



RESTAURERING AV VÅTMARKER I SKOGLANDSKAPET

– erfarenheter från projektet GRIP on LIFE



INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	4
OM DEN HÄR PUBLIKATIONEN	6
VAD ÄR EN VÅTMARK?	7
NYTTOR FRÅN VÅTMARKER	9
PÅVERKAN PÅ VÅTMARKER	12
DETTA KAN VI GÖRA	14
VET VI ATT VI GÖR RÄTT?	18
OMRÅDEN DÄR VI ARBETAT	22
Stormyran	22
Brötarna	28
Öjsjömyrarna	33
Ånnsjön	39
Anderstorps Stormosse	43
Djurgårdsmossen	47
Sandvadsbäcken	51
Strågerys våtmark	54
DETTA HAR VI KOMMIT FRAM TILL	58
ERFARENHETER OCH LÄRDOMAR	66

Rapporten är utgiven av EU-projektet Grip on Life IP.

Text: Anna Elf och Jens Ratcovich, Naturcentrum AB, i samarbete med projektets partners.
Grafisk form: Anna Elf, Naturcentrum AB.
Kartmaterial: Sara Elg, Naturcentrum AB. Bakgrundskartor: ©Lantmäteriet.
Foto: Grip on Life med undantag av foton av arter på sidorna 20, 37, 57 och 64 av Jens Morin, Naturcentrum AB.
Artillustrationer: Nils Forshed med undantag av springkorn och åkergröda av Martin Holmer.
Övriga illustrationer (sidorna 10, 11, 13, 15, 16 och 17): Carina Lindkvist, Naturcentrum AB.

Utgivaren har hela ansvaret för innehållet i detta material. Innehållet ska inte tolkas som Europeiska unionens eller EU-kommissionens officiella ståndpunkt.

SAMMANFATTNING

I projektet Grip on Life samarbetar myndigheter, skogsägarföreningar och intresseorganisationer för att kombinera ett aktivt skogsbruk med hänsyn till skogens värdefulla vattendrag och våtmarker. Projektet har pågått 2018–2025 i sju län – från Västerbotten i norr till Blekinge i söder. Fokus ligger på kapacitetsbyggande, utveckling och kommunikation för att bidra till ett hållbart brukande av skog och mark, och samtidigt förbättra miljön och förutsättningarna för djur och växter som lever i vattendrag och våtmarker i skogslandskapet.

Den långa projektiden har gjort det möjligt att ha ett stort fokus på praktisk restaurering och uppföljning av vattenmiljöer och åtgärder, med målet att ta fram och sprida ny kunskap och erfarenheter. Ett stort antal åtgärder har genomförts för att återställa hydrologin i påverkade våtmarker över hela landet. Här sammanfattar vi resultat och lärdomar från några av våra åtgärdsområden. Vi har också följt upp effekter av restaureringar som genomfördes inom projektet Life to Ad(d)mire, som avslutades 2015, vilket ger värdefull kunskap om långsiktiga effekter av hydrologisk restaurering.

För dig som vill fördjupa dig finns ett omfattande material i form av rapporter och andra underlag till denna sammanställning på www.griponlife.se. Utöver åtgärderna i de åtta projektområden som presenteras här har vi genomfört många fler, som också följts upp på olika sätt. Vår avsikt har inte varit att skapa en detaljerad metodbeskrivning eller manual för åtgärdsgenomförande, utan att dela kunskap om vilka effekter som kan förväntas efter hydrologisk restaurering i skogslandskapet – och inte minst sprida erfarenheter och uppmärksamma vanliga fallgropar.

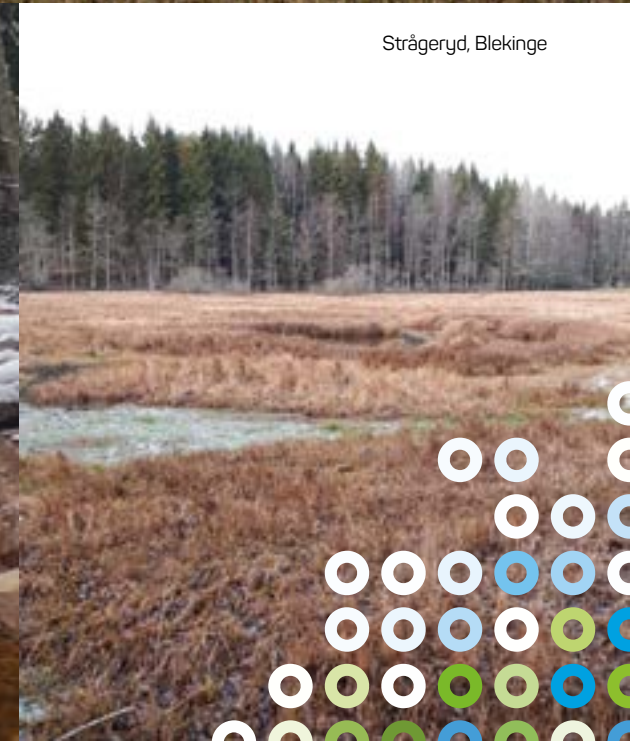
Generellt visar uppföljningarna goda resultat med höjda grundvattennivåer, gynnad biologisk mångfald, minskade växthusgasutsläpp och en mer naturlig hydrologi – i de fall där åtgärderna har uppnått målet att restaurera hydrologin. Genom uppföljningen har vi dessutom lärt oss mer om viktiga aspekter vid planering, genomförande och metodval vid hydrologisk restaurering. Några centrala medskick är:

- Planera noga – förarbetet är avgörande, inte minst vid val av metod för hydrologisk restaurering.
- Koppla uppföljningen till de nyttor som restaureringen förväntas bidra till.
- Välj hellre en mer noggrann uppföljning i ett område, än uppföljning med sämre tillförlitlighet i många.
- Sträva efter före- och efterdata, och gärna även ett referensområde med opåverkad hydrologi.

Vi hoppas att våra erfarenheter kommer till nytta – och önskar er lycka till med både hydrologisk restaurering och uppföljning!



Sandvadsbäcken, Kalmar



Strågeryd, Blekinge

OM DEN HÄR PUBLIKATIONEN

Det här är en sammanställning av erfarenheter och lärdomar av våtmarksrestaurering och uppföljning av åtgärder från projektet Grip on Life. Inom projektet har flera partners genomfört restaureringsåtgärder i vattendrag och våtmarker. Här sammanfattar vi erfarenheter från åtta utvalda åtgärdsområden runt om i landet, från Stormyran vid Trollberget i Västerbotten till Strågeryd i Blekinge.

Syftet med åtgärderna är att återskapa hydrologin i påverkade våtmarker genom igenläggning eller pluggning av diken, återskapande av bestämmande sektioner eller återskapande av svämplansvåtmark.

I den första delen av publikationen kan du läsa om vad våtmarker är, vilka nyttor de bidrar med i landskapet och den påverkan som våtmarker utsätts för. Här finns också övergripande information om de metoder för hydrologisk restaurering och uppföljning som vi har använt oss av.

Därefter följer en fördjupning i respektive åtgärdsområde, och publikationen avslutas med de erfarenheter vi har fått från arbetet med åtgärder och uppföljning.

Det är inte vår avsikt att skapa en detaljerad metodbeskrivning eller manual, utan målet är att bidra till kunskap om effekter som kan förväntas efter hydrologisk restaurering av våtmarker i skogslandskapet och om utmaningar kopplat till uppföljning. De uppföljningar vi genomfört varierar mellan områden och inkluderar undersökningar av vattennivåer, vattenflöden, vattenkemi, biologi och växthusgaser.

En spännande aspekt är att uppföljningen i vissa områden sker upp till tio år efter att åtgärderna genomförts, medan den i andra områden sker betydligt närmare in på restaureringen. Vi tittar på skillnader före och efter restaurering och, i vissa fall, skillnader mellan restaurerade och hydrologiskt opåverkade miljöer.

Materialet är producerat i samarbete med Naturcentrum AB.

VAD ÄR EN VÅTMARK?

Nästan en fjärdedel av Sveriges yta består av våtmarker. Våtmarker kan se ut på olika sätt. På en del växer träd, andra är helt öppna, i vissa våtmarker är det ont om näringsämnen och mineraler, i andra finns de i överflöd. Gemensamt för alla våtmarker är att marken är mer eller mindre vattendränkt och att växterna som lever där är typiska för blöta miljöer.

I Sverige finns hela 45 typer av våtmarker. Vattnets ursprung, kalkinnehåll, träd- täckning, morfologi och om våtmarken är torvbildande eller inte utgör grund för indelningen, men gränserna är ofta diffusa.

TORVBILDANDE VÅTMARKER

En stor del av våra våtmarker utgörs av myrar. Myrar är våtmarker där torv bildas. De delas in i mossar, kärr och blandmyrar. Mossarna får sitt vatten enbart från nederbörden medan kärren dessutom får ett tillflöde av vatten från omgivningen. Mossar kan vara helt öppna eller mer eller mindre trädklädda. Kärren är generellt mer näringsrika än mossarna, och delas in i olika typer utifrån innehållet av basiska ämnen (vanligtvis kalcium). Skogsklädda kärr kallas sumpskogar. Klibbal, ask, gran, glasbjörk och i norr gråal är vanliga träd i sumpskogar. Ibland kan en myr ha en mosaikartad blandning av både kärr- och mossestrukturer. Sådana myrar kallas för blandmyrar.

... OCH ANDRA SLAGS VÅTMARKER

Det finns också våtmarker som inte är torvbildande. Hit hör svämlövskogarna – lövskogar invid sjöar och vattendrag som översvämmas delar av året. Strandängar och fuktängar är öppna, fuktiga marker invid sjöar, hav och vattendrag som ofta utsätts för periodiska översvämningar.

Läs mer om de våtmarkstyper och andra våtmarksbegrepp som förekommer i den här rapporten i ordlistan på nästa sida.

”En våtmark är mark med vatten i eller nära markytan, där minst hälften av växtarterna är fuktälskande.”

Våtmarksinventeringens definition. Naturvårdsverket 2009.

Aapamyr. En nordlig, ofta vidsträckt och öppen blandmyr som består av kärr och myrmosaiker.

Avrinningsområde. Det område, både mark- och vattenyta, som samlar upp all den nederbörd som rinner fram till en viss punkt i landskapet.

Blandmyr. En myr med en mosaikartad blandning av både kärr- och mossestrukturer.

Extremrikkärr. Kärr där markvattnet har en hög kalciumhalt och därmed högt pH-värde.

Fattigkärr. Kärr där markvattnet har låg kalciumhalt och därmed lågt pH-värde.

Högmosse. En högmosse är en mosse med mycket tjocka torvlager och en välvd form som höjer sig över det omgivande landskapet.

Kärr. Kärr får ett tillflöde av vatten från omgivande marker och är därför näringsrikare än mossar.

Laggkärr. Kantzon mellan mosse och fastmark, vanligtvis några meter bred. Får vatten både från mossen och fastmarken och är därför väldigt blöt. Ofta lövträdsbevuxet.

Mosse. Myrmark som får sitt vatten enbart från nederbörd. Är därför näringsfattig och sur, domineras av vitmossor och ris.

Myr. Myrar är torvbildande våtmarker som delas in i mossar, kärr och blandmyrar.

Rikkärr. Kärr som bildas i områden med hög kalciumhalt i markvattnet och har ett pH-värde runt sju (neutralt).

Soligena kärr. Sluttande kärr med grundvatten-tillförsel från angränsande marker.

Strängflarkkärr. Kärr som består av omväxlande blöta kärrstråk (*flarkar*) och torrare upphöjda torvpartier (*strängar*) vilket ger ett randigt utseende.

Sumpskog. Ett skogsbevuxet kärr.

Svämlövskog. Lövskog som kännetecknas av periodvisa översvämningar och därmed varierande vattennivåer.

Svämplan. En plan yta vid sidan av ett vattendrag, skapat av sediment som vattnet avlagrat och som översvämmas vid måttliga högvattenflöden.

Tillrinningsområde. Avrinningsområde minus arean av vattnet i avrinningsområdet.

Topogena kärr. Helt eller nästan helt plana kärr med stillastående grundvatten.

Vattenlandskap. Våtmarker bildar tillsammans med vattendrag och sjöar vattenlandskapet.

Våtmark. Mark med vatten i eller nära markytan, där minst hälften av arterna är fuktälskande.



Ännsjön myrmosaik



Aapamyr, Brötarna



Strågeröds svämplansvåtmark



Svämlövskog, Sandvadsbäcken



Strängflarkkärr, Brötarna

NYTTOR FRÅN VÅTMARKER

Våtmarker är perfekta livsmiljöer för fuktälskande växter och utgör skafferier, barnkammare och gömslen för en mångfald av djur. De fungerar också som "bromsklossar", som saktar ner, håller kvar och renar vattnet som rör sig genom landskapet. Våtmarkernas naturliga processer bidrar också med flera nyttor för oss människor.

FRÄMJAR BIOLOGISK MÅNGFALD

Sumpskogar och svämlövskogar tillhör våra mest produktiva och artrika naturmiljöer. Även andra typer av våtmarker har en hög artrikedom. Bland våtmarkernas invånare finns en mångfald av insekter, kärlväxter, mossor och fåglar. En del arter lever hela sitt liv i våtmarken medan andra lever här under en kortare period. Andra söker sig till våtmarker för att söka mat, para sig eller, som många flyttande fåglar, för att rasta. Vid långvarig torka fungerar våtmarkerna som värdefulla oaser där livet för både växter och djur kan fortgå som vanligt.



Mindre hackspett

Ett kännetecken för våtmarker är dess rika mångfald av insekter som lägger sina ägg i grunda vattensamlingar eller fuktig mark. Tillgången på insekter lockar i sin tur till sig en mångfald av fåglar, vilket gör våtmarkerna till fågelrika naturmiljöer.



Rosling växer på magra myrar medan springkorn är en typisk art i svämlövskogens näringsrika jordar.



I kalkrika våtmarker är orkidéer ett karaktäristiskt inslag.

Brudsporre

Gyllenmossa – en karaktärsart i rikkärr.

Sotvitmossa

Sotvitmossa är knuten till kalkfattiga myrsmiljöer och är en av 45 arter av vitmossa i Sverige. Vitmossorna utgör den främsta beståndsdelen i torv.

Brushane och andra vadare kan häcka i trygghet ute på öppna myrar. Här finns inga träd som rovfåglar kan sitta i och spana.

Brushane



Åkergröda

Många arter lever hela livet i våtmarken, medan andra endast tillbringar en del av sin livscykel i den blöta miljön. Hit hör till exempel grodor och salamandrar.

TORV – vårt största kolförråd

I myrar, där marken är mättad på vatten och syretillgången liten, förmår markens mikroorganismer inte bryta ner dött växtmaterial. Av de ofullständigt nedbrutna växtdelarna bildas en brun och mjuk massa – torv. I Sverige består torven främst av vitmossor och starr, som är vanliga på myrar och har egenskaper som gynnar torvbildning. Varje år läggs nya växtrester ovanpå de gamla, och torvlagret växer långsamt, ofta bara någon millimeter per år.

Torven som bildats under tusentals år utgör Sveriges största förråd av kol – runt fyra miljarder ton stort.

NATURLIGA MYRAR FUNGERAR SOM KOLSÄNKOR

Våtmarker kan både binda och avge växthusgaser som koldioxid, metan och lustgas. De har därför stor inverkan på klimatet.

Naturliga myrar fungerar som kolsänkor och har kylt klimatet genom att lagra kol i form av torv i tusentals år. Torv bildas i myrens syrefattiga och fuktiga miljö, där organiskt material som mossor, gräs och andra växter inte bryts ner fullständigt utan lagras i lager på lager. Det är inte bara syretillgång som påverkar hur mycket koldioxid som binds i en myr. Faktorer som temperatur och graden av vattenmättnad, samt vad som växer på myren och hur snabbt spelar också in.

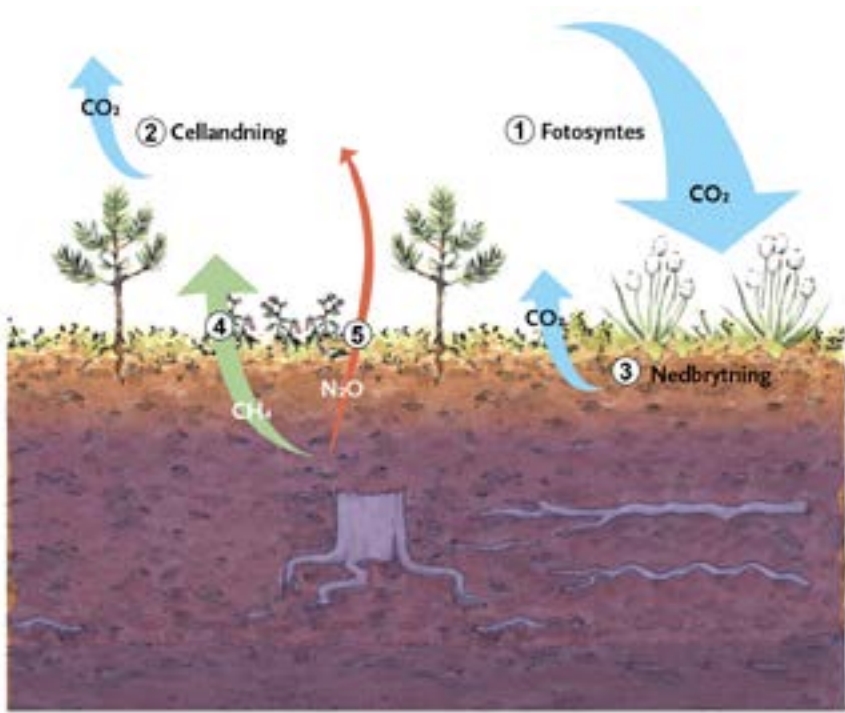
MER GRUNDVATTEN OCH JÄMNARE VATTENFLÖDEN

Våtmarker håller kvar vatten i landskapet och kan bidra till att fylla på grundvattenmagasinen. Likt tvättsvampar suger de åt sig "överskottsvatten" vid höga flöden och släpper sedan långsamt ifrån sig vatten till nedströms liggande områden under torra perioder. Ju fler våtmarker, desto bättre rustad blir naturen mot både översvämningar och torka.

Flöden av växthusgaser i en opåverkad torvmosse där vattennivån är hög och syretillgången låg, förutom i de mest ytliga lagren.

Koldioxid, CO_2 , tas upp från atmosfären av växterna genom fotosyntesen (1). Alla organismers cellandning (2) samt nedbrytning av organiskt material (3) leder till att koldioxid avgår till atmosfären. Från mossen avgår också metan, CH_4 (4), och lustgas, N_2O (5). Metan och lustgas bildas av markens bakterier. Metan bildas i myrens syrefattiga lager, men förbrukas i samband med att metanet transporteras genom myrens mer syrerika lager närmre ytan. Lustgas kan bildas som en biprodukt när mikroorganismer frigör kväve som finns bundet i organiskt material. Från naturliga myrar avgår vanligtvis endast små mängder metan och lustgas.

I våtmarken på bilden, där växtmaterialet bryts ner långsamt i brist på syre, är upptaget av kol större än vad som avges. Ibland används begreppet NEE, Net Ecosystem Exchange, för att beskriva nettoutbytet av kol. Om NEE är negativt fungerar våtmarken som en kolsänka och om NEE är positivt är den en kolkälla som avger kol.



RENAR VATTEN

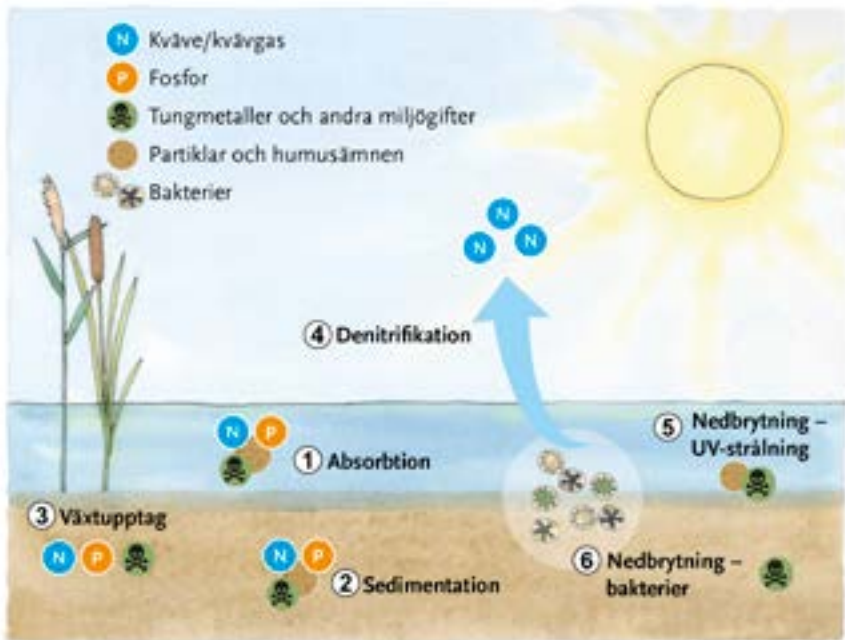
I våtmarker rör sig vattnet långsamt vilket ger förutsättningar för att vattnet kan renas på näringsämnen som fosfor och kväve. Kväve avgår till luften som kvävgas och fosfor binds i sediment och biomassa (växter och djur). Våtmarker bidrar därmed till att minska den övergödning som näringsämnena orsakar i vattendrag, sjöar och hav. Våtmarker kan också rena vattnet från partiklar och humusämnen, bakterier, miljögifter och tungmetaller. Mest effektiv blir reningen i grunda och vegetationsrika vattenmiljöer.

