

Beskrivning av åtgärden

Aluminiumfällning av läckagebenägen fosfor i sediment i Riddarfjärden

Sammanfattning

Riddarfjärden har idag måttlig ekologisk status gällande näringsämnen till följd av förhöjda halter fosfor. För att nå miljökvalitetsnormerna för vatten behöver den landbaserade belastningen av fosfor minska samtidigt som den interna fosforbelastningen behöver upphöra.

Internbelastningen är planerad att åtgärdas genom en aluminiumfällning. Åtgärden innebär att den läckagebenägna fosfor i sedimenten binds genom att en lösning av aluminiumklorid tillsätts i den fria vattenmassan. Fällning av fosfor med aluminium är en välbeprövad metod som har använts under de senaste fyra decennierna i många sjöar och kustområden med gott resultat.

Aluminiumfällningen är planerad att inledas år 2025 och avslutas år 2026. Åtgärden bedöms inte ge upphov till några negativa effekter på natur- eller kulturvärden. Effekterna av fällningen förväntas istället bli positiv genom minskade näringshalter, ökat siktdjup och bättre miljö för flora och fauna i viken. Den sammanvägda risken för negativa effekter av åtgärden bedöms vara mycket liten och kommer att följas upp genom ett kontrollprogram.

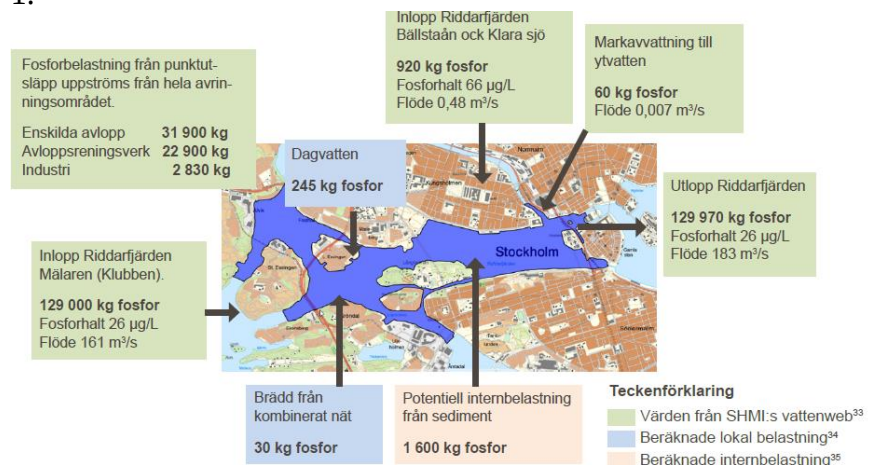
Innehåll

Sammanfattning	1
Bakgrund	3
Planerad åtgärd	4
<i>Period för genomförande av aluminiumfällningen</i>	6
Förväntad effekt	6
<i>Effekt på vattenkvaliteten</i>	6
<i>Effekt på naturmiljön</i>	6
Områdesförutsättningar och bedömd påverkan	8
<i>Fornlämningar och kulturmiljö</i>	8
<i>Strandskydd, rekreation och friluftsliv</i>	9
<i>Farleder och sjöfart</i>	9
<i>Yrkes- och fritidsfiske</i>	9
<i>Naturmiljö</i>	9
Rättslig prövning	10
Informationsmöte	10
Uppföljning av effekter	10
Referenser	11

Bakgrund

Riddarfjärden har idag måttlig ekologisk status gällande näringsämnen till följd av förhöjda halter fosfor. Vattenkvaliteten har generellt förbättrats sedan 1970-talet genom en förbättrad rening av avloppsvatten i reningsverk. Historiska utsläpp av avloppsvatten och bräddningar har dock resulterat i förhöjd ackumulation av fosfor i sedimentet som påverkar dagens vattenkvalitet i Riddarfjärden. Vattnet i Riddarfjärden rinner till nedströms vattenförekomst Strömmen som idag har dålig status gällande näringsämnen.

I syfte att konkretisera åtgärdsarbetet för att nå miljökvalitetsnormerna för Riddarfjärden har Stockholms stad tagit fram ett lokalt åtgärdsprogram. Vid framtagandet av det lokala åtgärdsprogrammet har olika källors fosforbidrag utretts och en sammanställning av fosforflöden via olika källor har gjorts, se figur 1.



