TS	0,0006
PCB 52	mg/kg TS	0,00047
PCB 101	mg/kg TS	0,00216
PCB 118	mg/kg TS	0,00106
PCB 138	mg/kg TS	0,00602
PCB 153	mg/kg TS	0,00496
PCB 180	mg/kg TS	0,00248
PCB, summa 7	mg/kg TS	0,0178
perfluoroktansyra (PFOA)	mg/kg TS	<0,000500
perfluoroktansulfonsyra (PFOS)	mg/kg TS	<0,000500
BDE 28	µg/kg TS	<0,22
tetraBDE	µg/kg TS	<4,6
BDE 47	µg/kg TS	<0,13
pentaBDE	µg/kg TS	<4,6
BDE 99	µg/kg TS	<0,094
BDE 100	µg/kg TS	<0,08
hexaBDE	µg/kg TS	<2,9
BDE 153	µg/kg TS	<0,068
BDE 154	µg/kg TS	<0,061
heptaBDE	µg/kg TS	<5
oktaBDE	µg/kg TS	<8,4
nonaBDE	µg/kg TS	<21
Deca-BDE	µg/kg TS	<6,8
tetrabrombisfenol-A (TBBP-A)	µg/kg TS	<10,0
dekabrombifenyl (DeBB)	µg/kg TS	<11
hexabromcyklododekan (HBCD)	µg/kg TS	<5,00