FRÄMJAR POLLINERING

Blommande träd, buskar och andra växter gör våtmarker till värdefulla miljöer för pollinatörer som vildbin, fjärilar och blomflugor. Ett exempel är vide (*Salix*) som blommar tidigt på våren och förser vildbin och andra insekter med nektar när de vaknar ur sin vinterdvala. Skogbevuxna våtmarker har också en stor betydelse för de pollinerande blomflugor som lägger sina ägg i död ved.

PLATS FÖR UPPLEVELSER OCH AKTIVITETER

Vid en våtmark kan du lära känna en mångfald av växter och djur, eller bara njuta i lugn och ro. Du kan också åka skridskor och skidor, eller utöva någon annan friluftaktivitet.



Reningsprocesser i våtmark. Flera olika processer bidrar till våtmarkers förmåga att rena vatten. Kväve, fosfor, tungmetaller och andra miljögifter binder till partiklar (1 - absorption), som sjunker till botten (2 - sedimentation). Kväve och fosfor tas också upp av växter, som också kan binda bakterier, tungmetaller och andra miljögifter till sina rötter (3). Den främsta kvävereningen sker då bakterier ombildar kväveföreningar till kvävgas som avges till luften (4 - denitrifikation). Miljögifter och humus bryts ner av UV-strålning. Miljögifter bryts också ner av bakterier (6).

PÅVERKAN PÅ VÅTMARKER

Sedan mitten av 1800-talet har en fjärdedel av Sveriges våtmarker försvunnit. I mer än 60 % av de våtmarker som finns kvar är hydrologin påverkad. De blöta markerna har torrlagts till förmån för torvtäkt, odling, skogsbruk, vägar och bebyggelse. Livsmiljöer för växter och djur har förstörts och våtmarkernas förmåga att leverera värdefulla nyttor för oss människor har försämrats.

LANDSKAPET TORRLÄGGS

Utdikningen av Sverige tog fart i början av 1800-talet då befolkningen svalt och behovet av ny jordbruksmark var stort. Utdikningen för att förbättra skogens tillväxt intensifierades på 1900-talet. Effekterna av torrläggningen ser olika ut i olika delar av landet. I vissa slättbygder i södra Sverige har upp till 90 % av våtmarksarealen försvunnit medan påverkan är mindre norrut. Sammantaget har cirka 1,2 miljoner hektar torvmark dikats för åkermark och över 1,5 miljoner hektar för skogsproduktion.

Det är inte bara dikning som lett till att landskapet torrlagts. Sjöar har reglerats och bestämmande sektioner i vattendrag har grävts bort för att sänka grundvattennivåerna och snabba på vattnets hastighet. Detta har lett till färre naturliga översvämningar och att svämplanen runt vattendrag och blöta marker torkat upp. Rätning, rensning och kulvertering av vattendrag samt invallning är andra aktiviteter som har haft negativ effekt på våtmarker och de nyttor de bidrar med.

TORRLÄGGNINGENS EFFEKTER

Ökade utsläpp av växthusgaser

Varje år läcker cirka 11 miljoner ton koldioxid från utdikade torvmarker. Det motsvarar en femtedel av landets totala utsläpp av växthusgaser. Läckagen beror på att nedbrytningen av torv påskyndas i torrlagda våtmarker när mer syre når ner i marken. När torven bryts ner frigörs koldioxid som lagrats i marken i hundratal, kanske tusentals år. Läckaget av koldioxid och andra växthusgaser från dikade torvmarker är ungefär lika stort som utsläppen från personbilstrafiken.

Minskad biologisk mångfald och igenväxning

När våtmarker torrläggs förstörs livsmiljöerna för många vatten- och fuktberoende växter och djur. Minst 600 rödlistade arter nyttjar våra våtmarker – många av dem är helt beroende av blöta miljöer för sin överlevnad.

"I Sverige finns 600 000 kilometer naturliga vattendrag och 1 000 000 kilometer grävda diken. Endast 40 % av vattendragen rinner i sina naturliga fåror".

"Läckaget av växthusgaser från landets dikade torvmarker är ungefär lika stort som utsläppen från personbilstrafiken".

Igenväxning är ett av de största hoten mot de öppna våtmarkernas växt- och djurliv. Den beror på att buskar och träd får lättare att etablera sig och växa när marken torrläggs. Att myrslätter och bete minskat, aktiviteter som tidigare höll många våtmarker öppna, är en annan anledning. Ett varmare klimat och ett ökat kvävenedfall från luften bidrar också till att öppna våtmarker växer igen.

Översvämningar, torka och sämre vattenkvalitet

När våtmarker dikas ut och vattnets väg genom landskapet förkortas försämras landskapets magasinering förmåga. Det innebär en ökad risk för såväl torka som oönskade översvämningar. Torka kan i sin tur leda till vattenbrist under torra delar av året. När vattnets hastighet ökar försämras även den naturliga rening som annars sker i bland annat opåverkade våtmarker, med sämre vattenkvalitet som följd.

RÖDLISTADE VÅTMARKSARTER

Rödlistade arter med våtmark som sin huvudsakliga livsmiljö:

Kärlväxter: 68 arter

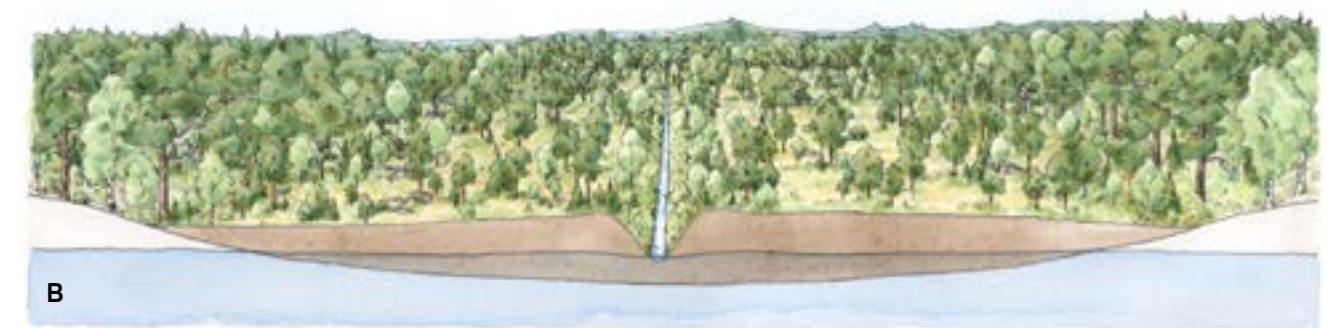
Mossor: 67 arter

Fjärilar: 54 arter

Fåglar: 44 arter

Groddjur: 5 arter

Källa: Artfakta, SLU Artdatabanken.



Diken påverkar våtmarkens grundläggande hydrologi. Illustrationerna visar en mosse i tvärsnitt. Den naturliga mossen (A) har en hög grundvattennivå som ligger nära marknivån vilket skapat ett öppet mosseplan. Den hydrologiskt påverkade mossen (B) har avvattnats genom ett grävt dike. Grundvattennivån och mosseplanet har sjunkit och mosseplanet har börjat växa igen.

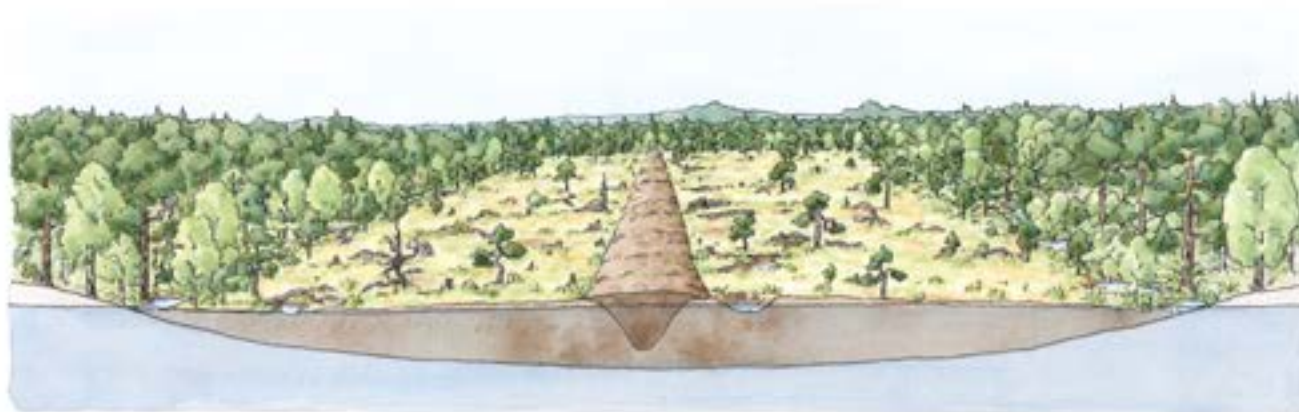
DETTA KAN VI GÖRA

Våtmarksrestaurering är en viktig åtgärd för att återskapa naturligare ekosystem. Det finns flera beprövade metoder och arbetssätt men åtgärderna måste anpassas efter varje områdes specifika förutsättningar och syfte.

VAD VILL VI UPPNÅ OCH HUR?

En restaurering syftar till att återskapa våtmarkens naturliga strukturer och processer, ofta genom en återställning av hydrologin. Åtgärder bör anpassas till restaureringens syfte och platsens förutsättningar såsom hydrologiska, morfologiska och geologiska förhållanden. Det är sällan möjligt att återskapa en våtmark som är optimal för alla de nyttor en våtmark kan bidra med. Avvägningar måste ofta göras, bland annat utifrån naturgivna förutsättningar och budget.

Våtmarker har ofta en viktig och avgörande funktion i våra vattenlandskap. Exempelvis påverkar våtmarkerna – direkt eller indirekt – flera av de faktorer som används inom svensk vattenförvaltning för att bedöma en vattenförekomsts ekologiska status. Det är därför viktigt att ha hela avrinningsområdet i åtanke när våtmarker ska anläggas eller restaureras.



Restaurering av hydrologin i en dikad mosse. Illustrationen visar hur den dikade mossen från föregående sida har restaurerats genom att hela diket lagts igen. Grundvattennivån har höjts och mosseplanet har röjts. I och med att processer och strukturer har restaurerats kommer mossen på sikt att utvecklas mot det utseende den hade innan påverkan.

RESTAURERING OCH ANLÄGGNING AV VÅTMARKER

Återskapa bestämmande sektioner

I ett naturligt landskap bestäms vattnets rörelse eller nivå ofta av stenar, block och berg – fasta strukturer som vattnets egen energi inte förmår flytta. Strukturerna kallas bestämmande sektioner. Många bestämmande sektioner har sänkts för att avvattna landskapet. Genom att återställa den sänkta bestämmande sektionens nivå, till exempel genom att lägga tillbaka borttaget material, återskapas en naturlig hydrologi uppströms åtgärden. Den här metoden har vi bland annat använt i Grip on Life-området Sandvadsbäcken. Metoden är vanligtvis mycket kostnads-effektiv men kräver stor noggrannhet både vid projektering och genomförande för att anpassa vattnets nivåer utifrån platsens nuvarande förutsättningar, vilka kan skilja sig från hur det såg ut innan området avvattnades. Om sektionen som återställs varit naturligt passerbar för fisk och andra vattenlevande organismer är



ORDLISTA

Bestämmande sektion. Vanligtvis en sektion i ett vattendrag som fungerar dämmande på området uppströms. En bestämmande sektion utgörs vanligtvis av en naturlig tröskel som är en avgränsande förhöjning av botten eller en förträngning i ett vattendrag eller vid ett sjöutlopp. Vattenståndet nedströms en bestämmande sektion påverkar inte vattenståndet uppströms sektionen.

Ekologisk status. Centralt begrepp inom svensk vattenförvaltning som används för att bedöma och klassificera ytvatten i en femgradig skala (hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig). Omfattar såväl biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer.

Hydrologi. "Läran om vatten" som inkluderar vattnets flöde, vattenmängd och fördelning samt kemiska och fysiska egenskaper, både avseende yt- och grundvatten.

Vattenförekomst. Centralt begrepp inom EU:s vattendirektiv och svensk vattenförvaltning. Används för att beskriva en avgränsad del av ett vattenområde, som behandlas som en enhet för att bedöma, skydda och förbättra vattenkvaliteten.

Återskapande av bestämmande sektion. Illustrationen visar en återställd bestämmande sektion (A) och ett igenlagt dike (B). Bäckfåran har en högre bottennivå än vad diket hade, vilket återskapat en våtmark eller ett svämplan uppströms. Bäckfåran kan ha funnits orörd på platsen och aktiverats i samband med att diket lades igen, eller skapats i samband med åtgärden.



En väljord plugg ska vara tillräckligt bred, djup och stabil för att stoppa vattenflödet och hålla över tid. Dimensioneringen bör anpassas efter platsens specifika hydrologiska och geologiska förutsättningar.

Igenläggning och pluggning av diken

Att lägga igen diken är ofta det enda sättet att återställa hydrologin i mossar. Över tid är den mest hållbara metoden att lägga igen våtmarkens alla diken i hela sin sträckning med det torvmaterial som finns i dikeskanten. Utmaningar i samband med en sådan återställning kan vara att hitta tillräckligt med material för att lägga igen hela dikessträckan och att få igenläggningen tillräckligt tät. Att lägga igen en våtmarks samtliga diken kan också bli kostsamt. Ett alternativ kan då vara att konstruera pluggar på en eller flera platser i diket, beroende på vad syftet med restaureringen är. Dikespluggar kan göras på olika sätt. Torv eller mineraljord eller kombination av dessa är ofta det bästa materialvalet.

Inom Grip on Life har vi lagt igen och pluggat diken i Stormyran, Brötarna, Ånnsjön, Öjsjömyrarna, Djurgårdsmossen och Anderstorps Stormosse.

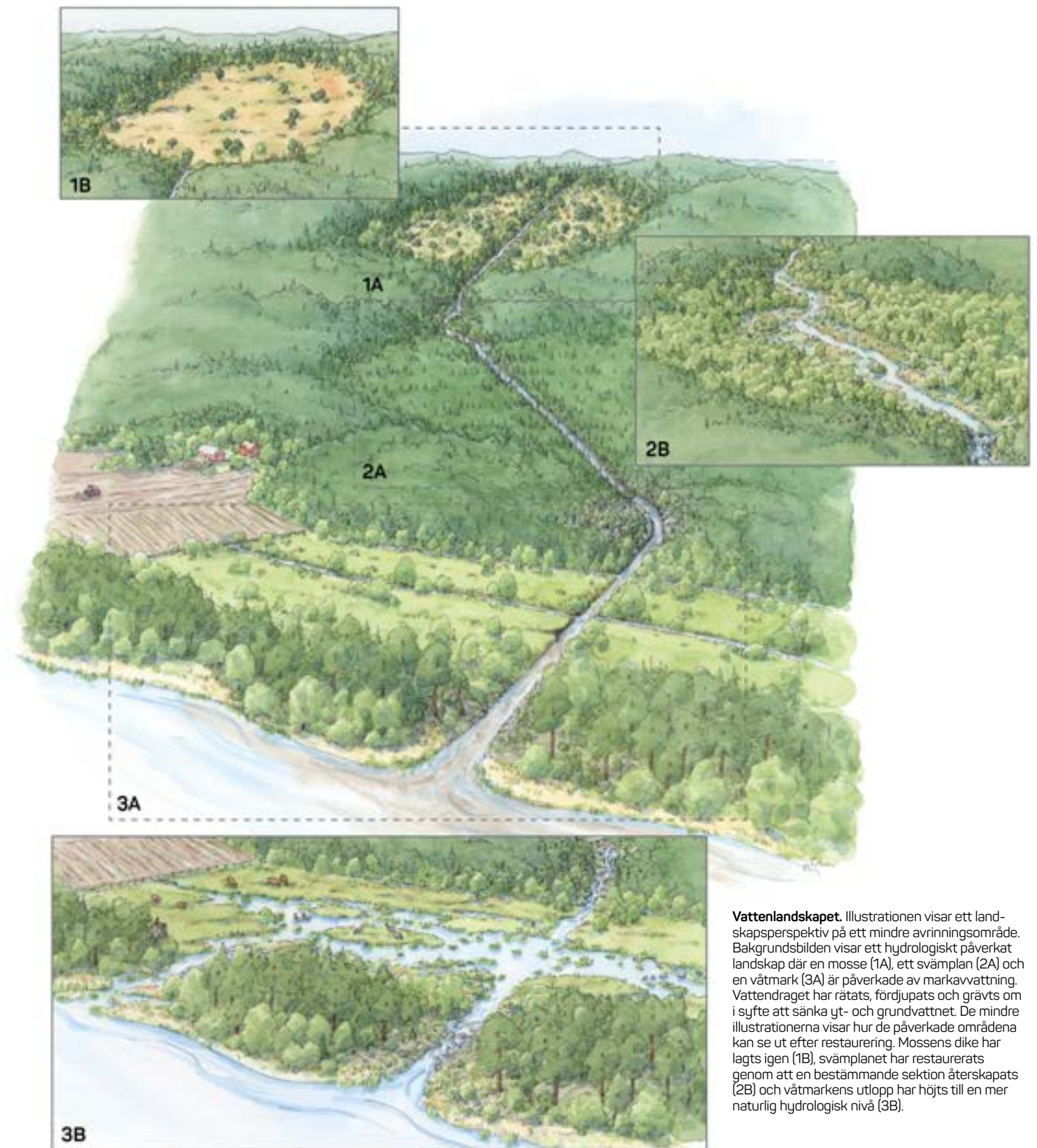
Anlagda våtmarker

Om det inte är möjligt att restaurera en befintlig våtmark kan det i vissa fall krävas att en anläggning konstrueras. Anlagda våtmarker skapas ofta på platser där det historiskt inte funnits någon våtmark, vilket gör att omfattningen eller utformningen ofta är onaturlig för platsen. Den här typen av projekt inbegriper ofta stora schaktinsatser eller konstruktioner så som dammvallar, munkar eller brunnar. Anläggningar har, i kontrast till naturliga miljöer, alltid ett behov av underhåll och skötsel.

Syftet med anlagda våtmarker är ofta att optimera en eller ett fåtal ekosystemtjänster, till exempel att minska mängden näringsämnen eller hantera dagvatten. Eftersom anlagda våtmarker inte följer den naturliga topografin kan konstruktionens design optimeras utifrån dess syfte. Det är viktigt att poängtera att det ur juridisk mening är skillnad på naturliga miljöer och anläggningar, där ett strikt ansvar följer med ägandet av en anläggning.

Röjning av träd och buskar

Många våtmarker har vuxit igen med buskar och träd. Anledningen är ofta en påverkad hydrologi i kombination med upphört eller minskat bete eller slätter. För att uppnå syftet med en åtgärd kan det i vissa fall därför vara nödvändigt att röja buskar och träd från våtmarker. Behovet av röjning måste alltid bedömas utifrån syftet med våtmarken och göras med hänsyn till biologisk mångfald.



Vattenlandskapet. Illustrationen visar ett landskapsperspektiv på ett mindre avrinningsområde. Bakgrundsbilden visar ett hydrologiskt påverkat landskap där en mosse (1A), ett svämplan (2A) och en våtmark (3A) är påverkade av markavvattning. Vattendraget har rätats, fördjupats och grävts om i syfte att sänka yt- och grundvattnet. De mindre illustrationerna visar hur de påverkade områdena kan se ut efter restaurering. Mossens dike har lagts igen (1B), svämplanet har restaurerats genom att en bestämmande sektion återskapats (2B) och våtmarkens utlopp har höjts till en mer naturlig hydrologisk nivå (3B).

VET VI ATT VI GÖR RÄTT?



En högre vattennivå är oftast det främsta syftet med en våtmarksrestaurering. För att ta reda på om åtgärderna fått önskad effekt kan grundvattennivån mätas med hjälp av ett grundvattenrör.



Vid vägtrummor mäts vattennivån relativt trummans ovkant medan man i diken måste sätta fast någon form av fast referenspunkt eller mätsticka att mäta emot, en så kallad pegel.

Hur vet vi att det blev som vi tänkt och att en restaurering uppnått avsedd nytta? För att få svar på dessa frågor behöver åtgärderna följas upp. Uppföljningen bör utformas med utgångspunkt i restaureringens syften och finnas med i tanken redan då åtgärderna planeras. För att ha data att jämföra med bör våtmarken dessutom undersökas innan restaureringen påbörjas. Provtagning kan även ske i ett referensområde för jämförelse. Idag finns det en brist på uppföljning av restaurerade våtmarker.

VATTENNIVÅ

En högre vattennivå är oftast det primära syftet då en dikad våtmark restaureras. Grundvattennivån mäts vanligen i ett grundvattenrör som sätts ner i marken. Själva mätningen kan göras manuellt eller med hjälp av dataloggar som automatiskt registrerar vattennivån. Vattennivåer kan också mätas direkt i diken och vägtrummor.

VATTENFLÖDEN

Målsättningen med en restaurering kan vara att vattnet ska få ett mer naturligt flöde där flödestopparna blir färre och lågvattenflödena ökar. Vattenflöden kan mätas på olika sätt. Vanligast är att en sektion fastställs och relateras till olika vattennivåer. I öppna diken och vattendrag kan detta vara komplicerat, särskilt när flödena är låga. Installation av ett skibord, en horisontell yta som fungerar som referensnivå, ger hög noggrannhet vid mätning av vattenflöden men kan inte installeras i vattendrag där de utgör ett vandringshinder.

VATTENKEMI

Begreppet vattenkemi omfattar en rad olika ämnen och egenskaper som är avgörande för livsvillkoren för levande organismer. Vattnets kemiska egenskaper påverkas både under och efter en åtgärd.

Genom att ta prover på vattnet som lämnar våtmarksområdet, såväl innan, under som efter åtgärderna, kan man få reda på hur vattenkemin påverkas. Parametrar som kan vara lämpliga att mäta och följa upp är vattnets innehåll av näringsämnen och metaller men också vattnets pH-värde, innehåll av organiskt kol, metylkvicksilver, partiklar (i form av suspenderade ämnen) och alkalinitet (vattnets förmåga att utstå försurning). Partikelhalten, i form av turbiditet (grumlighet), kan också mätas med hjälp av turbiditetssensorer.