Figur 1. Årlig total fosforbelastning till Riddarfjärden och beräknad potentiell internbelastning av fosfor från sedimenten i Riddarfjärden. Figur från Tyréns 2019.

Majoriteten av fosforbelastningen till Riddarfjärden kommer från uppströmströms liggande vatten i Mälaren. Av fosforbelastningen inom det lokala avrinningsområdet beräknas cirka 83 %, motsvarande 1600 kg P/år, utgöras av internbelastning från sedimenten. Internbelastningen är ett resultat av att den externa fosforbelastningen varit förhöjd under en lång tid. Ett fosforförråd har byggts upp i sedimenten vilket till slut, tillsammans med syrefria bottenar, leder till ett läckage av fosfor från bottenarna.

I en utredning av bottenarnas läckage av fosfor har bottensediment analyserats. I Riddarfjärden har halter av läckagebenägen fosfor i sedimenten påvisats som kan bidra till en förhöjd internbelastning

av fosfor. Den läckagebenägna fosfor uppmättes till maximalt 24,8 g/m² (medelvärde på 12,2 g/m²). Båda värdena anses vara höga för djupa, skiktade sjöar. Totalfosforhalterna i vattnet når >100 µg/l på 16 meters djup och >700 µg/l på 18 meters djup. Mängden rörlig fosfor är också relativt hög i de delar av sjön som är djupare än 10 meter och mycket hög där vattendjupet är högre än 14-16 m.¹

Syrefria och syrefattiga förhållanden bidrar till läckage av fosfor från sediment. Vattenkemidata visar att syrgashalterna i Riddarfjärden närmar sig 2 mg/l vid 12 m vattendjup tidvis under sommarperioden. Syrgashalten minskar också vid 8 m vattendjup men inte lika mycket.

Planerad åtgärd

Aluminiumtillsättning är en väl beprövad metod för att fastlägga fosfor. Fosfor binds till det stabila aluminiummineralet som bildas vid behandling och blir en del av sedimentet. Fosfor binder starkt till mineralet och minskar internbelastningen kraftigt. Effekten blir förbättrad vattenkvalitet och mindre tillförsel av fosfor nedströms.

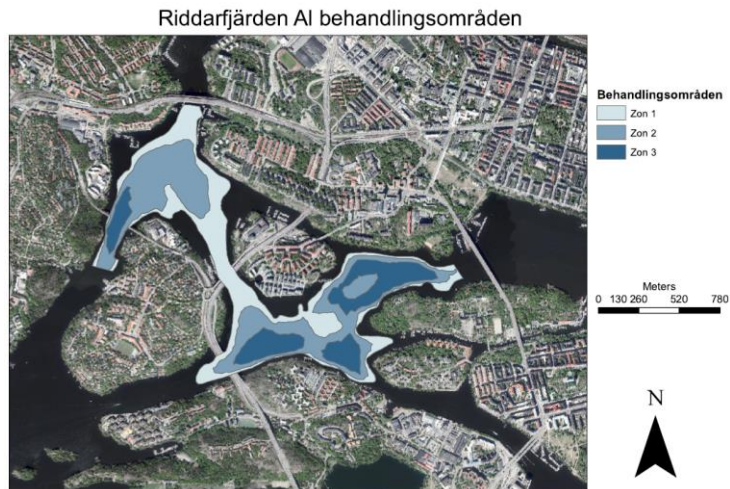
Stockholms stad har låtit undersöka storleken på den läckagebenägna fosfor i sediment i flera sjöar och vikar i Stockholms stad, bl.a. Riddarfjärden^{2,3}. Undersökningen omfattade även att utreda hur en behandling av sedimenten bör utföras för att minska internbelastningen och vilken mängd fällningslösning som behövs. I utredningen föreslås att den läckagebenägna fosfor binds med hjälp av en lösning med polyaluminiumklorid, så kallad PAX. Lösningen kan både tillsättas direkt i vattenmassan eller injekteras i de översta centimetrarna i sedimenten från en pråm. I Riddarfjärden förekommer flera fornlämningar, föremål och sjökablar på botten. Vidare förekommer föroreningar i sedimenten. För att ta hänsyn till fornlämningar och sjökablar kommer fällning direkt i vattenmassan att väljas som primär metod.