FAKTA VATTENKEMI

Näringsämnena. Kemiska ämnen som är viktiga för att växter och djur ska kunna växa och överleva men som kan leda till övergödning i för höga halter. Exempelvis kväve, fosfor och kalium, men även mineral som järn, mangan och zink. Målsättningen vid våtmarksrestaurering är att vattnets innehåll av näringsämnena ska minska.

Organiskt kol. I mark och vatten finns organiskt kol, antingen i löst form (DOC) eller som partiklar. Vid restaurering kan en ökning av kolhalterna ske initialt, då organiskt material sköljs ur den tidigare torrlagda marken. Det kan leda till att vattnet blir grumligt och/eller brunfärgat. Kolet bryts ned av de mikroorganismer som finns i vattnet. Vid nedbrytningen förbrukar mikroorganismerna syre samtidigt som koldioxid och andra organiska syror bildas. Höga koncentrationer av organiskt material kan därför orsaka syrebrist och ett sänkt pH-värde.

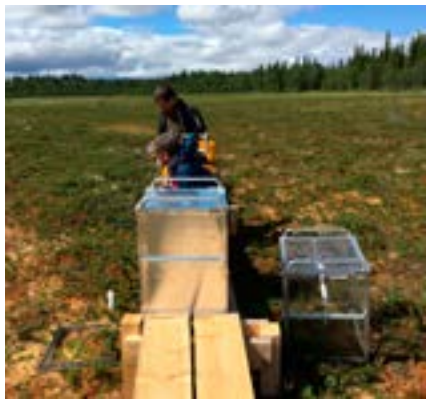
Metylkviksilver. En organisk form av kvicksilver som lätt tas upp av levande organismer och anrikas i näringskedjan. Metylkviksilver bildas av mikroorganismer i syrefattig miljö. Dessa organismer gynnas av en ökad tillgång på organiskt material. Det gör att det finns en risk för att halterna av metylkvicksilver i marken ökar i samband med våtmarksrestaurering, som initialt kan leda till förhöjda halter av organiskt material i vattnet.

Partiklar. Partikelhalten i vattnet är intressant eftersom många ämnen, till exempel fosfor och metaller, gärna binder till partiklar. För höga halter av partiklar kan ha en negativ påverkan på nedströms levande organismer, till exempel musslor.

Partikelhalten kan mätas och anges på olika sätt. Genom att analysera vattenprover kan man få ett mått på massan av suspenderade ämnen (små partiklar som flyter i vattnet). Man kan också mäta vattnets turbiditet, grumlighet. Turbiditeten undersöks med hjälp av en turbiditetssensor. Turbiditetssensorn loggar vattnets grumlighet i realtid, vilket kan användas som en kontroll under genomförandefasen av restaureringsarbetet för att säkerställa att det inte blir någon påverkan nedströms.

pH-värde. Ett mått på vattnets surhet. Vid lågt pH-värde kan tungmetaller lösas ut och viktiga näringsämnen bindas så hårt till marken att växterna inte kan ta upp dem. Vid lågt pH-värde minskar också aktiviteten hos många mikroorganismer som är viktiga för att bryta ned organiskt material och frigöra näringsämnena. pH-värdet sjunker när halten organiskt kol ökar vilket kan inträffa i samband med restaurering.

Alkalinitet. Alkalinitet är ett mått på vattnets buffertkapacitet, det vill säga vattnets förmåga att motstå försurning. I naturliga vattendrag styrs detta av det så kallade karbonatsystemet, ett naturligt buffertsystem som reglerar pH i vatten genom att balansera olika former av koldioxid, kolsyra, vätekarbonat och karbonat.



I Grip on Life har bland annat den så kallade kammarmetoden använts för att undersöka om en restaurerad myr ger liknande gasflöden som en naturlig myr. Metoden innebär att ett glashus med mätinstrument placeras på ramar, 45x45 centimeter stora, som här i projektområdet Ännsjön.

Ljungpipare förekommer på öppna myrar över hela landet. Arten tillhör en av de mer lättinventerade arterna på grund av sin spelflykt och typiska varnings- och avledningsbeteende.

VÄXTHUSGASER

Flödena av växthusgaser kan mätas på olika sätt. Kammarmetoden innebär att en kammare, i vilken gasflödena mäts, placeras över markytan. Fältmätningarna görs ofta dagtid under sommarhalvåret men kan kombineras med teoretiska modeller för att beräkna våtmarkens totala utsläpp på årsbasis. Det går också att mäta innehållet av organiskt kol i marken och på så sätt beräkna det potentiella utsläppet av växthusgaser. EddyCovariance är ytterligare en metod, en mikrometeorologisk mätmetod som används som för att mäta det faktiska utbytet av växthusgaser mellan mark och atmosfär.

BIOLOGISK MÅNGFALD

Växter, fåglar, insekter, snäckor och grod- och kräldjur är grupper som är lämpliga att följa upp för att se om en våtmarksrestaurering varit lyckad. Det finns olika metoder för uppföljning beroende på artgrupp och naturtyp. För att följa upp växtligheten på myrar finns en manual framtagen av Naturvårdsverket. Den innebär att typiska kärlväxter och mossor, täckningsgrad för vitmossor och brunmossor samt växtlighetens höjd inventeras längs transekter och i rutor. Naturvårdsverket har också tagit fram en handledning, "Fåglar: förenklad revirartering för våtmark". För mätning av vitmossans höjdtillväxt finns en metod framtagen inom Grip on Life.



OMRÅDEN DÄR VI ARBETAT

Från Stormyran i norr till Strågeryd i söder – i åtta utvalda områden, spridda över hela landet – har vi gjort uppföljande undersökningar inom Grip on Life. Uppföljningarna har genomförts i olika miljöer: på sex myrar, i en svamplansvåtmark och i ett vattendrag.

ÖJSJÖMYRARN, JÄMTLAND

Åtgärd: igenläggning diken (2012)

Uppföljning: vattenkemi, grundvattennivåer, fåglar och vegetation inklusive vitmossetillväxt (2010–2023)

ÄNNSJÖN, JÄMTLAND

Åtgärd: igenläggning diken (2014)

Uppföljning: växthusgaser (2020–2022)

BRÖTARNA, JÄMTLAND

Åtgärd: pluggning av diken (2010–2015)

Uppföljning: vattenkemi, grundvattennivåer, fåglar och vegetation inklusive vitmossetillväxt (2010–2023)

ANDERSTORPS STORMOSSE, JÖNKÖPING

Åtgärd: igenläggning och pluggning av diken (2011–2015)

Uppföljning: växthusgaser, grundvattennivåer (2020–2022)

STORMYRAN, VÄSTERBOTTEN

Åtgärd: igenläggning diken (2020)

Uppföljning: grundvattennivåer och flöden, vattenkemi och växthusgaser (2018–2024)

DJURGÅRDSMOSEN, VÄSTMANLAND

Åtgärd: igenläggning och pluggning av diken (2021)

Uppföljning: vattenkemi inklusive turbiditet och metylkvicksilver (2020–2023)

SANDVADSBÄCKEN, KALMAR

Åtgärd: återskapande av bestämmande sektioner (2022–2023)

Uppföljning: flöden (2020–2025)

STRÅGERYD, BLEKINGE

Åtgärd: återskapad svamplansvåtmark (2019)

Uppföljning: fåglar, dagfjärilar, andra insekter, groddjur, kärlväxter och hårklomossa (2019–2029)

STORMYRAN

Våtmark i unikt försöksområde

FAKTA STORMYRAN

Läge och storlek: Stormyran är en cirka 20 hektar stor myr, som ligger fem kilometer öster om Vindelns tätort. Myren är en del av ett myrkomplex i Krycklans avrinningsområde och är ett biflöde till Vindelälven.

Våtmarkstyper: Aapamyr, myrkomplex

Påverkan: Stormyran dräneras av diken som grävts under tidigt 1900-tal. Syftet med dikningen var främst att minska frostpåverkan och förbättra starrproduktionen på myren. Myren har dränerats med ett stort dike tvärs genom hela myren. Myren och omgivande mark har också dränerats av flera tvärgående diken.

Vad ska vi göra med alla diken? Det har varit en central fråga i utformandet av försöksområdet på Trollberget, där Stormyran ingår. Myren har i mer än hundra år dränerats av diken och åtgärderna har därför syftat till att restaurera myrens hydrologi. Ett viktigt mål har också varit att samtidigt öka kunskapen om effekterna av olika dikesåtgärder. Åtgärderna har därför planerats tillsammans med forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). "Trollbergets försöksområde är det enda i sitt slag i Sverige där åtgärder är direkt utformade för att kunna studera effekter av både dikesigenläggning och dikesrensning", berättar Tobias Eriksson, Länsstyrelsen Västerbotten.

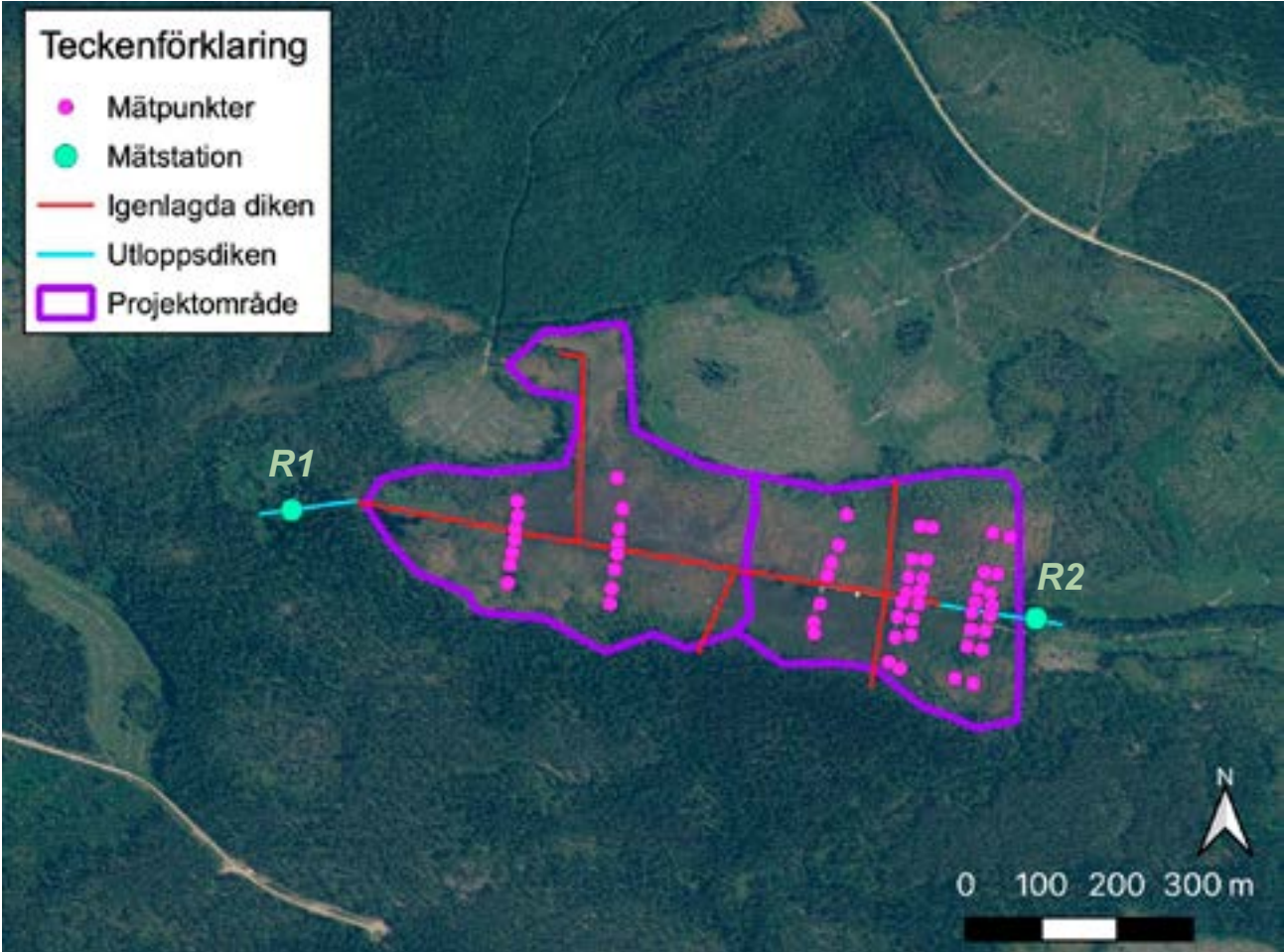
SÅ GJORDE VI

I november 2020 påbörjade vi åtgärdsarbetet på Stormyran. När vi rensat alla diken från vegetation fyllde vi dem med torv från dikeskanter och intilliggande mark. Med cirka 30 meters mellanrum förstärkte vi igenläggningen med armering av träd som vi avverkat. I myrens västra del konstruerade vi också två förstärkta pluggar/dämmen intill den lilla tjärn som här har återskapats. Totalt har vi lagt igen cirka en kilometer diken. Metoden som vi använt, med igenläggning av hela myrens dikessystem, är i stort sett samma metod som Länsstyrelsen använder i sina restaureringsåtgärder på värdefulla skyddade våtmarker.

Stormyran efter restaurering.



Översiktskarta över projektområde Stormyran (lila linje). Blå linje = delavrinningsområde.



Projektområde Stormyrän. Turkos prick = mätstation för flöden och vattenkemi, R1 och R2. Rosa prick = mätpunkt för grundvatten, vegetation och växthusgaser.

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

På Stormyrän har förutsättningarna för uppföljning och forskning varit ovanligt bra. Här finns närhet till bra referensområden och det har funnits tid att mäta och ta prover både före och efter åtgärden. Det har också varit möjligt att studera flera olika åtgärder och effekter på samma plats. Undersökningarna i området är pågående, där Grip on Lifes finansiering avslutades i december 2024, men där fortsatta mätningar, analyser och undersökningar kommer att genomföras med hjälp av finansierade forskningsprojekt.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutades	Frekvens
Vattenkemi	DOC, kväve, fosfor, partiklar, arsenik, kvicksilver, bly, järn, kalcium, pH och alkalinitet	Oktober 2018	2024 inom Grip on Life (fortsätter med annan finansiering)	
Flödesmätning	Tryckgivare mäter vattendjupsförändring ovanför V-ränna, där vattendjup är kalibrerat mot flödet (m³/s)	Oktober 2018	2024 inom Grip on Life (fortsätter med annan finansiering)	Kontinuerlig
Grundvattennivåer	Grundvattennivåer (cm från markyta)	2019	2024 inom Grip on Life (fortsätter med annan finansiering)	Kontinuerlig
Växthusgasmätningar (ej finansierat av Grip on Life)		2019 (kammare), 2021 (eddy)	Fortsätter efter Grip on Life	

Uppföljning av dikesigenläggningen på Stormyrän. Åtgärder utförda år 2020.

Grip on Life har finansierat flera grundläggande mätningar och provtagningar med start under 2018 och 2019. SLU har ansvarat för installationen av forskningsinfrastruktur, provtagningar och analyser i området. Vi har mätt grundvattennivåer i fem transekter med hjälp av tryckdataloggar. Med hjälp av automatisk loggning har vi också mätt vattenflöden i de två utloppsdikena öster och väster om myren. I utloppsdikena har vi också samlat in vattenprover året runt som vi analyserat på ett stort antal parametrar och ämnen. Tack vare flera stora forskningsprojekt har det varit möjligt att utöka dessa grundläggande undersökningar och studera fler åtgärdseffekter. Det gäller inte minst forskning kring flöden av växthusgaser och hur de påverkas av de olika åtgärderna.

Provtagningspunkterna i de två utloppsdikena, ett i respektive avrinningsområde, har vi kallat R1 och R2. Som referensområden har vi använt två odikade myrar i Stormyrans närområde med liknande topografi och klimatförhållanden som Stormyrän. Tack vare mätningarna i referensområdena kan vi se vad som är naturliga variationer i mätvärdena och vad som är faktiska åtgärdseffekter.

RESULTATET AV UPPFÖLJNINGARNA

Grundvattennivåer och flöden

Mätningarna visar att grundvattennivåerna har höjts efter restaureringen i myrens båda avrinningsområden. Två år efter åtgärderna vara nivåerna jämförbara med de vid referensområdena. Fram till år 2023 hade den genomsnittliga grundvattennivån på Stormyrän ökat med totalt 64 millimeter.

TROLLBERGETS FÖRSÖKSOMRÅDE

Stormyran är en del av Trollbergets försöksområde (Trollberget Experimental Area; TEA), etablerat genom projektet Grip on Life. Där har Skogsstyrelsen, Länsstyrelsen Västerbotten och Sveriges lantbruksuniversitet samt markägare Holmen Skog skapat en infrastruktur för forskning. I området studerar vi effekter på vatten, vattenkemi och växthusgaser av dikesigenläggning, dikesrensning och åtgärder i kantzoner. I närheten av Trollberget ligger två andra försöksområden som är viktiga referensområden för de studier som bedrivs: SLU:s försöks-park Svartberget där hydrologisk och vattenkemisk forskning pågått i över 40 år och Degerö Stormyr där våtmarks-forskning bedrivits sedan början av 1900-talet. 23 olika forskningsprojekt med sammanlagt över 80 miljoner kronor i forskningsmedel är kopplade till Trollbergets försöksområde, som engagerar ett stort antal forskare och doktorander från flera lärosäten. Forskningen på området finansieras av Formas, Naturvårdsverket, Skogssällskapet, Kempestiftelserna med flera.

Mer läsning samt data och resultat från området hittar du på www.slu.se, sök på "Trollberget".

Våra flödesmätningar gav olika resultat på de två mätstationerna. Vid R1 blev flödena jämnare med lägre flödestoppar och högre lågvattenföring. Vid provpunkten R2 kunde vi däremot notera högre flödestoppar, dock inte statistiskt säkerställda. Skillnaden beror bland annat på att R1 hade ett snabbare flöde före åtgärderna medan flödet vid R2 var mer likt referensvärdet. Graden av återställning var också lägre i den del som avvattnas vid R2, vilket gjorde att effekterna av åtgärderna inte blev så tydliga.

Vattenkemi

I fyra år efter restaureringen har vi analyserat en rad vattenkemiska parametrar, bland annat löst organiskt kol, kväve, fosfat, arsenik, bly, järn, kalcium, partiklar, kvicksilver, pH och alkalinitet.

Resultaten av mätningarna av löst organiskt kol, totalkväve och fosfat skiljer sig åt vid de både mätpunkterna. Åtgärderna gav tydligast effekt vid R1 där både koncentrationer och den totala exporten ökade året efter åtgärderna. Effekterna avtog under år två och tre, för att återigen öka något år fyra. För organiskt kol och totalkväve låg nivåerna år fyra fortfarande under de ursprungliga nivåerna medan halterna av fosfat steg över utgångsvärdet. Vid R2 var förändringarna mindre.

Våra analyser av vattnets innehåll av tungmetaller visar att halterna av arsenik och bly ökade något vid R1 efter åtgärderna. Arsenikhalten förändrades lite i jämförelse med innan åtgärd, men koncentrationen ökade relativt sett eftersom referensmyrens halter minskade under samma period. Vattnets innehåll av bly steg något vid R1 men låg fortfarande under referensnivån. Vid R2 var halterna av både arsenik och bly stabila och förändrades varken jämfört med före åtgärderna eller i förhållande till referensmyren.

Mätningarna av kalcium visar att vattnet innehåller lägre halter efter åtgärden både vid R1 och R2, medan halten av järn inte förändrades tydligt. Den totala mängden kalcium och järn som lämnade området varierade över de fyra åren men nådde aldrig högre nivåer än före åtgärden. Referensmyren visade liknande naturliga variationer över tid.

Våra partikelmätningar visar att koncentrationen inte förändrats, men att den totala exporten påverkats olika i de två områdena som en följd av förändrade vattenflöden. Vid R1 minskade partikelmängden de första tre åren för att öka kraftigt år fyra till nivåer nära före åtgärderna. Vid R2 minskade partikelmängden däremot kraftigt det första året och förblev låg under hela perioden.

Vad gäller kvicksilver har vi mätt koncentrationer och export av såväl totalkvicksilver (alla former av kvicksilver) som metylkvicksilver. Koncentrationen av totalkvicksilver ökade något efter åtgärd vid R1, medan metylkvicksilver inte förändrades signifikant. Vid R2 kunde vi inte se några signifikanta föränd-

ringar i koncentrationen av vare sig totalkvicksilver eller metylkvicksilver. Våra mätningar av exporten visar högre värden vid R1 av såväl totalkvicksilver som metylkvicksilver året efter åtgärderna. Under år två till fyra var exporten relativt stabil vid båda mätpunkterna, förutom år fyra då halten totalkvicksilver steg på nytt. Kontrollområdet visade endast små förändringar i både koncentration och export.

Alkalinitet och pH är tätt sammankopplade med organiskt kol. Våra mätningar vid Stormyran visar att pH-värdet och alkaliniteten minskat efter restaurering precis som förväntat eftersom mängden organiskt kol ökat. Förändringen var tydligast vid R1.

Växthusgaser

I dagsläget finns forskningsrapporter från mätningarna av koldioxid och metan från tre år efter genomförda åtgärder. Första året efter åtgärd kunde forskarna vid SLU se att myren fungerade som en tydlig kolkälla. Mycket tyder på att det är en störningseffekt på grund av vegetation som inte återhämtat sig. De efterföljande åren har forskarna sett hur myrens upptag av koldioxid har ökat, men att kolbalansen ännu inte riktigt motsvarar kolbalansen i de närliggande referensmyrarna.

Mätningarna av metan visar att avgången av metan är cirka 40 % lägre på Stormyran på årsbasis än på de odikade referensmyrarna. Metanflödena ser dock ut att öka successivt år för år och närma sig referenstillståndet. Detta är troligen kopplat till vegetationens återetablering, vilket bidrar till både bildningen och transporten av metan till atmosfären.

DETTA HAR VI LÄRT OSS

Undersökningarna visar att åtgärderna påverkat våtmarkens hydrologi, framför allt genom höjda grundvattennivåer. Detta har i sin tur påverkat de kemiska processerna i marken och lett till att mer kol, kväve, fosfor och gamla föroreningar har frigjorts och transporteras bort.

Resultaten visar också att Stormyran, som varit utdikad i över hundra år, ännu inte fungerar som en naturlig våtmark. Det gäller både vattenkvalitet och växthusgasbalanser. Det kommer ta längre tid att återfå mer naturliga förhållanden både vad gäller hydrologi och ekosystem än den period som studerats inom detta projekt.

Av undersökningarna har vi också lärt oss att effekterna på vattenkvaliteten är beroende av hur marken ser ut innan åtgärderna och på hur många diken som läggs igen. I en del av den restaurerade myren som avvattnas vid R2 märkte vi inte så stor skillnad, eftersom denna del av myren påminde om en orörd myr redan innan åtgärderna. I det andra området som avvattnas vid R1, där graden av återställning var större, var förändringarna däremot tydligare.

FAKTA OM BRÖTARNA

Läge och storlek: Brötarnas naturreservat ligger i Bergs kommun i Jämtlands län, cirka 20 kilometer nordväst om tätorten Svenstavik. Våtmarksområdet är 2 363 hektar.

Våtmarkstyper: Brötarna är ett stort och mångformigt myrkomplex med strängflarkkärr och blandmyrar (aapamyr) som är rikt på naturskogs-bevuxna fastmarksholmar och med inslag av ett fåtal mindre sjöar. Mosaikblandmyr, svagt välvd mosse, topogena och soligena kärr ingår också i myrkomplexet. På myrarna finns ett glest bestånd av martallar och torrakor. Genom naturreservatet rinner Hemmingsån och Tvärån.

Påverkan: I slutet av 1800-talet grävdes sammanlagt 25 kilometer diken med syfte att torrlägga markerna och leda om vattnet till Tvärån och kraftverket som då fanns i Högan. Vid dikesrestaureringen bevaras en del av det dike som leder vattnet från Hemmingsån till Tvärån som ett historiskt monument.



BRÖTARNA

Långtidsstudie av manuell pluggning

På Brötarnas storslagna myrar har vi placerat ut närmare 1 500 dikespluggar av björkris för hand för att bevara och öka myrens rika växt- och djurliv. Våra långtidsstudier visar att åtgärderna haft en lokal effekt, men inte varit tillräckliga för att påverka hydrologin i det vidsträckta myrlandskapet i sin helhet.

SÅ GJORDE VI

I Brötarna valde vi en manuell metod för pluggning eftersom bärförmågan i området var för dålig för att bära grävmaskiner. Vi packade närmare 1500 pluggar av mindre björk för hand och körde ut dem på myren med snöskoter under vintern då marken var frusen och täckt av snö. Vi placerade pluggarna manuellt vid fastmarkssträngar i samtliga diken för att återskapa mossens strukturer med strängar och flarkar. Mellan pluggarna lämnade vi diken orörda. Arbetet pågick mellan åren 2010–2015.

Pluggarna som vi använde på Brötarna tillverkade vi av björkris (vänstra bilden). Vi körde ut dem på vintern och nästföljande sommar placerade vi ut dem på de platser där diken korsades av fastmarkssträngar.

Bilden nedan är tagen efter åtgärderna år 2021.



Översiktskarta över projektområde Brötarna (lila linje).



Mätpinnarna i vitmosseundersökningarna utgjordes av en metallpinne med en plastskiva som markerade var vitmossans ytskikt var då pinnarna sattes ut 2019. Mätningarna av vitmossans tillväxt utfördes därefter under tre år.

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

I Brötarna följde vi upp åtgärdernas effekter på fåglar, vegetation och vattenkemi genom långtidsstudier mellan åren 2010–2023. Vi undersökte också grundvattennivåer och vitmossans höjdtillväxt mellan åren 2019–2023.

Fågellivet studerade vi genom att inventera fågelrevir på tre myrar, två restaurerade och en hydrologiskt opåverkad referensmyr. Inventeringen utförde vi enligt Naturvårdsverkets handledning "Fåglar: förenklad revirkartering för våtmark".

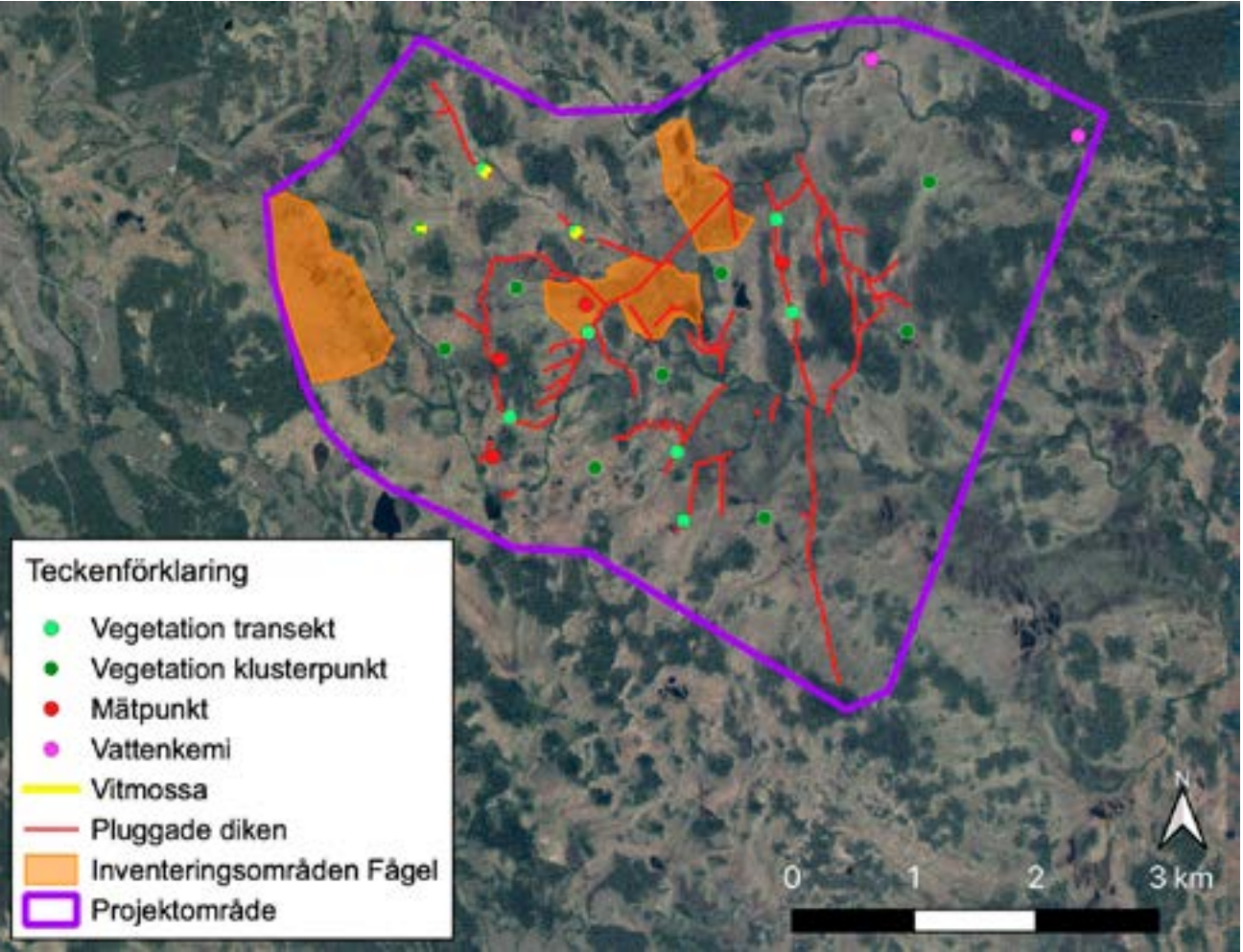
Åtgärdernas påverkan på växtligheten undersökte vi genom inventering vid pluggade diken. Inventeringen följde Naturvårdsverkets manual för uppföljning av myrar i skyddade områden. I enlighet med manualen har vi placerat ut provytor, 0,25 kvadratmeter stora, genom en kombination av två metoder: punkter och transekter. Transekterna placerade vi tvärs över pluggade diken och punkterna på några hundra meter avstånd från diken. I provytorna räknade vi typiska arter av kärlväxter och mossor. Vi noterade också täckningsgrad av vitmossor, brunmossor och fåltskikt, liksom fåltskiktets höjd. I ett pilotprojekt har vi också mätt vitmossans tillväxt på höjden längs transekter över de pluggade diken.

Vattenproverna som vi använde för vattenkemianalyserna tog vi i Tvärån som avvattnar det restaurerade myrområdet norrut.

Grundvattennivåerna undersökte vi mellan år 2019–2023 i fyra grundvattenrör placerade invid pluggade diken. I rören registrerades vattennivåerna automatiskt med hjälp av dataloggar.

Uppföljning av dikesigenläggningen på Brötarna. Åtgärderna utförda år 2010–2015.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutades	Frekvens
Fågelinventering	"Fåglar: förenklad revirkartering för våtmark"	2010	2023	2010, 2012, 2013, 2015, 2021 och 2023
Grundvattennivåmätningar		2019	2023	Årligen
Vattenkemi	Alk/Acid, Ca, Färgtal, K, Kond_25, Mg, Na, pH, TOC, Tot-N_TNb, Tot-P, under 2023 togs även Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Zn	2011	2023	2011, samt tre prover årligen 2019-2023
Vegetationsinventering	Uppföljning av typiska arter och täckningsgrad	2010	2023	2010, 2015, 2019 och 2023
Pilotprojekt tillväxt vitmossa	Tillväxt av vitmossa på höjden vid transekter över restaurerade diken	2019	2023	2019 och 2023



Projektområde Brötarna.

RESULTATET AV UPPFÖLJNINGARNA

Vattenkemi

Mätresultaten visar på förhöjda halter av metaller. Eftersom det inte togs några vattenprover innan åtgärderna finns inga resultat att jämföra med, men de höga halterna beror sannolikt inte på utförda åtgärder utan på att Tvärån är kraftigt påverkad av förorening. I övrigt är det svårt att se några tydliga resultat eller trender avseende vattenkvalitet. Utvärderingen försåras av att det saknas analysresultat från innan åtgärderna för flera parametrar (metaller, organiskt kol, kväve och fosfor) och att vattenproverna är tagna på olika platser före respektive efter restaureringen.



Varnande småspov på Bränntjärnsflon, ett av de myrområden som restaurerats inom Brötarnas naturreservat. Småspov var tillsammans med gluttsnäppa den vanligaste arten på de tre inventerade myrarna. Antalet revir fördelade sig ganska jämnt mellan myrarna under åren då inventeringen genomfördes.

Diagrammen här intill visar att antalet typiska kärlväxter och mossor varit oförändrat intill restaurerade diken medan stora förändringar skett ute på den öppna myren. Minskningen kan eventuellt förklaras av storskaliga klimatförändringar som gjort myren torrare.

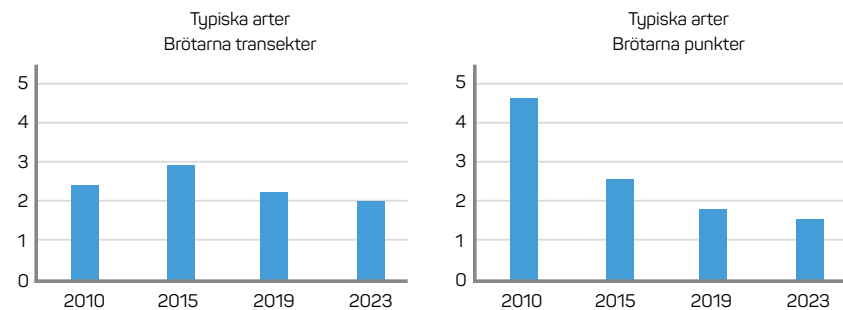
Fågelliv

Våra fågelinventeringar visar att det skett en generell ökning av fågelrevir under perioden 2010–2023, både på de restaurerade myrarna och på referensmyren.

Kärlväxter och mossor

Vegetationsinventeringarna visar att det före restaureringarna fanns fler arter av typiska kärlväxter och mossor i punkterna ute på myren jämfört med längs transekterna över diken. Efter åtgärderna kan vi se att artantalet varit oförändrat invid diken men att det minskat ute på myren.

Våra vitmossemätningar visar att vitmossan växt i genomsnitt 41 millimeter invid transekterna mellan åren 2019-2023 (baserat på fyra mätpunkter, övriga sex gick inte att återfinna) och 19 millimeter ute på myren (där samtliga fem mätpunkter gick att återfinna).



Grundvattennivåer

Från våra mätningar av grundvattennivåer kan vi se hur de förändras naturligt med säsongen invid restaurerade diken vilket innebär höga nivåer under snösmältningen i mars–maj och låga nivåer i augusti–september.

DETTA HAR VI LÄRT OSS

Sannolikt har pluggarna haft en viss effekt på myrarnas hydrologi, åtminstone lokalt. Det kan vi se i resultaten från våra vitmossemätningar som visar att vitmossan växer snabbare invid igenlagda dike än ute på den öppna myren. Övriga undersökningar tyder på att åtgärderna på Brötarna haft en begränsad effekt. Troligtvis skulle metoden för igenläggning behöva förbättras för att återfå en mer naturlig hydrologi i det vidsträckta myrområdet som helhet.

ÖJSJÖMYRARNARNA

Igenlagda diken i rikkärr

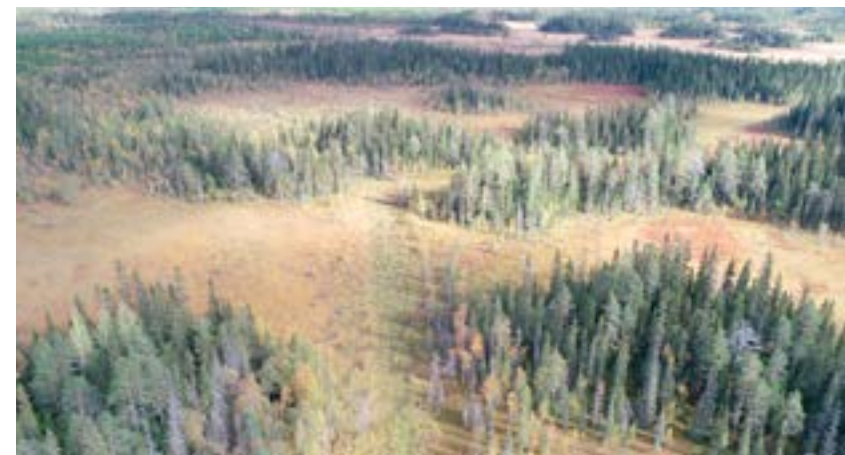
På Öjsjömyrarna har vi lagt igen många hundra meter diken med torv – allt för att gynna den storslagna myrens rika växt- och djurliv. Vi har följt upp åtgärderna i mer än tio år och sett att myrens växtlighet reagerat positivt på åtgärderna.

SÅ GJORDE VI

På Öjsjömyrarna har vi lagt igen diken med torv och träd som vi avverkat längs diken kanter. Vi utförde åtgärderna i tre områden, Kronoparkstjärnen, Ol-Pålsamyren och i ett område öster om Storflon, under augusti och september 2012. Vid Kronoparkstjärnen har vi också arbetat med en utträdad bäck som återfått ett meandrande förlopp. Syftet med restaureringarna har varit att åter skapa en naturlig hydrologi och att gynna de arter som är typiska för området, till exempel kalkgynnade kärlväxter och mossor, kransalger och nateväxter.

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

Vi har följt upp åtgärderna genom att mäta långtidseffekter på grundvattennivåer, vattenkemi, fågelliv och växter. De första mätningarna och inventeringarna genomförde vi innan åtgärderna utfördes år 2010 och de sista undersökningarna gjorde vi år 2023.



FAKTA OM ÖJSJÖMYRARNARNA

Läge och storlek: Öjsjömyrarna är ett 736 hektar stort naturreservat cirka 40 kilometer nordnordost om Östersund i Östersunds kommun.

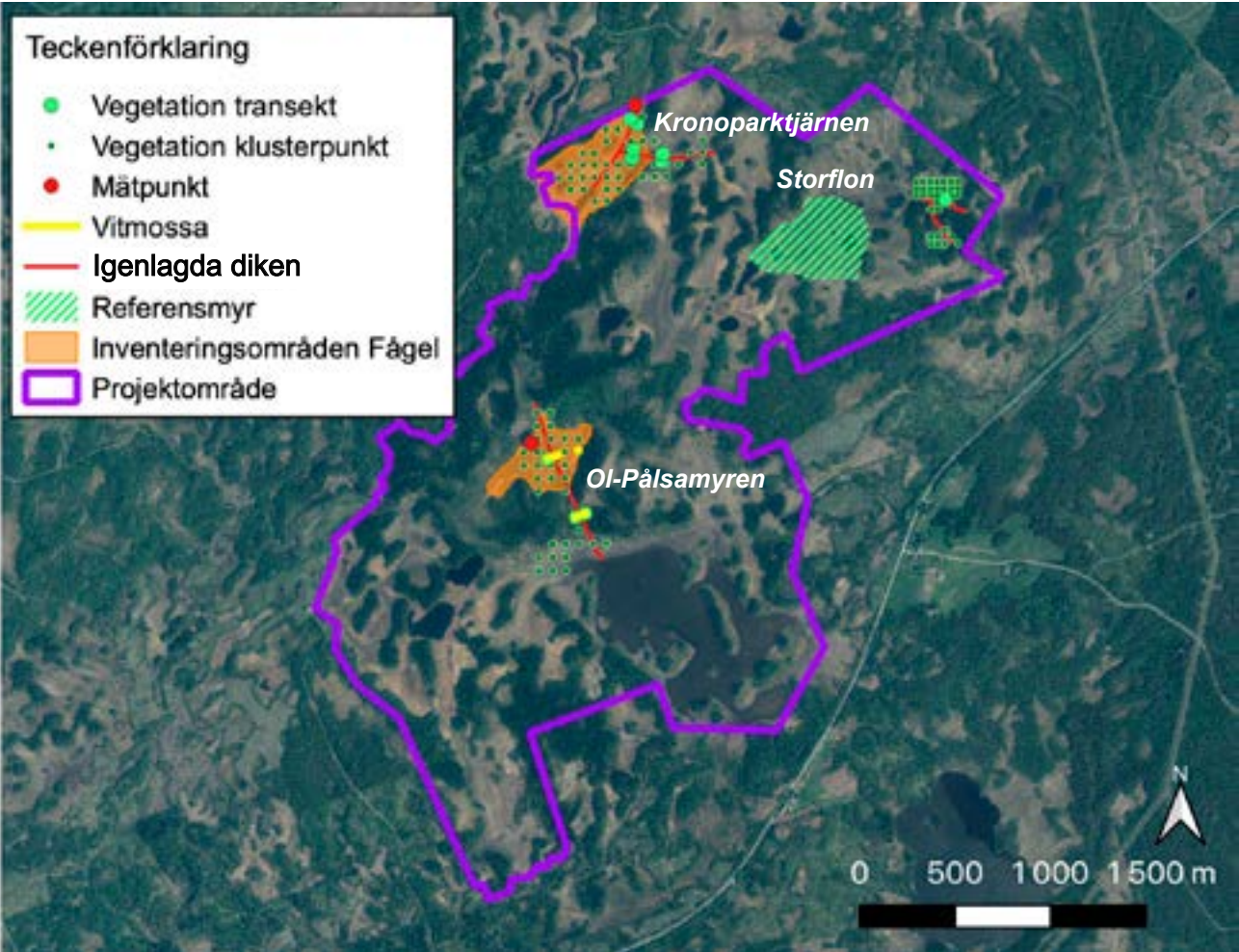
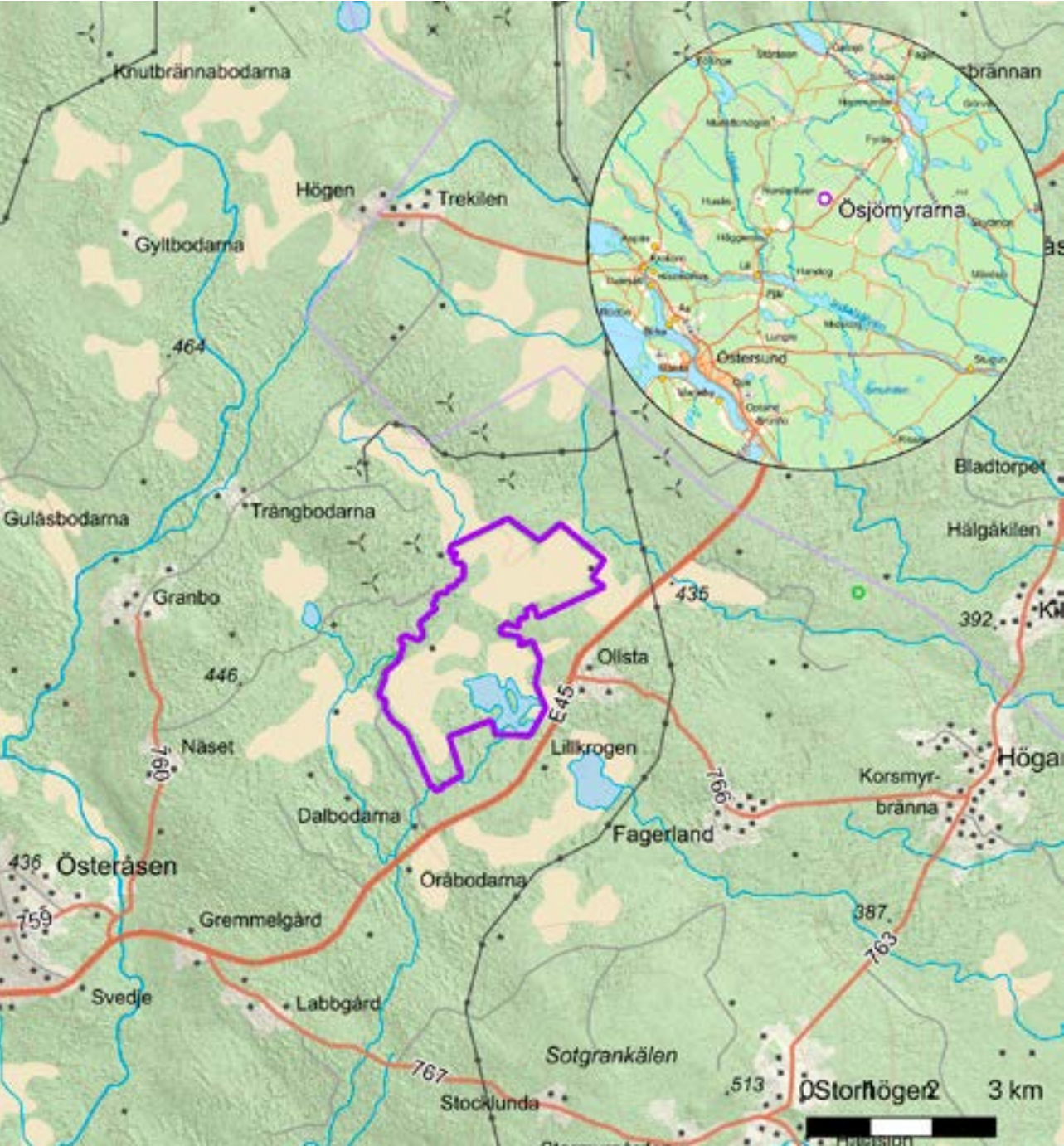
Våtmarkstyper: Området präglas av ett flackt moränbacklandskap med tjärnar, aapamyror, rikkärr och andra typer av såväl öppna som skogbevuxna mossar och kärr liksom barrskogsklädda fastmarksholmar. I området finns en varierande flora och fauna med särskilt många kalkkrävande och kalkgynnade kärlväxter, mossor och snäckor.