Baserat på analyserade mängder av fosfor i sedimenten enligt underlagsutredningar, bilaga 3-4, planeras behandlingsområdet börja vid 9 meters djup i den östra delen och från 14 meters djup i den västra delen av Riddarfjärden. Åtgärdsområden omfattar cirka 200 hektar. Behandlingsområdenas utbredning redovisas i figur 2 och 3.

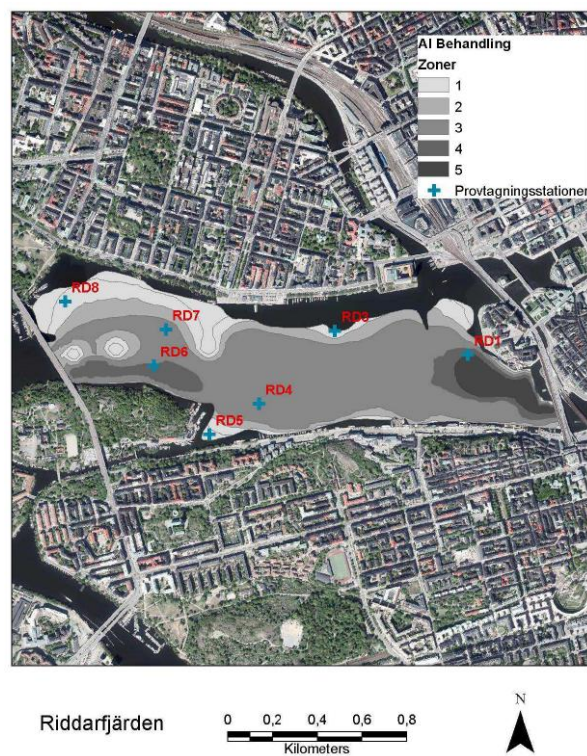
¹ ALcontrol (2017), se referenser

² Sjörestaurering Sverige AB (2021), se referenser

³ Alcontrol AB (2017), se referenser.



Figur 2. Behandlingszoner för fosforfällning i Riddarfjärdens västra del. Figur från Sjörestaurering Sverige AB (2021).



Figur 3. Behandlingszoner för fosforfällning i Riddarfjärdens östra del. Figur från ALcontrol AB (2017).

Det finns andra alternativa åtgärder för att minska internbelastningen i en sjö, t.ex. utpumpning av bottenvatten, bortförsel av sediment genom muddring och syresättning av syrefattiga bottenar. Valet av metod beror av de förutsättningar som finns, bl.a. storleken på sjön, och vilka effekter metoden får. Aluminiumfällning bedöms vara den mest kostnadseffektiva metoden och är dessutom en väl beprövad metod.

Om en fällning av den läckagebenägna fosfor i sedimenten ska få en bestående verkan är det viktigt att samtidigt minska tillförseln av fosfor från landbaserade källor. Om landbaserade åtgärder inte vidtas kommer behandlingen troligen att behöva upprepas inom en inte alltför lång tid. I det lokala åtgärdsprogrammet som antagits redovisas ett antal åtgärder med syfte att reducera den landbaserade belastningen.

Period för genomförande av aluminiumfällningen

Åtgärden är planerad att starta tidigast juni 2025 och avslutas hösten 2026. Åtgärden kommer att genomföras under en period av 2 år, vilket ökar möjligheten att erhålla så god effekt som möjligt, dvs mer bunden fosfor per tillsatt mängd aluminium.

Förväntad effekt

Effekt på vattenkvaliteten

Genom att åtgärda internbelastningen förväntas mängden löst fosfor i Riddarfjärden permanent minska med cirka 1600 kg fosfor per år. Omsättningstiden i Riddarfjärden varierar från några dagar under höst, vinter och vår, till månader under sommaren. Den varierande omsättningstiden medför att effekten av aluminiumbehandlingen kommer att se annorlunda ut beroende på årstiden. Under sommaren när slussarna oftast är stängda kommer vattenkvaliteten att förbättras, men under andra perioder när slussarna är öppna och omsättningstiden är kort, kommer flödet från uppströms liggande vattenförekomster i hög grad påverka vattenkvaliteten i Riddarfjärden. Även om effekten inte är mätbar under höst, vinter och vår bidrar åtgärden till minskad fosforbelastning till Riddarfjärden samt nedströms liggande vattenförekomst Strömmen.