Påverkan: I början av 1900-talet grävdes långa diken genom både skog och myr. I området finns också gamla bäverdämmen och flottningsdammar. I stort sett har diken haft en liten påverkan på myrarna.



Bilden till höger är tagen i samband med restaureringarna år 2012 och bilden till vänster är tagen nio år senare, år 2021.

Översiktskarta över projektområde Öjsjömyrarna (lila linje).



Projektområde Öjsjömyrarna. Mätpunkten för vattenkemiundersökningarna ligger utanför kartbilden några kilometer söderut.

Grundvattennivåerna har vi undersökt på två av de restaurerade myrarna. Före dikesigenläggningen utförde vi mätningarna manuellt medan mätningarna efter åtgärderna gjordes med hjälp av dataloggar.

Vattenproverna som vi använde för vattenkemianalys tog vi från Örån som avvattnar Öjsjömyrarna söderut. De första proverna tog vi i samband med åtgärderna. De första åren analyserade vi dock inte pH, alkalinitet eller färg.

Genom att undersöka antalet fågelrevir och rastande fåglar vår och höst undersökte vi hur åtgärderna påverkat myrarnas fågelliv. Vi använde data från Kronoparkstjärnen och Ol-Pålsamyren och jämförde dem med data från den hydrologiskt opåverkade referensmyren Storflon. Revirinventeringen utfördes

Uppföljning av dikesigenläggningen på Öjsjömyrarna. Åtgärder utförda år 2012.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutades	Frekvens
Vattenkemi	Alk/Acid, Ca, Färgtal, K, Kond_25, Mg, Na, pH, TOC, Tot-N_TNb, Tot-P, under 2023 togs även Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Zn	2012	2023	2012 och 2013, samt tre prover årligen 2019-2023
Grundvattennivåer		2011	2023	2011 och 2012, samt 2019-2023
Vegetationsinventering	Uppföljning av typiska arter och täckningsgrad	2010	2023	2010, 2015, 2019 och 2023
Pilotprojekt tillväxt vitmossa	Höjdtillväxt av vitmossa	2019	2023	2019-2023, dock ej 2022
Fågelinventering	Antal häckande och rastande arter	2010	2023	2010, 2012, 2015, 2021 och 2023

enligt Naturvårdsverkets handledning "Fåglar: förenklad revirkartering för våtmark". Förändringarna avseende rastande fåglar analyserade vi utifrån uppgifter från databasen Artportalen (SLU Artdatabanken) i naturreservatet som helhet.

Växtlighetens utveckling följde vi upp i provytor i alla tre områden där diken lagts igen enligt Naturvårdsverkets manual för uppföljning av myrar i skyddade områden. Provytorna ligger längs transekter tvärs över restaurerade diken och i punkter i ett gridnät ute på myrmarken. På Ol-Pålsamyren mätte vi också vitmossans tillväxt på höjden längs transekter över de pluggade dikena samt på en referensyta ute på myren.

RESULTATET AV UPPFÖLJNINGARNA

Grundvattennivåer

Våra mätningar visar att vattennivåerna har stigit efter åtgärderna. Som mest har grundvattennivån stigit två decimeter sedan 2011. Ökningen gäller både lägsta- och högstanivå under året. En del osäkerheter finns i resultaten eftersom de äldsta mätningarna gjordes på ett fåtal platser under kortare period och med en annan metod än vid undersökningarna som gjordes mellan 2019–2023. Mellan åren 2019–2023 kan vi inte se några större förändringar. Nivåerna varierar naturligt med årstiden och påverkas snabbt av stora nederbördsmängder.

Vattenkemi

Det är svårt att utläsa några tydliga trender utifrån resultaten av våra vattenkemianalyser. För organiskt kol kan vi dock se en signifikant ökning mellan

proverna tagna i samband med restaureringen år 2012 och 2013 och proverna tagna 2019–2023. Ökningen skulle kunna härledas till åtgärderna som kan leda till att organiskt material sköljs ur den tidigare torrlagda marken. Resultaten bör tolkas med försiktighet – ett fåtal prover har tagits och förändringen kan bero på andra faktorer än åtgärderna, till exempel storskaliga klimatförändringar eller användande av olika laboratorier och mätmetoder. Från år 2019 och framåt ser vi ingen signifikant trend.

Fågelliv

Vi kan inte se någon statistiskt säkerställd förändring vad gäller fågelrevir efter restaurering. För rastande fåglar kan vi däremot se en viss ökning. Rastande stor-spovar och småspovar visar en positiv trend under våren. Även kricka, gluttsnäppa och svärta visar en positiv trend medan en art, ljungpipare, har minskat i antal.

Vi tolkar dock resultaten med försiktighet eftersom endast ett fåtal fågelrevir observerats och då fluktuationer i populationerna på regional och nationell nivå kan påverka lokala förändringar.



Storspov är en av de rastande fåglar som visat en positiv trend på Öjsjömyrarnas restaurerade områden.

Kärlväxter och mossor

Våra inventeringar av kärlväxter och mossor visar att det finns fler arter efter restaureringarna i alla tre undersökningsområden, både vid igenlagda diken och längre ut på myren. Täckningsgraden för vit- och brunmossor varierar mer än kärlväxterna både mellan områdena och mellan åren, men även här kan vi skönja en stabil eller ökande trend.



Till vänster: Utlagd transekt längs vilken kärlväxter inventerats. Till höger: Vaxnycklar i rikkärr.

Även våra höjdmätningar av vitmossa visar en positiv trend. Störst förändring kan vi se ute på myren där tillväxttakten var dubbelt så hög jämfört med vid de igenlagda diken. Vi kan också se att tillväxttakten har varit jämnare vid de igenlagda diken än på referensytan där tillväxten varierat kraftigt mellan olika mätpunkter.

DETTA HAR VI LÄRT OSS

Uppföljningen på Öjsjömyrarna visar att våra åtgärder fått önskat resultat ur flera aspekter. Grundvattennivåerna har höjts, vilket i sin tur kan vara förklaringen till en gynnsam utveckling för kärlväxter och mossor, såväl när det kommer till artantal, täckningsgrad som höjdtillväxt för vitmossor.

Avseende fåglar och vattenkvalitet kan vi däremot inte att se några effekter av restaureringen, varken positiva eller negativa.



ÅNNSJÖN

Växthusgaser i fjällandskap

I Ånnsjön har vi lagt igen diken för att återskapa de vidsträckta myrmosaikernas naturliga hydrologi i syfte att bevara och öka biologisk mångfald. Våra uppföljningar har dock fokuserat på växthusgaser i fjällandskap. De visar att en restaurerad myr kan återfå en liknande flödesbalans som en hydrologiskt opåverkad myr.

SÅ GJORDE VI

År 2013 fyllde vi 2 200 meter av våtmarkens diken med torv från dikenas kanter med hjälp av grävmaskin. Året därpå upptäckte vi att torven sjunkit ihop så pass mycket att vi var tvungna att bättra på åtgärderna. Nu använde vi istället torv från ett 10–15 meter brett område på vardera sidan om diken. Vi förstärkte också igenläggningen med pluggar av stock och fiberduk.

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

Våra uppföljningar i Ånnsjön har fokuserat på växthusgaser. Vi har mätt flöden av koldioxid och metan på en restaurerad del av mossen och jämfört resultaten med mätresultat från en hydrologiskt opåverkad referensyta. Mätningarna gjordes manuellt och genomfördes på dagtid över tre somrar (2020–2022) i transparenta och ogenomskinliga kammare. Samtidigt samlade vi in data om vegetationens sammansättning, vattennivåer och temperaturer.



Före restaurering 2013.



Efter restaurering 2014.



Efter restaurering 2024.

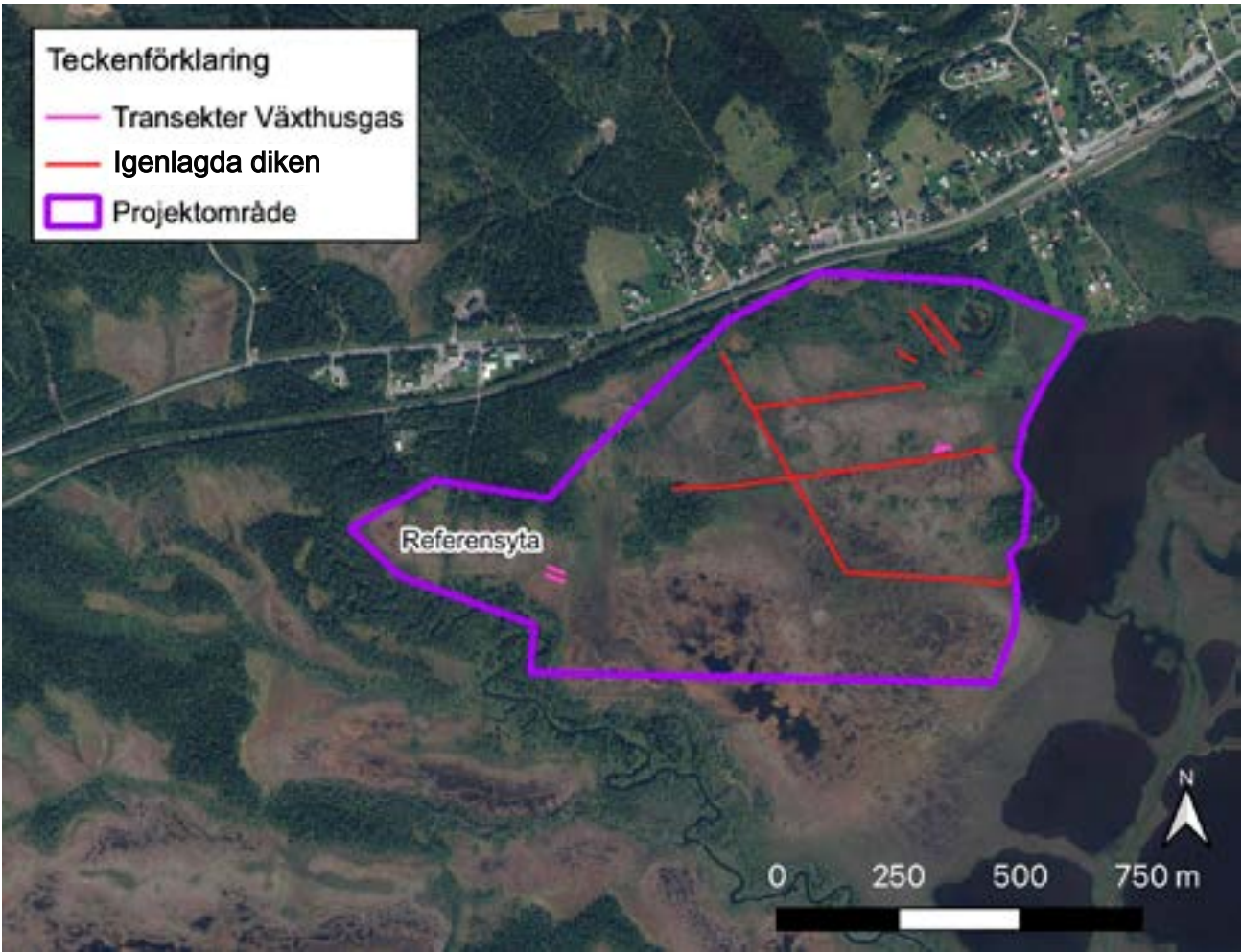
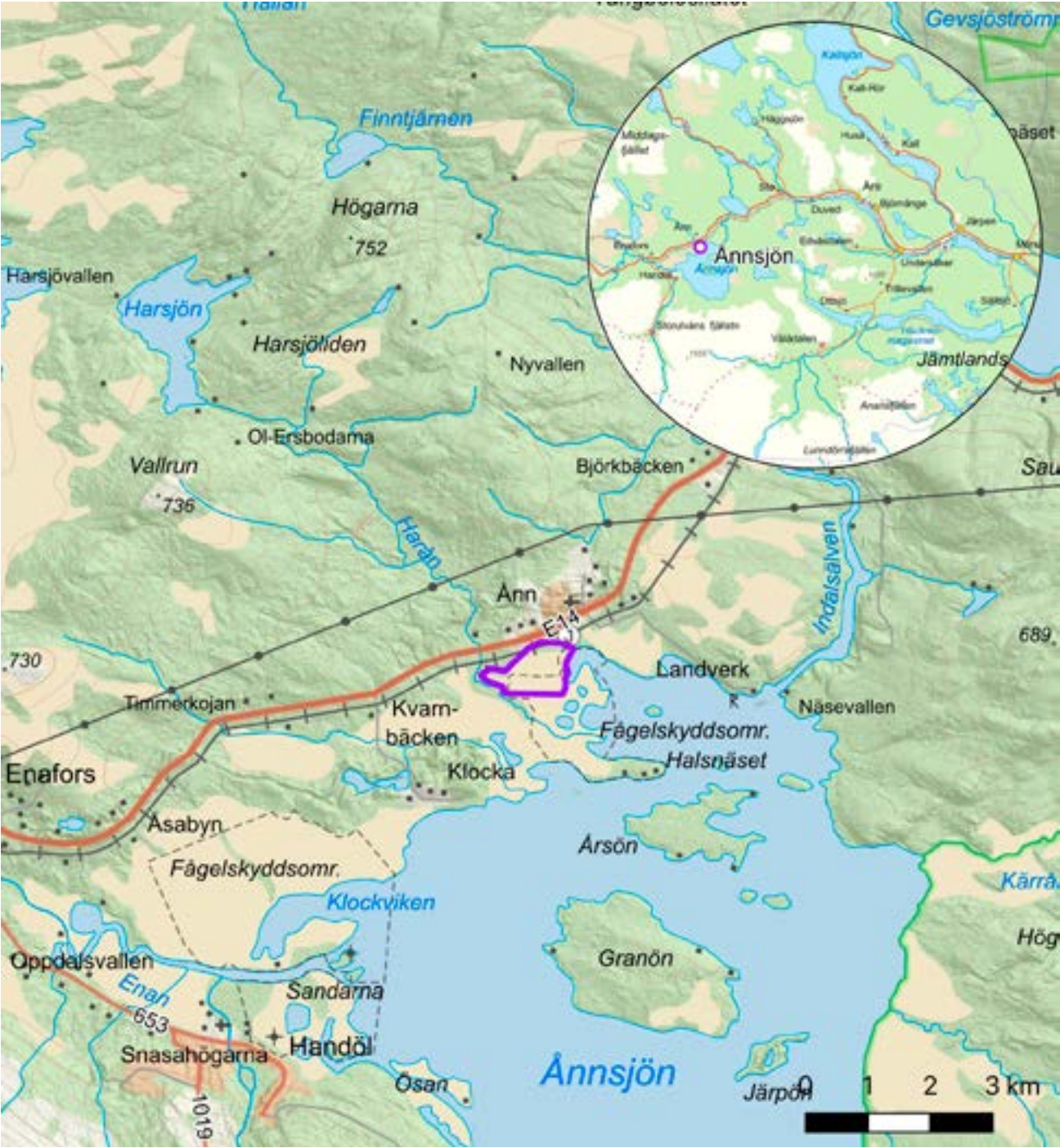
FAKTA OM ÅNNSJÖN

Läge och storlek: Ånnsjön är ett nästan 9 000 hektar stort naturreservat och Natura 2000-område i den jämtländska fjällvärlden. I den grunda och nästan cirkelrunda sjöns omgivning finns myrar av olika slag och en del skog.

Våtmarkstyper: Myrmarkerna runt sjön är varierande och mosaikartade och tillhör fjällvärldens mest fågelrika. Terrängtäckande mosse, topogent kärr, soligent kärr, mosse, lösbottnar, små gölar och tjärnar ingår i mosaiken. Myrområdena har tydlig oceanisk påverkan vilket innebär ett fuktigt klimat med milda vintrar och svala somrar. Klimatet har satt sin prägel på växt- och djurliv som är mycket variationsrikt.

Påverkan: Nära byn Ånn grävdes många och långa diken år 1915–1916 för att öka produktionen på ”vatten-skadade och frostförande marker”.

Översiktskarta över projektområde Ånnsjön (lila linje).



Projektområde Ånnsjön med provtagningspunkter för växthusgaser.

Uppföljning av dikesigenläggningen på Ånnsjön. Åtgärder utförda år 2014.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutades	Frekvens
Växthusgasfluxationer	Koldioxid och metan	2020	2022	Flera gånger årligen

RESULTATET AV UPPFÖLJNINGEN

Våra mätningar visar att medelvattennivåerna för restaurerad myr och referensmyr var 20 respektive 17 centimeter under markytan. Den restaurerade ytan var översvämmad på vintern och sjönk så djupt som 70 centimeter under sommaren, medan den naturliga myren hade en mer stabil vattennivå. Från sommarmätningarna av växthusgaser kan vi se att nettoupptaget av kol från båda ytorna var lika stort. Nettoupptaget var störst på de mätplatser där vitmossetäcket var som tjockast. Kolbalansen över året beräknades till nära noll. Vi såg också att flödena av metan var som förväntat, det vill säga störst från de blötaste provytorna.

DETTA HAR VI LÄRT OSS

Uppföljningen visar att Ånnsjöns myr har de växthusgasbalanser som kan förväntas från myrar, varför restaureringen ur denna aspekt kan betraktas som lyckad.



För att underlätta provtagningen byggdes spänger på provtagningsplatserna vid Ånnsjön.

ANDERSTORPS STORMOSSE

Växthusgaser på högmosse

På en av Sveriges största och mest värdefulla högmossar har vi pluggat igen närmare 100 kilometer diken, dels för att återskapa myrstrukturen, dels för att gynna mossens rika fågelliv. Vattennivån i de gamla torvtäkterna har nu stigit och vitmossan fått en ny chans att växa till.

SÅ GJORDE VI

Genom att plugga och lägga igen diken samt dämma upp torvgravar i två gamla torvtäktsområden har vi restaurerat totalt 296 hektar våtmark mellan åren 2011–2015 (se faktaruta). I stort sett har vi åtgärdat alla diken inom området. Vi har också kontinuerligt röjt bort unga träd och buskar för att återskapa en öppen högmosse. Vi har också återskapat vattenflödet i en delvis torrlagt bäck genom att täppa igen utloppen från några torvgravar.

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

På Anderstorps Stormosse har vi följt upp åtgärderna genom att mäta flöden av växthusgaser. Vi har mätt flöden av koldioxid, metan och lustgas på en restaurerad del av mossen och jämfört resultaten med dem från en hydrologiskt opåverkad del. Mätningarna genomfördes på dagtid över tre somrar (2020–2022). Undersökningarna gjordes manuellt i transparenta och ogenomskinliga kammare. Vi samlade också in data om vegetationens sammansättning, vattennivåer och temperaturer.

FAKTA OM ANDERSTORPS STORMOSSE

Läge och storlek: Anderstorps Stormosse ligger norr om Anderstorp och nordost om Gislaved i Jönköpings län. Naturreservatet är nästan 2 000 hektar stort och är ett av Sydsveriges största myrkomplex med högmossar. I princip hela mossen är Natura 2000-område.

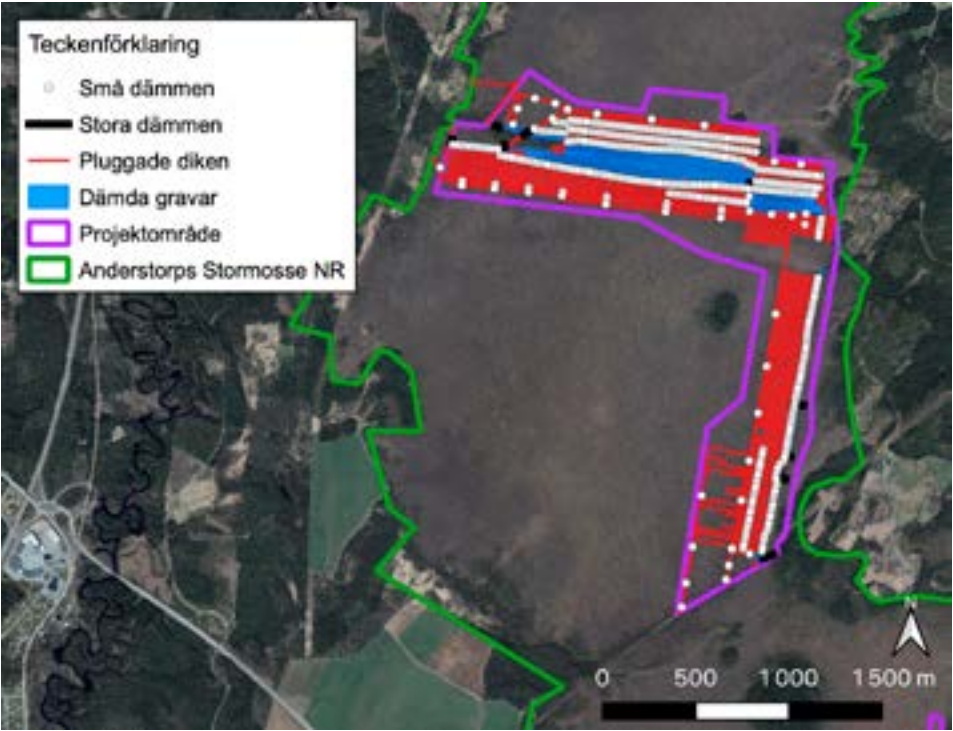
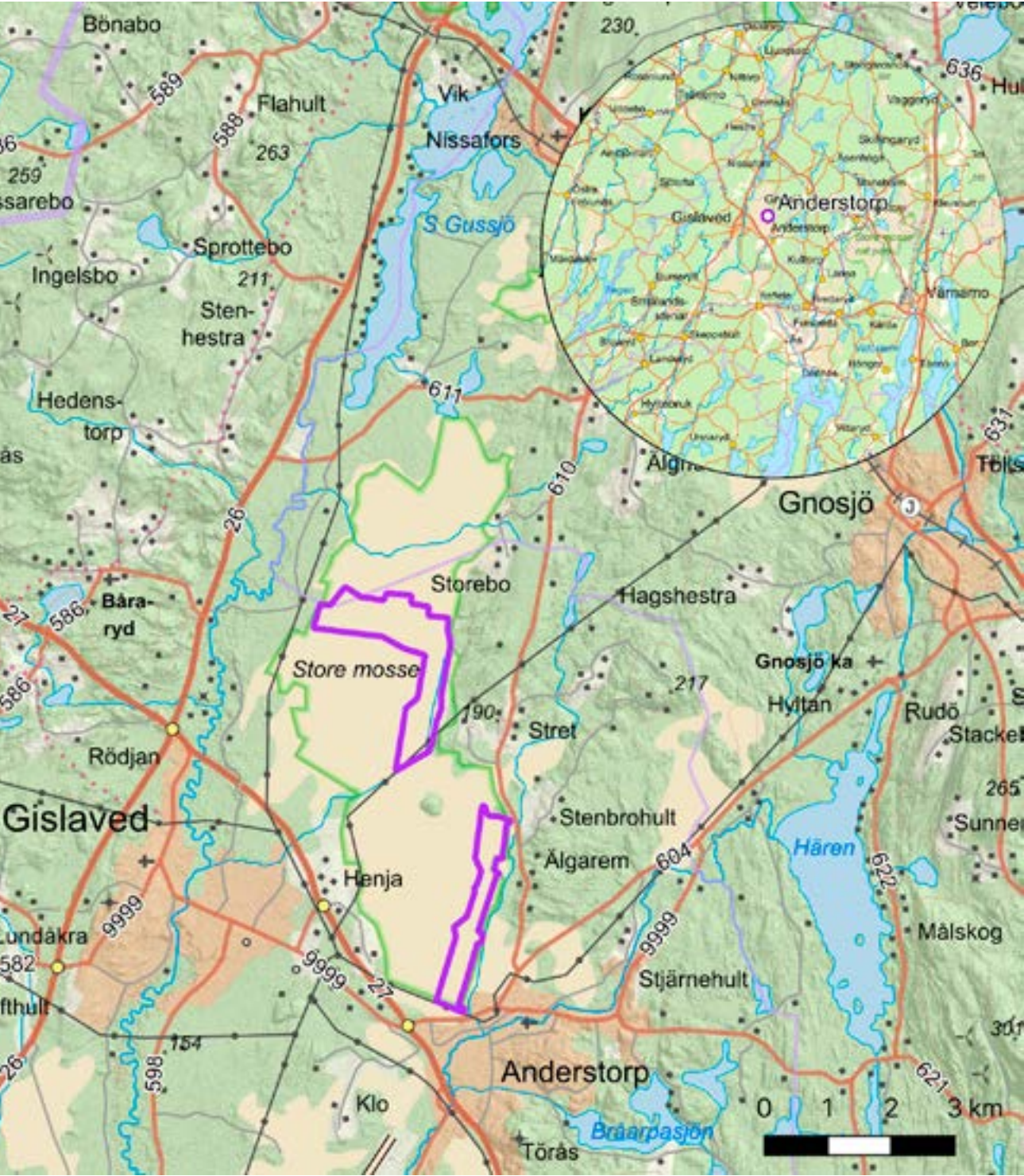
Våtmarkstyper: Mossen är ett myrkomplex med välvda mossar med sluttande och breda kärdråg, små göl-system och fastmarksholmar. Mossen har en speciell flora och fauna med flera våtmarksberoende och ovanliga arter.

Påverkan: I området finns två gamla torvtäktsområden från 1940-talet som tillsammans omfattar 296 hektar. När torvtäktverksamhet inleddes grävdes ett stort antal smala diken med cirka 20 meters mellanrum för att avvattna mossen. Totalt fanns cirka 100 kilometer diken som effektivt torkade ut mossen i aktuella områden. Det ledde till att vitmossan försvann och ersattes med ljung, buskar och träd.

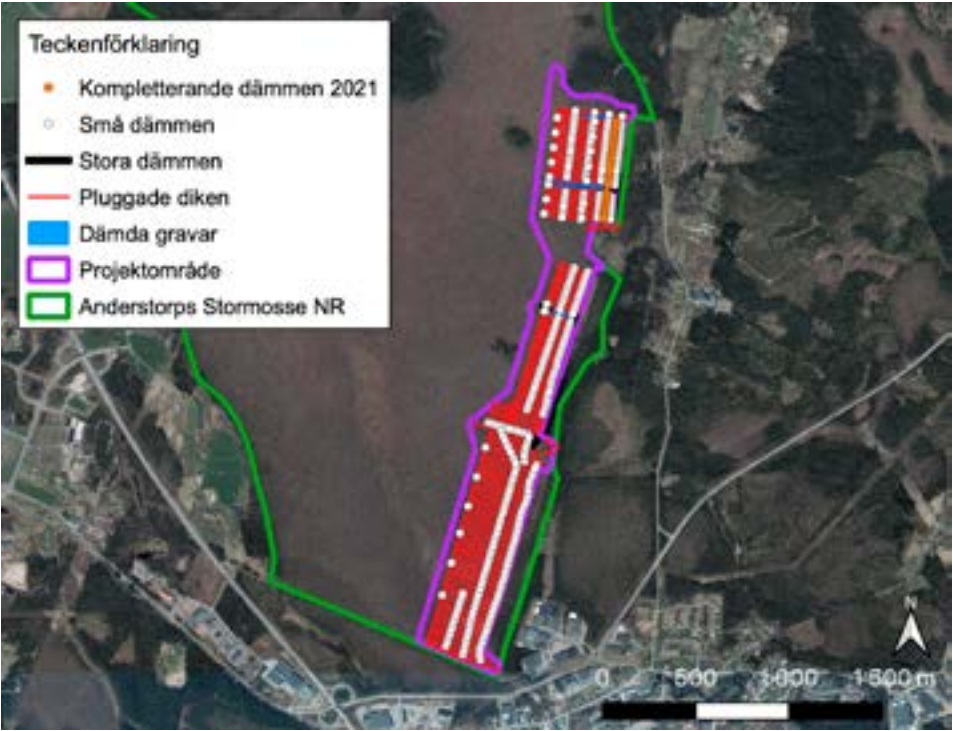
Uppföljning av dikesigenläggningen på Anderstorps Stormosse. Åtgärder utförda år 2011–2015.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutades	Frekvens
Växthusgaser	Koldioxid, metan och lustgas	2020	2022	Flera gånger årligen
Grundvattennivåer		2020	2022	Flera gånger årligen

Översiktskarta över projektområde Anderstorps Stormosse (lila linje).



Norra projektområdet på Anderstorps Stormosse.



Södra projektområdet på Anderstorps Stormosse.

RESULTATET AV UPPFÖLJNINGEN

Våra vattennivåmätningar visar att medelvattennivån ligger 16 centimeter respektive 8 centimeter under markytan i den restaurerade respektive naturliga myr, där regn och torka medförde större variationer på den restaurerade ytan jämfört med referensytan. Vattennivåerna innebär att mossen har förutsättningar att fungera som en kolsänka.

Gasmätningarna under sommarhalvåret visar att båda ytorna hade ett netto-upptag av kol, där den restaurerade ytan både hade större fotosyntes och ett större utsläpp än den naturliga myren. En större aktivitet på den restaurerade ytan kan förklaras av en tätare vegetation. Kolbalansen blir nära noll för båda ytorna när sommarens mätningar skalas upp till hela året. Det innebär att det varken sker något upptag eller någon avgång. Det är svårt att se någon skillnad emellan ytorna.

Metanutsläppen var större ju blötare marken var, med avgång på den naturliga myren men knappt någon metan från den restaurerade ytan. Lustgas avgick i så små mängder att det inte gick att mäta.

DETTA HAR VI LÄRT OSS

Troligen avgick koldioxid från de dikade ytorna innan åtgärderna då torven kunde brytas ner på grund av sänkta vattennivåer. Efter restaureringen har vattennivån stigit och uppföljningen visar på en kolbalans nära noll och inga metanutsläpp. Av detta kan vi dra slutsatsen att restaureringen förhindrat torvens nedbrytning och att området inte längre orsakar någon negativ klimatpåverkan. Om marken fortsatt hålls blöt kan den kanske i framtiden lagra in ny torv och omvandlas till en kolsänka. Ökade metanutsläpp är i så fall också att vänta.

Vi har också lärt oss att de ursprungliga åtgärderna inte var tillräckliga, trots att över 800 dikespluggar anlades. 2021 kompletterades ett delområde med ytterligare en rad dikespluggar och med fördel kan ytterligare kompletteringar göras. Vi har också sett att det efter restaureringen slagit upp väldigt mycket björksly i åtgärdsområdena som kommer kräva återkommande röjningar under en period framöver.



Referensyta på Anderstorps Stormosse.

DJURGÅRDSMOSSEN

Reningsverk åt Hedströmmens flodpärlmusslor

Målet med vårt arbete på Djurgårdsmossen har varit att minska läckaget av partiklar, som kan täppa till bottarna i nedströms liggande vatten där flodpärlmusslorna lever. Det är också detta som varit i fokus för vår uppföljning. "Trots omfattande grävningar kan vi inte se några negativa slamtransporter under åtgärdsarbetet", berättar Magnus Lindh på Skogsstyrelsen.

SÅ GJORDE VI

På Djurgårdsmossen har vi lagt igen tre långsgående diken med torv från platsen med hjälp av grävmaskin. Vi har också kompletterat igenläggningen, som vi genomförde år 2021, med tvärgående dikespluggar förstärkta av virke från träd som tidigare växte bredvid diket.



En plugg av torv har börjat byggas tvärs över ett av Djurgårdsmossens diken.



Torven täcks med tuvor av växtlighet.



Knappt ett år efter att pluggen byggts växer naturlig vegetation på platsen.

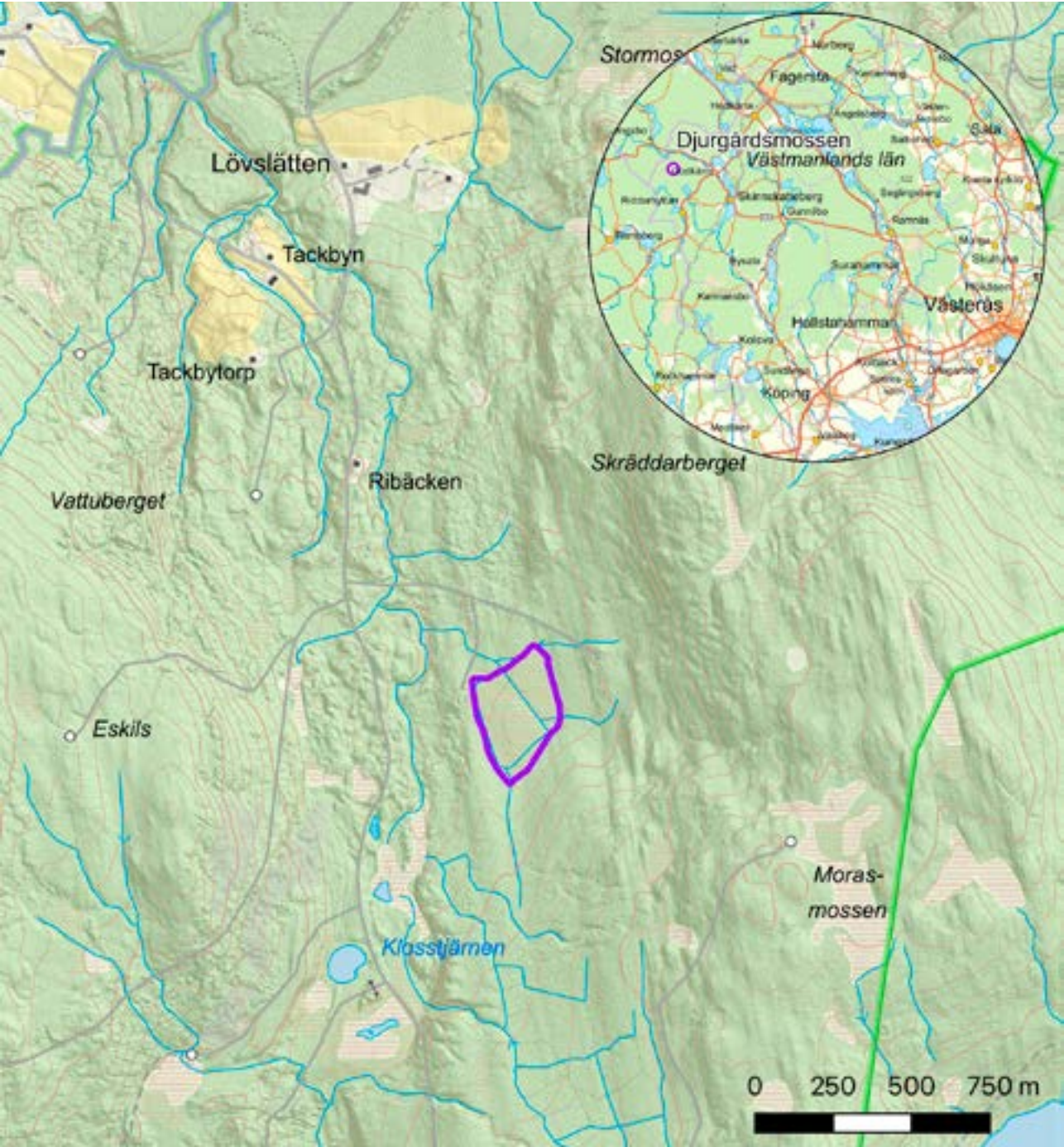
FAKTA OM DJURGÅRDSMOSSEN

Läge och storlek: Djurgårdsmossen var före dikningarna antagligen till stora delar en öppen mosse och ligger cirka 8 kilometer norr om Riddarhyttan i Skinnskattebergs kommun. Idag är området till stora delar skogbevuxet men det finns en öppen högmossedel. Djurgårdsmossen är 8 hektar stor och har ett avrinningsområde på 96 hektar. **Våtmarkstyp:** Öppna mossar och kärr. **Påverkan:** Djurgårdsmossen avvattnas genom i huvudsak tre diken.

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

Åtgärderna på Djurgårdsmossen har vi gjort med vattenmiljöerna nedströms mossen i blickfånget. Vår uppföljning har därför handlat om vattenkvalitet. Särskilt intresse har vi riktat mot halterna av metylkvicksilver och vattnets partikelhalt, men vi har även undersökt näringsämnen, pH, vattnets förmåga att motstå förorening (alkalinitet) och organiskt kol.

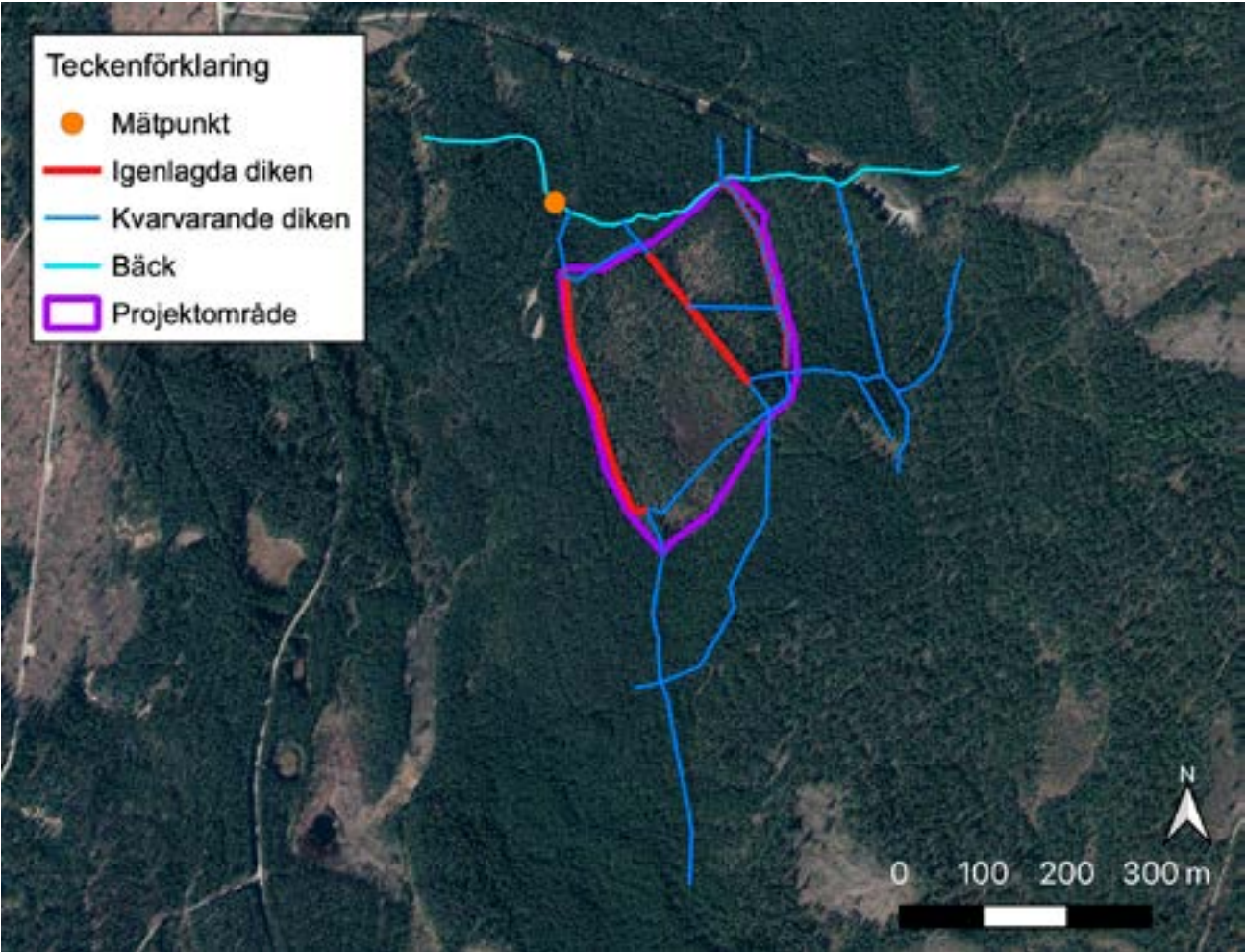
Översiktskarta över projektområde Djurgårdsmossen (lila linje).



Uppföljning av dikesigenläggningen på Djurgårdsmossen. Åtgärder utförda år 2021.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutades	Frekvens
Vattenkemi	Metylkviksilver, SLU:s baspaket för analys av vattenkemi (till exempel pH, TOC, absorbans, kväve, fosfor) samt turbiditet och suspenderade ämnen	Juli 2020	Juni 2023	Månadsvis
Turbiditet med sensorer		Hösten 2021	Juni 2023	Kontinuerlig

Projektområde Djurgårdsmossen.



Vi tog vattenprov och utförde mätningar på två platser, i bäcken direkt nedströms mossen och på en referenspunkt i Ribäcken. Undersökningarna har pågått under en kortare tidsperiod, från juli 2020 till juni 2023. Vi mätte bäckarnas vattenflöde med hjälp av tryckgivare. Vattnets innehåll av partiklar analyserade vi med hjälp av både turbiditetmätningar med sensor och analys av vattenprover.

RESULTATET AV UPPFÖLJNINGARNA

Vattenkemi och partiklar

Resultaten av våra uppföljningar visar att partikelmängderna varit oförändrade under mätperioden. Mätningarna avseende organiskt kol, näringsämnen och pH visar en viss försämring medan halterna av metylkvicksilver varit oförändrade.