Effekt på naturmiljön

Den direkta effekten av åtgärden förväntas bli ökat siktdjup och minskade fosforhalter vilket i sin tur leder till en bättre miljö för flora och fauna i Riddarfjärden. I ALcontrol AB:s rapport om läckagebenägen fosfor i Stockholms stad⁴ görs en genomgång av eventuella risker vid en aluminiumbehandling såsom ökad transport av metaller och organiska miljögifter och risker för djur och natur.

De negativa kemiska effekterna av en aluminiumbehandling kopplas främst till pH. När man tillsätter aluminiumlösningen till vatten frigörs vätejoner vilket gör att pH kan sjunka beroende på vilken buffringsförmåga vattnet har. Många vattenlevande organismer klarar inte en sur livsmiljö och flera metaller och

⁴ ALcontrol AB (2017), se referenser.

organiska miljögifter får en ökad löslighet vid lågt pH. Aluminium förekommer i olika former och kan vara toxiskt vid mycket lågt och mycket högt pH men risken bedöms vara försumbar vid neutrala förhållanden (pH 6-9). I Riddarfjärden råder neutrala pH förhållanden. När Långsjön, som ligger på gränsen mellan Stockholm och Huddinge, behandlades sänktes pH med enbart 0,4 enheter från 7,1 till 6,7. För att motverka sänkning av pH har den polyaluminiumklorid som föreslås för behandling även fått en buffrande förmåga vilket gör att inga stora sänkningar av pH förväntas ske.

Fisk påverkas av sänkt pH men det finns inget som tyder på att en behandling kommer att ha negativa effekter på fiskesamhället när pH är neutralt. Efter behandling av sjön Flaten i Stockholm påvisades inte heller några negativa effekter på fisken i sjön. Den största negativa effekten som förväntas är den störning som temporärt kan ske av t.ex. bottenfaunasamhället på grund av den flock som bildas. Effekten är dock i regel kortvarig och bottenfaunasamhället påverkas inte nämnvärt. Gällande plankton förväntas den största effekten bli positiv med en minskad mängd växtplankton och ändrad artsammansättning, som följd av en minskad fosforhalt i sjön.

Det finns många exempel på sjöar som har fällts med gott resultat, bl.a. Magelungen, Drevviken och Långsjön i Stockholm och Huddinge samt Trekanten och Flaten i Stockholm. Utredningar visar att inga påtagliga negativa effekter kan förväntas. I Växjö har en miljökonsekvensbeskrivning tagits fram inför fällningen av Växjösjöarna⁵. Där görs bedömningen att en aluminiumbehandling inte kommer påverka flora och fauna negativt utan den kommer snarare gynna den biologiska mångfalden med hänsyn till sammansättning av fiskesamhället, ökad utbredning av makrofytter samt större variation i plankton- och bottenfaunasamhället.

Sammanfattningsvis är bedömningen att risken för negativa effekter på miljön är mycket liten vid en aluminiumbehandling. Riskerna beskrivs mer utförligt i ALcontrol AB:s rapport gällande undersökning av läckagebenägen fosfor i sediment inom Stockholms stad⁶.

⁵ ALcontrol AB (2016), se referenser.

⁶ ALcontrol AB (2017), se referenser.