DETTA HAR VI LÄRT OSS

Vi har genomfört åtgärderna på Djurgårdsmossen för att på sikt minska läckaget av grumlande partiklar och på så sätt gynna flodpärmusslorna i Hedströmmen där Ribäcken mynnar. Under den korta tid som vi genomfört mätningarna har vi inte sett någon förändring avseende vattnets innehåll av partiklar. Vårt att lyfta är att slamtransporten inte heller ökade under tiden som åtgärderna i området pågick. Våra uppföljningar visar också att våtmarksåtgärder initialt kan leda till en något försämrad vattenkvalitet avseende vissa parametrar. Tidigare studier av våtmarksrestaurering visar dock att försämringar av vattnets kvalitet ofta är tillfälliga och avtar inom en femårsperiod. Effekterna är därtill ofta lokala och påverkar sällan vattenmiljöer nedströms.

SANDVADSBÄCKEN

Mer vatten i landskapet

I Sandvadsbäcken har vi restaurerat vattendragets hydrologi genom att återskapa naturlika trösklar av rensmassor, block och sten på sex platser. Syftet var att återskapa ett naturligare flöde, återaktivera intilliggande svämplan i bäckens nedre delar och förbättra livsmiljöer för vattenlevande organismer som fisk och groddjur.

SÅ GJORDE VI

I Sandvadsbäcken har vi återskapat naturlika trösklar av sten och block, så kallade bestämmande sektioner. Vi har gjort detta genom att lägga tillbaka rensmassor med handkraft, vinsch och grävmaskin längs sex uträtade och rensade sträckor nedströms våtmarksområden. Syftet med våra åtgärder har varit att återfå en naturligare hydrologi där vatten hålls kvar i våtmarksområdena under en längre tid av året. Målsättningen har också varit att stärka den biologiska mångfalden och öka möjligheten för fisk och annan fauna att röra sig upp- och nedströms i bäcken. Restaureringen omfattar en närmre fem kilometer lång vattendragssträcka och åtgärderna genomfördes under 2022 och 2023. Förutom att återskapa trösklar har vi också återfört död ved till vattendraget.

FAKTA OM SANDVADSBÄCKEN

Läge och storlek: Sandvadsbäcken är ett strömmande vattendrag med block och sten som huvudsakligt bottenmaterial. Bäcken, som har ett drygt 3 000 hektar stort avrinningsområde, mynnar i en kvill av Emån uppströms Finsjö. Landskapet präglas av blockrik hällmark, kärr och mossar.

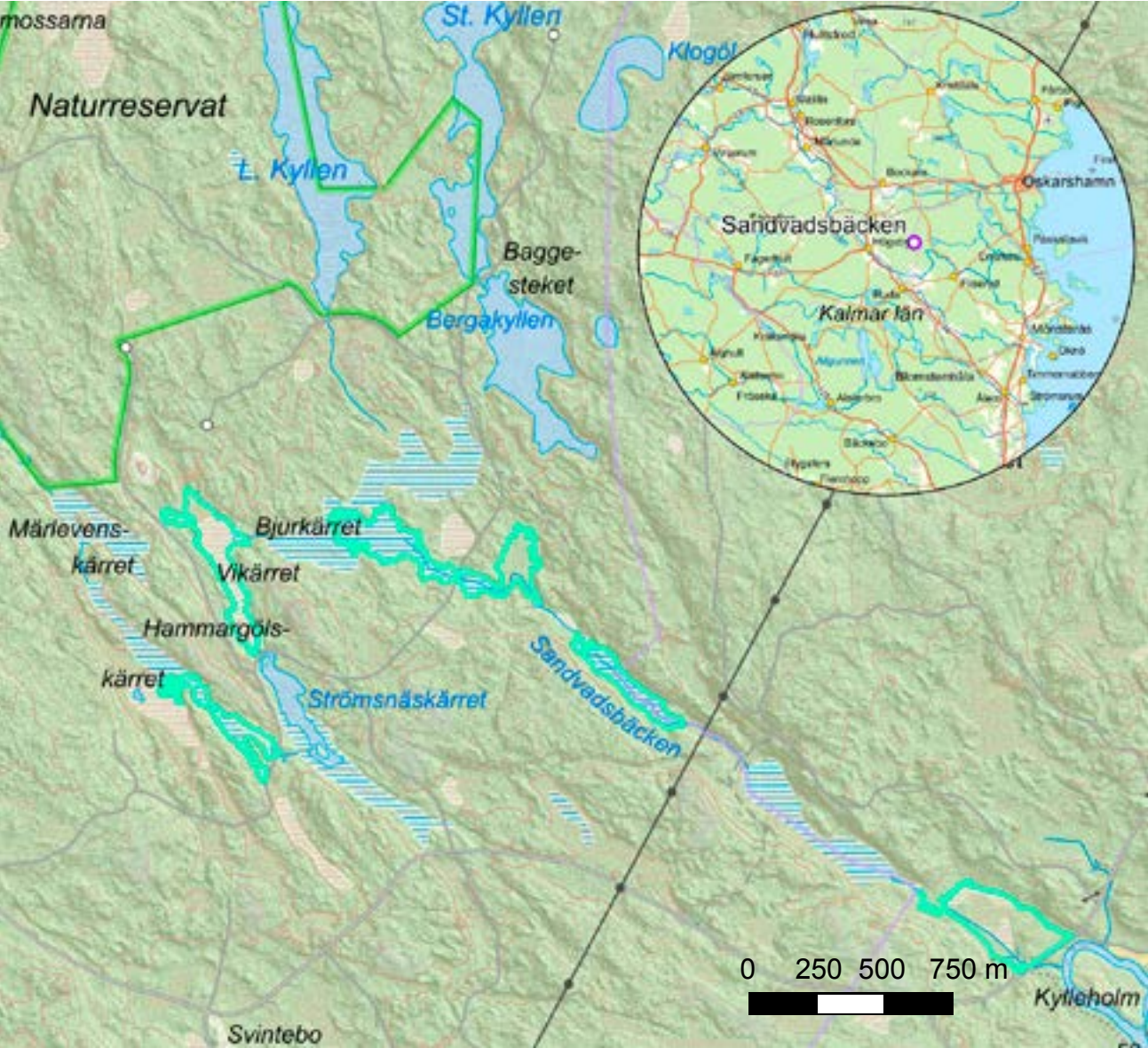
Våtmarkstyper: Öppna mossar och kärr (fattigkärr och mader) samt svämlövskog.

Påverkan: Historiskt har man i området kämpat med att torrlägga mark genom avvattning i syfte att öka markens produktionsförmåga. Genom att gräva djupt genom de naturliga sten- och blocktrösklarna som dämt upp vattnet i landskapet har stora mossytor torr-lagts. Samtidigt har även bäckfåran fördjupats och rensats.

Rätade och rensade sträckor av Sandvadsbäcken (till vänster) har genom restaurering omvandlats till bäckmiljöer med en mer naturlig hydrologi (till höger).



Översiktskarta över projektområde Sandvadsbäcken.



Uppföljning av restaureringsåtgärder i Sandvadsbäcken. Åtgärder utförda år 2022–2023.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutades	Frekvens
Flödesmätning	Flöde	Maj 2020	Pågår	Kontinuerligt



Restaureringsåtgärder av olika omfattning har genomförts på sex platser i Sandvadsbäcken under 2022 och 2023. Vid åtgärdsområdet längst nedströms (i sydost) ligger den trumma där flödesmätning pågår sedan maj 2020.

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

I maj 2020 installerades en flödesmätare som registrerar vattnets nivå, flöde, volym, hastighet och temperatur flera gånger per dygn.

RESULTATET AV FLÖDESMÄTNINGAR

Tyvärr har flödena inte kunnat utvärderas på ett tillförlitligt sätt då vattnets turbulens vid mätpunkten gav mätresultat av för låg kvalitet.

STRÅGERYDS VÅTMARK

Från vattensjukt till vattenrikt

FAKTA OM STRÅGERYDS VÅTMARK

Läge och storlek: Strågerys våtmark utgör ett svämplan utmed Lyckebyån i Karlskrona kommun, Blekinge, cirka en kilometer söder om Kättilsmåla. Våtmarken ligger i blandskogsmiljö strax uppströms Lillån, där Lillån ansluter till Lyckebyån. Vid högflöde upptar vattenspegeln en yta av cirka tre hektar. Djupområden på cirka en ha har schaktats för att säkerställa att våtmarken håller vatten även under de torraste månaderna.

Våtmarkstyp: Svämplan

Påverkan: Våtmarken var sedan 1939 invallad. Åren innan åtgärden genomfördes (2019) hade dock skötsel av vall och rörsystem varit eftersatt vilket lett till att vattennivåerna på våtmarken följde nivåerna i Lyckebyån.

I Strågeryd har vi återställt lågproduktiv jordbruksmark till en myllrande våtmark på initiativ av en engagerad markägare. Åtgärden har vi följt upp genom att inventera växter och djur. "Vi blev glatt överraskade att få en sådan otrolig respons efter bara två år" berättar Therese Stenholm Asp på Länsstyrelsen Blekinge.

SÅ GJORDE VI

År 2019 satte grävmaskinerna sina skopor i marken. Vi grävde då bort vallarna som hindrat Lyckebyåns vatten från att översvämma våtmarken. På så sätt återfick våtmarken en naturlig kontakt med Lyckebyån. Ute på svämplanet finns numera en mosaik av ytor med grunda, permanenta vatten med flikiga kanter. Vid högflöde är vattenspegeln cirka tre hektar stor. Vi har också grävt ut djupområden på ungefär 0,8 hektar för att våtmarken ska behålla vatten även under de torraste månaderna.

Arbetet med att återskapa och anpassa svämytan vid Strågeryd har vi gjort som en del i ett större arbete för att förbättra de hydromorfologiska och biologiska värdena i Lyckebyåns system.



Strågerys våtmark innan åtgärderna utfördes.

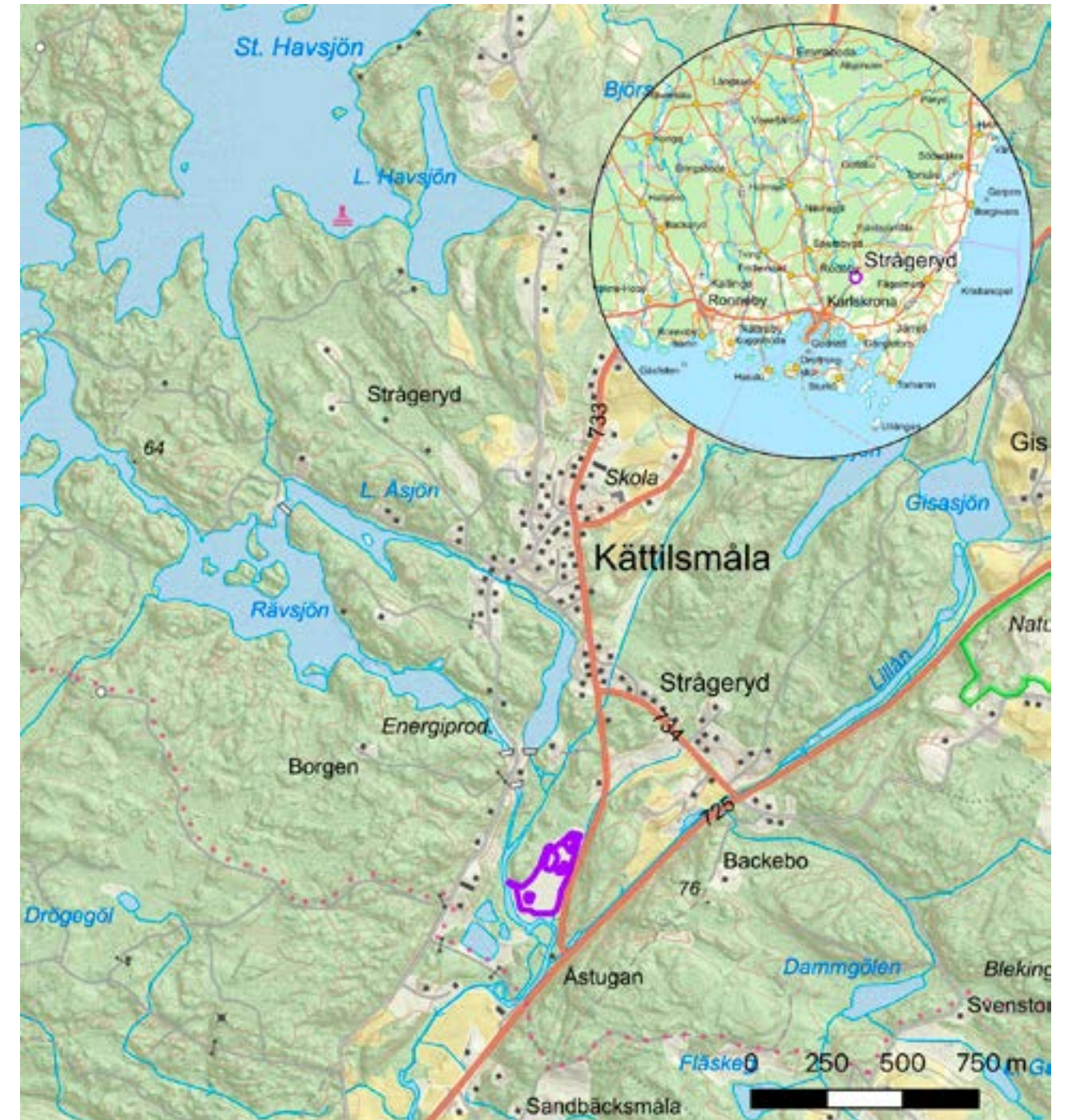


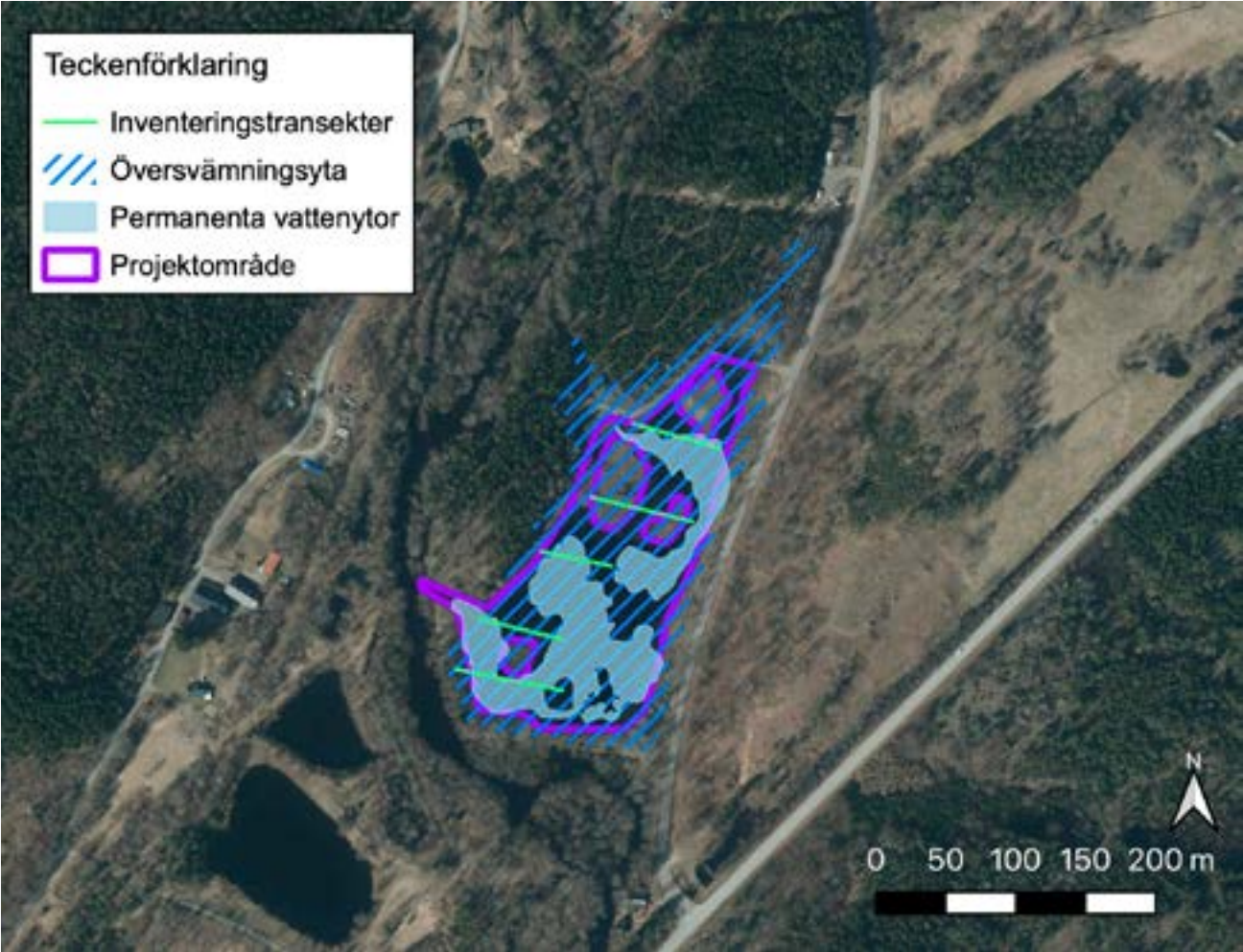
Strax efter att åtgärderna utförts.



År 2022, tre år efter åtgärdsarbetet.

Översiktskarta över projektområde Strågerys våtmark (lila linje).





Projektområde Strågeröds våtmark.

Uppföljning av återställningen av Strågeröds våtmark. Åtgärder utförda år 2019.

Uppföljningsaktivitet	Parametrar som analyseras	Provtagning påbörjades	Provtagning avslutas	Frekvens
Inventering med syfte att mäta effekt på biologisk mångfald	Fåglar, dagfjärilar, andra insekter, groddjur, kärlväxter och hårklomossa	2019	2029	2019 före åtgärd, därefter 2021 och 2024, samt planerad 2029

SÅ FÖLJDE VI UPP ÅTGÄRDEN

Innan restaureringsarbetena tog fart inventerade vi områdets växter, grodor, insekter och fåglar år 2019. Efter restaureringen inventerade vi området på nytt vid två tillfällen, år 2021 och 2024. Inventeringarna har vi gjort längs transekter som lagts ut i våtmarken. Groddjur och romklumpar har eftersökts i hela området. Vi har också genomfört inventering av hårklomossa vid två tillfällen, 2021 och 2024. Våra uppföljningar följer en tioårig uppföljningsplan som vi tagit fram för åtgärden där den sista uppföljningen är planerad till år 2029.

RESULTAT AV UPPFÖLJNINGEN

Här presenteras resultatet av de uppföljningar vi gjort fram till och med 2024. Efter de sista undersökningarna år 2029 kommer en sammanställning av alla genomförda uppföljningar göras och slutsatser dras kring åtgärdens effekt på biologisk mångfald.

Växter, grodor, insekter och fåglar

Två år efter det att vi restaurerat våtmarken i Strågeröd fick vi ett kvitto på att naturen svarat – en rejäl ökning av olika arter våtmarksfåglar, kärlväxter och insekter. År 2019 noterade vi 24 fågelarter, 2021 var antalet 34. Antalet arter av våtmarksväxter hade närapå fördubblats 2021, vilket sannolikt är förklaringen till att antalet arter samt den totala mängden av dagfjärilar också ökade.

Grodor och paddor hittade också snabbt till våtmarken, bland annat den sällsynta långbensgrodan. Vid inventeringarna noterade vi såväl vuxna djur som romklumpar. Andra sällsynheter som lockades till de blöta miljöerna 2021 var ovanliga insekter som brun dammlöpare, fackelblomskinnbagge, pollenbaggen *Meligethes gagathinus* och citronfläckad kärrtrollslända.

När vi inventerade våtmarken 2024 återfanns långbensgroda och många av de insektsarter som hittades 2021. Vissa arter återfanns inte men i gengäld hade nya arter dykt upp, bland annat insekter knutna till al och videbuskar.

DETTA HAR VI LÄRT OSS

Många arter dyker upp i den så kallade ”älskliga fasen”, när våtmarken är relativt ny och det finns många olika slags miljöer. Med tiden stabiliseras våtmarken och växtligheten blir mer enhetlig. Det dyker också upp buskar och unga träd, vilket gynnar vissa arter men inte andra. För våtmarken finns en skötselplan framtagen och ett skötselavtal är skrivet med markägaren. Hur mångfalden kommer se ut i Strågeröds våtmark framöver beror delvis på hur väl de planerade skötselinsatserna faller ut.



Kricka



Långbensgroda

DETTA HAR VI KOMMIT FRAM TILL

I denna avslutande del sammanfattar vi resultat och lärdomar från en del av det våtmarksarbete vi bedrivit inom Grip on Life. Fokus ligger på uppföljning av grundvattennivåer, vattenkemi, växthusgasavgång och biologisk mångfald. Syftet är att ge en samlad bild av våra lärdomar och av åtgärdernas effekter.

HYDROLOGISK RESTAURERING LEDER TILL HÖJDA GRUNDVATTENNIVÅER

Vid hydrologisk restaurering av våtmarker förväntas grundvattennivån att höjas. Storleken på effekten varierar helt naturligt utifrån bland annat platsens terrängförhållanden och sammansättning av jordarter. Effekten kan även påverkas av metoden som använts för restaureringen. Vi har genomfört mätningar av grundvattennivåer i fyra projektområden: Öjsjömyrarna, Stormyran, Anderstorps Stormosse och Brötarna.