Områdesförutsättningar och bedömd påverkan

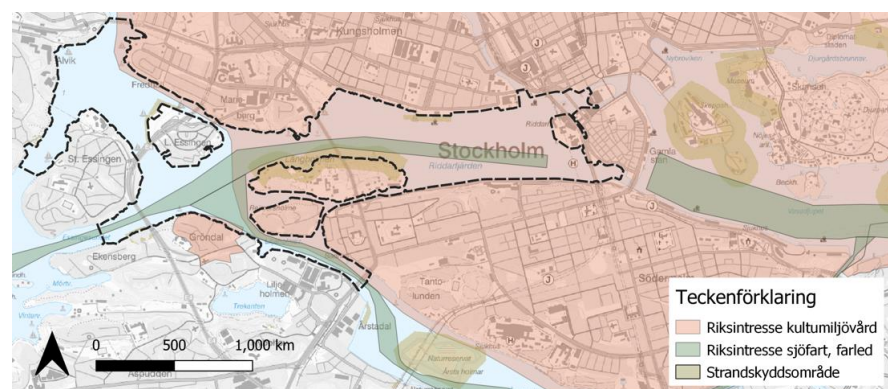
Fornlämningar och kulturmiljö

Inom åtgärdsområdet finns ett stort antal fornlämningar på botten, se figur 4. För att inte riskera att påverka förekommande fornlämningar planeras fällningen att utföras i vattenfasen, vilket innebär att direkt påverkan på botten inte är aktuellt. Ingen risk för påverkan på fornlämningar på botten bedöms därmed föreligga.



Figur 4. Fornlämningar inom området enligt riksantikvarieämbetets fornsök (2024-12-20).

Delar av Riddarfjärden ligger inom området "Stockholms innerstad med Djurgården" som är av riksintresse för kulturmiljövård enligt 3 kap. 6 § miljöbalken. Uttryck för riksintresset beskrivs som stadens utbyggnadsfaser från medeltiden fram till millennieskiftet, de öppna vattenrummen och utblickarna från gaturummen mot vattnet samt kontrasten mellan den täta staden och det gröna parklandskapet på Djurgården och andra platser som Långholmen och Skeppsholmen.⁷ Ingen risk för påverkan på kulturmiljövården bedöms finnas till följd av fosforfällningen då åtgärden inte förändrar några visuella intryck.



Figur 5. Riksintressen och områdesskydd inom Riddarfjärden. Vattenförekomsten är markerad med svart streckad linje.

⁷ AB 115 Riksintressen för kulturmiljövården – Stockholms län (AB), Riksantikvarieämbetet

Strandskydd, rekreation och friluftsliv

I Riddarfjärden finns flera badplatser som Fredhäll, Smedsudden, Lilla Essingen och Långholmen och vattenområdet nyttjas flitigt för kajakpaddling och fritidsbåtar. Delar av vattenområdet vid Långholmen samt Norr mälärstrand omfattas av strandskydd. Strandskyddet syftar till att långsiktigt trygga förutsättningarna för allemansrättslig tillgång till strandområden, och bevara goda livsvillkor för djur- och växtlivet på land och i vatten enligt miljöbalken 7 kapitlet 13 §.

Uppföljning av tidigare fosforfällningar som har utförts i Stockholms stad visar att inga påtagliga negativa effekter på miljön kan förväntas. Planerad fosforfällning bedöms inte påverka strandskyddets syften då allmänhetens tillgång till strand och vattenområdet inte påverkas samt då livsvillkoren för djur- och växtlivet i vatten inte förändras på ett betydande sätt. Fosforfällningen påverkar inte möjligheten till bad.

Farleder och sjöfart

I Riddarfjärden finns två allmänna farleder som är av riksintresse, farled 911 Riddarfjärden - Stora Björkfjärden samt farled 915 Danviksbron - Gröndal. Planerad fosforfällning kommer att utföras från en båt som cirkulerar inom åtgärdsområdet. Båten kommer inte att hindra eller påverka sjöfartens framkomlighet i farleden.

Yrkes- och fritidsfiske

Hela Mälaren utgör riksintresse för yrkesfiske vilket innebär att fiskesektorns tillgång till fångstområden samt viktiga lek- och uppväxtområden för betydande arter ska beaktas vid planeringen för användning av mark- och vattenområden. Fritidsfiske förekommer i Riddarfjärden och Stockholms ström.

Åtgärden bedöms inte påverka fritids- eller yrkesfiskets intressen då åtgärden inte påverkar framkomligheten i området samt då livsvillkoren för djur- och växtlivet i vatten inte förändras på ett betydande sätt. Åtgärden utförs från ett djup på 9-14 meter varför skyddande grunda vikar som kan utgöra viktiga lek- och uppväxtområden inte påverkas.

Naturmiljö

Bottenfaunan i Riddarfjärden inventerades år 2023. Vid inventeringen dominerade fåborstmaskar som generellt är en tålig grupp som kan leva i övergödda och syrefattiga miljöer. Mygglarver med mundelsskador påträffades vilket indikerar en påverkan från

miljögifter.⁸ Den största negativa effekten som förväntas är den störning som temporärt kan ske av t.ex. bottenfaunasamhället på grund av den flock som bildas. Effekten är dock i regel kortvarig och bottenfaunasamhället påverkas inte nämnvärt.

Artförekomsten av makrofytter, dvs. vattenvegetation, inventerades i 14 transekter i Riddarfjärden år 2019. Den vanligaste av de 26 arter som noterades var smal vattenpest följt av gul näckros och ålnate. Djupast förekommande undervattensarter var spärrkrokmossa som noterades på 5,0 meters djup och siktdjupet uppmättes till 4,6 meter.⁹ Då planerad fosforfällning utförs från ett djup på 9-14 meter bedöms inte vattenvegetationen påverkas av åtgärden. Minskad halt fosfor kan leda till ökat siktdjup och bättre miljö för flora och fauna i sjön.

Provfiske utfördes år 2023 i Riddarfjärden vilket visade på ett artrikt fiskbestånd med 10 arter; abborre, björkna, braxen, gärs, gös, löja, mört, nors, sutare och öring. Abborre dominerade både gällande antal och vikt. Troligen består större delen av Riddarfjärdens abborr- och mörtbestånd av vandringsfisk som inte är uppvuxna i fjärden till följd av brist på lämpliga lek- och uppväxtområden.¹⁰ Det finns inget som tyder på att en fosforbehandling kommer att ha negativa effekter på fisksamhället när pH är neutralt. För att motverka sänkning av pH kommer den polyaluminiumklorid som föreslås för behandling ha en buffrande förmåga vilket gör att inga stora sänkningar av pH förväntas ske.

Rättslig prövning

Stockholm stad bedömer att åtgärden ska anmälas till länsstyrelsen enligt 12 kap. 6 § miljöbalken eftersom åtgärden väsentligt förväntas ändra naturmiljön. Några andra prövningar bedöms inte som aktuellt.

Informationsmöte

Ett informationsmöte gällande åtgärden hålls digitalt den 4e mars 2025 med samtliga mark- och vattenägare inbjudna liksom ett stort antal andra intressenter.

Uppföljning av effekter

I syfte att följa upp effekterna av aluminiumbehandlingen har Miljöförvaltningen och Stockholm Vatten och Avfall sett över och kompletterat den befintliga övervakningen. Resultat från flera års

⁸ Medins Havs och Vattenkonsulter AB (2023), se referenser

⁹ Naturvatten i Roslagen AB (2019), se referenser

¹⁰ Naturvatten i Roslagen AB (2023), se referenser

undersökningar, både innan, under och efter genomförande, utvärderas för att få en bra bild av effekterna av åtgärden. Extra kontroll av pH-värde kommer ske i samband med själva behandlingen. Provtagning av växtplankton sker årligen och bottenfauna undersöktes 2023 och är planerad till 2026 och 2029. Uppföljning av bottenfauna görs dels för kontroll av långsiktiga positiva effekter som förbättrade syreförhållanden i vattenområdets djupområden och en kolonisering av arter som är känsliga mot låga syrehalter, dels för eventuella kortsiktiga negativa effekter av behandlingen då aluminiumflocken lägger sig över organismerna och påverkar dess livsmiljö.

Referenser

ALcontrol AB 2017, Undersökning av läckagebenägen fosfor i sediment i vattenförekomster inom Stockholms stad.

ALcontrol AB 2016 Miljökonsekvensbeskrivning:
Aluminiumbehandling av bottensediment samt anläggande av dammvall och modifiering av skibord

Medins Havs och Vattenkonsulter AB 2023, Bottenfauna i Stockholm stad 2023 En undersökning av 12 sjöar och 3 Mälardeltor i och omkring Stockholm stad

Naturvatten i Roslagen AB 2023, Standardiserat provfiske i Fiskarfjärden och Riddarfjärden, Stockholm stad

Naturvatten i Roslagen AB 2019, Vattenvegetation i Stockholms stad 2019

Sjörestaurering Sverige AB 2021, Undersökning av läckagebenägen fosfor och rekommendation av aluminiumdosering i västra Riddarfjärden

Tyréns 2019, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Riddarfjärden Delrapport 1, lägesbeskrivning

Tyréns 2020, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för riddarfjärden, Ekologisk och kemisk status, Delrapport 3, slutrapport