Höjda grundvattennivåer efter restaurering bekräftas av mätningarna vid Öjsjömyrarna och Stormyran, både vid jämförelse med hydrologiskt opåverkade referensområden och vid jämförelse mellan mätningar före och efter åtgärd. Vid Öjsjömyrarna och Stormyran restaurerade vi hydrologin genom att helt lägga igen de grävda diken. På Anderstorps Stormosse, där vi la igen delar av diken, var det en större fluktuation i grundvattennivå på den restaurerade ytan i förhållande till referensområdet. Detta tyder på att åtgärderna endast delvis återställt hydrologin. Vid Brötarna tycks åtgärderna inte haft någon effekt på grundvattennivån. Detta beror troligtvis på att den metod som vi använde, pluggar av björkris, inte fungerat för att stoppa avvattningen fullt ut. Detta stöds även av resultat från andra uppföljningar på platsen.

I de områden där hela diken lagts igen syns en större effekt än i områden där delar av diken lagts igen. När delar av diken läggs igen är valet av plats för igenläggning avgörande. Dessutom har val av metod för igenläggning stor betydelse för effekten på grundvattennivån, likväl som vilket material som används.

HÖGRE LÅGVATTENFLÖDE OCH LÄGRE FLÖDESTOPPAR

Vid hydrologisk restaurering av våtmarker, med höjd grund- och ytvattennivå som resultat, förväntas flödena nedströms åtgärderna återgå till ett mer naturligt förhållande med högre lågvattenförlös och lägre flödestoppar. Mer naturliga flöden gynnar funktioner, processer och arter i vattendragen samt minskar risken för översvämningar nedströms. Den restaurerade ytans storlek och vattenvolym,



Att lägga igen hela diken, som här vid Öjsjömyrarna, är en effektiv metod för att höja våtmarkens grundvattennivå. Om bara delar av diken läggs igen (pluggar) kan effekten bli sämre och större noggrannhet krävs vid planering och genomförande för att få en långsiktigt hållbar åtgärd.

samt tillrinningsområdets storlek är sådant som påverkar effekten av åtgärden. I tre projektområden, Stormyran, Djurgårdsmossen och Sandvadsbäcken, har vi följt upp förändringar i vattenflöden.

Vid Stormyran kunde vi uppmäta lägre flödestoppar vid en av två provpunkter. Vid samma provpunkt kunde vi också notera indikationer på högre lågvattenförlös. Vid den andra provpunkten observerade vi i stället indikationer på högre flödestoppar efter åtgärder, förändringarna är dock inte statistiskt säkerställda. Flödesförhållandena vid denna punkt var mycket lika förhållandena i det opåverkade referensområdet redan innan åtgärderna genomfördes. Dessutom är den återställda ytan här mindre i storlek än vid den första provpunkten samtidigt som tillrinningsområdet är större. Förhållandet mellan restaurerad areal och tillrinningsområdets areal skulle delvis kunna förklara resultatet.

Vid Sandvadsbäcken, där vi genomfört mätningar sedan 2020, har flödena inte kunnat utvärderas på ett tillförlitligt sätt. Återkommande turbulens vid mätpunkten har inneburit mätresultat av för låg kvalitet.

Utifrån de analyser som vi genomfört inom Grip on Life är det svårt att med säkerhet dra tydliga slutsatser om hur hydrologisk restaurering påverkar vattenflödena. Även om det vid den ena provpunkten i Stormyran kunde konstateras minskade flödestoppar så finns det indikationer vid den andra provpunkten på att flödestopparna i stället ökat.



EFFEKTER PÅ VATTENKEMIN

Som en effekt av en lyckad hydrologisk restaurering med högre vattennivå som följd (oavsett grundvatten eller ytvatten) kan vattenkemin påverkas. I fyra projektområden, Öjsjömyrarna, Brötarna, Stormyran och Djurgårdsmossen, har vi följt upp vattenkemiska parametrar. För detaljer kring vilka parametrar som följts upp i vilket projektområde, se rapportens första del. Resultaten av uppföljningarna vid Brötarna har här exkluderats då metoden vi använde för igenläggning inte fungerat fullt ut. I faktarutan på sidan 19 förklaras några av de begrepp som används i texten.

Organiskt kol, partiklar och näringsämnen

Halterna av löst organiskt kol ökade efter restaureringarna. Effekten var tydlig i Stormyran även fyra år efter åtgärden. Vid Djurgårdsmossen såg vi också förhöjda halter av organiskt kol, men provtagningen där har bara pågått i cirka två år. I Öjsjömyrarna noterade vi ökade halter även tio år efter åtgärden.

För kväve och fosfor har oförändrade och ökande halter uppmätts efter åtgärderna. Vid Stormyran var halterna högre vid den ena provpunkten och oförändrade vid den andra. Vid Djurgårdsmossen observerade vi ökade halter medan halterna var oförändrade vid Öjsjömyrarna.

De mätningar av partiklar vi genomfört i Stormyran och Djurgårdsmossen visar på minskade respektive oförändrade halter över tid. I en av provpunkterna på Stormyran ökade dock partikelhalten kraftigt det fjärde året efter åtgärderna. Anledningen till denna plötsliga och kraftiga ökning har vi inte hittat någon förklaring till.

Orsaken till att halterna av partiklar, organiskt kol och näringsämnen ibland ökar efter en hydrologisk restaurering bedöms främst bero på den störning av marken som sker vid åtgärdsarbetet, samt den höjda grundvattennivån som åtgärderna resulterar i. Den högre grundvattennivån innebär förändrade syreförhållanden som påverkar de kemiska förhållandena i marken. De tidigare torra översta jordlagren blir återvätta, vilket gör lagrade ämnen mer rörliga. Vid åtgärdsgenomförandet skadas även den etablerade vegetationen och dess rotsystem, vilket ger en instabilitet i marken. Hur lång tid efter åtgärderna som högre koncentrationer av organiskt kol, fosfor och kväve kan förväntas har vi inte kunnat fastställa, men det är rimligt att anta att koncentrationerna över tid kommer att avta. För organiskt kol finns studier (ej genomförda inom Grip on Life) från andra områden där koncentrationen minskade fem år efter restaurering. Vid Öjsjömyrarna kunde vi dock konstatera ökad koncentration av organiskt kol så långt som tio år efter att åtgärderna genomfördes. Anledningen är fortfarande oklar.

På Stormyran har vi genomfört de mest omfattande uppföljningarna av hur igenläggning av diken påverkar vattenkvaliteten.

Alkalinitet och pH

Alkalinitet, pH och organiskt kol är tätt sammankopplade. Höga halter av organiskt kol sänker vanligtvis pH-värdet om alkaliniteten är låg. I de projektområden där halterna av organiskt kol ökat förväntas därför minskande pH-värden.

Vid Djurgårdsmossen och Stormyran, där vi konstaterat att halterna organiskt kol ökat efter restaureringen, har pH-värdet och alkaliniteten minskat precis som förväntat. Vid Öjsjömyrarna, som också uppvisat en ökning av organiskt kol, var pH-värdet och alkaliniteten dock oförändrade. Redan innan åtgärder genomfördes var alkaliniteten i vattnet mycket hög, vilket kan förklara att pH-värdet förblev oförändrat.

Kvicksilver

Vid hydrologisk restaurering finns risk för export och metylering av kvicksilver. Vi har följt upp halter och export av total- och metylkvicksilver i Stormyran och Djurgårdsmossen. I Stormyran, där vi genomförde mätningar i två olika utlopp, uppmättes första året en ökning av transporten av total- och metylkvicksilver vid den ena provpunkten. Under år två till fyra var exporten av total- och metylkvicksilver inte högre än i referensområdet, förutom för totalkvicksilver i den ena punkten som ökade år fyra. Den högre exporten av metylkvicksilver vid den ena provpunkten kan bero på de syrefria förhållanden som kan uppstå vid hydrologisk restaurering, vilket gynnar kvicksilvermetylerande mikroorganismer. Förhöjd export av metylkvicksilver observerade vi dock endast en gång under det första året. För att klargöra om detta endast är en initial effekt behövs ytterligare studier. Koncentrationen av totalkvicksilver ökade i förhållande till halterna i referensområdet vid den ena provpunkten. Vid den andra provpunkten såg vi ingen signifikant förändring. Anledningen till att vi observerade ökad koncentration av totalkvicksilver vid den ena provpunkten beror troligen på samtransport med organiska föreningar. De halter vi uppmätte kan jämföras med de halter som observerats vid grundvattenhöjning i samband med avverkning av skog.

I Djurgårdsmossen visade våra uppföljningar på oförändrade halter av metylkvicksilver.

Sammanfattning vattenkemi

Det är endast halten organiskt kol som vi i samtliga områden sett öka efter åtgärderna. Den mest långvariga ökningen observerade vi vid Öjsjömyrarna, där effekten fortfarande var tydlig tio år efter att åtgärderna genomfördes. För kväve och fosfor observerades ökade halter i Djurgårdsmossen och i en av provpunkterna vid Stormyran. Vid Öjsjömyrarna och vid den andra av provpunkterna vid Stormyran var halterna oförändrade. Alkalinitet och pH påverkades olika i de undersökta områdena, värdena minskade vid Djurgårdsmossen och Stormyran,

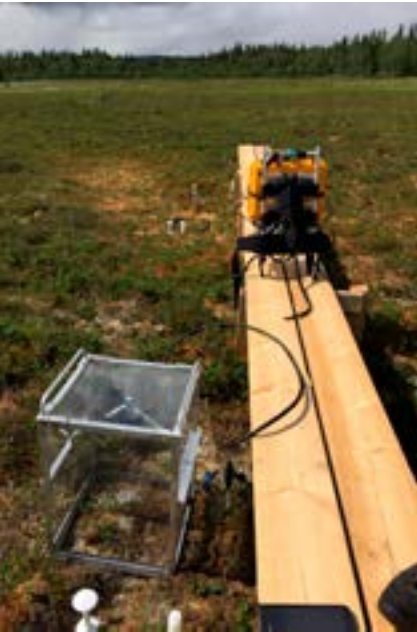
medan värdena var stabila vid Öjsjömyrarna. Partikelhalterna var generellt opåverkade eller minskade i Stormyran och Djurgårdsmossen, med undantag för det fjärde året efter åtgärderna vid en av provpunkterna i Stormyran. Halterna av metylkvicksilver uppvisade generellt små förändringar.

Sammanfattningsvis har våra mätningar visat att halten organiskt kol ökar vid en restaurering, i vissa fall långvarigt, men i de flesta situationer förmodligen avtagande inom en femårsperiod. Flera av de andra vattenkemiska parametrarna visar tillfälligt högre halter. Den fysiska störningen som sker i marken vid åtgärdsarbete och den förändrade hydrologin återspeglas i mätresultaten. Dessutom har den markanvändning som pågått under tiden marken varit avvattnad betydelse för vilka effekter som kan förväntas. Storleken på förändringen samt hur halterna relaterar till referensförhållandet är viktigt att beakta. Om det exempelvis är en mindre ökning från en redan låg halt kan effekten av förändringen vara obetydlig. Initialt är det rimligt att anta att vattenkemin påverkas vid en restaurering av hydrologin. I huvudsak är förändringarna positiva men i vissa fall kan även negativa förändringar ske. Allteftersom våtmarkens processer stabiliseras kan man förvänta sig att de vattenkemiska parametrarna också stabiliseras.

AVGÅNG AV VÄXTHUSGASER MINSKAR VID HYDROLOGISK RESTAURERING

Hydrologisk återställning kan förväntas leda till ett ökat nettoupptag av koldioxid. För metan finns däremot en risk för ökad avgång. Störst positiv effekt på växthusgasbalansen förväntas ske vid restaurering av utdikade, näringsrika torvmarker. De tre myrar vi undersökt inom Grip on Life, Ännsjön, Anderstorps Stormosse och Stormyran, är geografiskt utspridda från Umeå till Jönköping och är samtliga relativt näringsfattiga.

Vid Ännsjön och Anderstorps Stormosse har växthusgasbalansen studerats sju till nio år efter restaurering. Mätningarna visar ingen eller liten skillnad i kolbalansen mellan hydrologiskt opåverkade ytor och de ytor som restaurerats. På Anderstorps Stormosse var dock respirationen och avgången av koldioxid högre än på referensområdet, men det kompensades av att upptaget av koldioxid samtidigt var högt. Eftersom vi genomförde mätningar endast under sommarhalvåret och inte under vintern, då upptaget av koldioxid är begränsat men respirationen fortsätter, finns en osäkerhet i om myren på årsbasis kan fungera som en kolkälla eller kolsänka. De resultat vi har hittills tyder på att åtgärderna i stort varit lyckade och att processerna på de restaurerade myrarna fungerar likartat som på opåverkade myrar. Även på Stormyran studerade vi effekter på koldioxid efter att dikesigenläggning genomförts. I dagsläget finns analysresultat för tre år efter genomförd åtgärd. Första året efter åtgärd fungerade myren som en tydlig kolkälla. Mycket tyder på att det är en störningseffekt på grund av vegetation som inte återhämtat sig. De efterföljande åren har vi sett att myrens upptag av



Mätningarna av koldioxid och metan visar att kolbalansen efter en fullständig restaurering av hydrologin åtminstone inom en tioårsperiod kan förväntas uppvisa samma mönster som en opåverkad myr.

koldioxid ökat, men det motsvarar ännu inte riktigt kolbalansen i det närliggande referensområdet.

Vi har även studerat påverkan på metanavgången på de tre myrarna. På Stor-myran är avgången av metan på årsbasis cirka 40 % lägre än från de hydrologiskt opåverkade referensområdena. Metanflödena ser dock ut att öka successivt år för år och närma sig referenstillståndet. Detta är troligen kopplat till vegetationens återetablering efter åtgärdens genomförande, vilket bidrar till både bildningen och transporten av metan till atmosfären. På Anderstorps Stormosse uppmätte vi endast mycket låg metanavgång, vilket troligtvis kan förklaras av att grundvatten-nivån var något lägre än på referensområdet. På Ånnsjön var metanavgången mycket lik den på referensområdet.

Mätningarna av koldioxid och metan visar att kolbalansen efter en fullständig restaurering av hydrologin åtminstone inom en tioårsperiod kan förväntas uppvisa samma mönster som en opåverkad myr. I områdena som vi studerat inom Grip on Life har vi dock inte kunnat se några större nettoupptag av koldioxid. En trolig förklaring till detta är att de restaurerade områdena utgjorts av näringsfattiga myrar med begränsad hydrologisk påverkan. Vid restaurering av en kraftigt hydrologiskt påverkad och näringsrik myr kan förväntas att betydande mängder koldioxid lagras på sikt.

Citronfläckad kärrtrollslända var en de arter som dök upp efter restaureringen av Strågeryds våtmark. Arten är upptagen i EU:s habitatdirektiv och är fridlyst i hela landet.



DEN BIOLOGISKA MÅNGFALDEN GYNNAS AV HYDROLOGISK RESTAURERING

Åtgärder som syftar till att restaurera och anlägga våtmarker till förmån för en mer naturlig hydrologi förväntas att i olika grad gynna arter knutna till våtmarks- och vattenmiljöer. I tre åtgärdsområden, Öjsjömyrarna, Brötarna och Strågeryd, har vi följt upp biologisk mångfald.

Vid Öjsjömyrarna har vi konstaterat att restaureringsåtgärderna bidragit till fler arter av kärlväxter och större täckningsgrad av brun- och vitmossor. Vid Strågeryd har antalet arter av kärlväxter mer än fördubblats fem år efter åtgärden. Med ökade grund- och ytvattennivåer har arter beroende av hög markfuktighet gynnats, vilket bekräftar att åtgärderna varit framgångsrika. Vid Brötarna kunde vi inte se några förändringar av vegetationen, varken gällande täckningsgraden av vitmossa eller antalet typiska arter. Detta har med största säkerhet sin förklaring i att den metod som vi använde för att lägga igen diken inte fungerat tillräckligt bra.

Resultaten från vår uppföljning av fåglar visar få skillnader före och efter åtgärder. Vid Öjsjömyrarna såg vi indikationer på att antalet rastande fåglar har ökat, men antalet häckande fåglar uppvisar inga skillnader. Vid Strågeryd observerade vi fler fågelarter två år efter åtgärden. Vid den senaste inventeringen, som genomfördes fem år efter åtgärd, var dock antalet fågelarter färre än före åtgärden. Den senaste inventeringen vi genomförde av antalet fågelarter sammanföll med ovanligt högt vattenstånd. Detta begränsade antalet lämpliga häckningsmiljöer i och kring våtmarken, vilket kan vara en förklaring till att antalet arter minskade så kraftigt.

Vid Strågeryd inventerade vi även insekter. Inventeringarna visar att antalet insektsarter hade ökat kraftigt två år efter åtgärd, men att antalet arter vid den senaste inventeringen, fem år efter åtgärd, minskat något igen. Uppföljningen visar också att långbensgrodan hittat till den nya våtmarken. Dessutom kan vi konstatera att artsammansättningen av trollsländor och dagfjärilar förändrades efter åtgärd. Fenomenet med en stor ökning av arter och individer i tidsmässigt nära anslutning till åtgärder kan vara en effekt av att förändringarna skapar förutsättningar för fler arter att kolonisera området. Detta brukar kallas den älskliga fasen. Med tiden stabiliseras förhållandena och därmed också artsammansättning och individantal.

De biologiska uppföljningar vi genomfört visar att ett flertal arter och art-grupper i varierande grad har gynnats av restaureringsåtgärderna. Vi har särskilt kunnat konstatera att växt- och insektsarter har ökat efter åtgärderna, medan tydliga förändringar i fågelfaunan varit svårare att påvisa.

ERFARENHETER OCH LÄRDOMAR

ATT TÄNKA PÅ VID PLANERING OCH GENOMFÖRANDE AV HYDROLOGISK RESTAURERING

Terrängförhållandena är avgörande

Ett kostnadseffektivt åtgärdsarbete baseras bland annat på ett väl genomarbetat planeringsunderlag och en målsättning om hög grad av restaurering. Detta bidrar dessutom till goda förutsättningar för att de åtgärder som planeras kan genomföras med önskvärt resultat och att de är hållbara över tid.

Ett mycket viktigt underlag i åtgärdsplaneringen är analyser baserade på högupplöst höjddata. Sådan högupplöst höjddata finns fritt tillgänglig via Lantmäteriet. Analyserna ger en förståelse för terrängförhållandena på platsen. Särskilt fokus bör ligga på att beskriva markavvattnings påverkan på hydrologin och att identifiera de tidigare naturliga förhållandena och processerna, de så kallade referensförhållandena. Referensförhållandet utgör målet med hydrologisk restaurering.

Markavvattningsens omfattning och påverkan samt de naturliga terrängförhållandena har stor betydelse för vilken effekt som kan förväntas vid en restaureringsåtgärd. Även om den förväntade höjningen av yt- och grundvattennivån är liten kan effekten på naturmiljön ändå vara betydande.

Välj rätt metod för hydrologisk restaurering

Erfarenheter av, och kunskap om, olika metoder för restaurering är ett viktigt resultat från det arbete vi genomfört inom Grip on Life. I de projektområden där vi lagt igen hela eller delar av diken, med för platsen naturligt material, har vi sett en god effekt på hydrologin. Även vid återskapande av bestämmande sektioner i vattendrag finns förutsättningar för en god effekt.

I några av projektområdena har inte den metod som använts fungerat fullt ut. De pluggar av björkris som vi använde i Brötarna har visat sig inte vara täta nog för att återställa hydrologin. Vid Anderstorps Stormosse, där grundvattnet fluktuerar mer inom åtgärdsområdet än i referensområdet, har åtgärderna inte heller lett till en fullständigt restaurerad hydrologi.

Många av de diken som grävts på mossar har sakteliga börjat återhämta sig genom att växa igen. Den växtlighet som etablerar sig i diken har dock visat sig vara mer genomsläpplig än omgivande torv och vegetation. Detta innebär att till synes igenväxta diken fortsatt kan leda vatten. För att säkerställa att igenläggningen av diket stoppar avvattningen har våra erfarenheter visat att diket kan behöva rensas eller grävas ur innan det läggs igen.

Utöver ett bra förarbete och ett genomarbetat planeringsunderlag har även entreprenörers erfarenhet och kompetens visat sig vara av stor vikt för ett lyckat resultat.

ATT TÄNKA PÅ VID UPPFÖLJNING AV ÅTGÄRDER

Tydlig koppling mellan syfte, mål och uppföljning

Genom att definiera en tydlig koppling mellan åtgärdens syfte och mål, och den planerade uppföljningen ökar chanserna att få mätbara resultat. Vad är åtgärdens främsta syfte och mål – är det exempelvis att uppnå naturlig kolbalans eller att gynna våtmarksfåglar?

Det är också viktigt att så långt som möjligt identifiera referensförhållandet. Restaurering av natur syftar till att, på kort eller lång sikt, återställa naturliga processer och flöden i både det biotiska samhället och den fysiska miljön. Målet för exempelvis kväve- och fosforhalter bör ställas i relation till fastställda referensvärden och för biologin bör målet vara ett för området representativt växt- och djursamhälle. Det innebär att arter som varit gynnade av en torrläggning kommer att missgynnas då hydrologin återställs, medan arter knutna till våtmarksmiljöer kommer att gynnas. I de flesta fall blir resultatet av en restaurering en högre biologisk mångfald eftersom det i stora delar av landskapet saknas opåverkade naturliga våtmarksmiljöer.

Kunskap och erfarenhet

Uppföljning innebär ofta stora utmaningar. För att lyckas är det en fördel att ha god kunskap om de metoder som ska användas och att redan i ett tidigt skede planera för en långsiktig uppföljning. En genomtänkt design ger bättre förutsättningar för en lyckad uppföljning och tillförlitliga resultat. Mätningarna vid Sandvadsbäcken visar dock hur svårt det kan vara att mäta flöden med tillräckligt hög tillförlitlighet – och att problem kan uppstå även när planeringen stöds av expertkunskap.

Om kunskap och erfarenhet saknas kan det vara lämpligt att ta hjälp både vid planering av uppföljning och under provtagning för att uppnå en tillräckligt god datakvalitet. Genom samverkan med bland annat universitet, markägare och myndigheter kan den samlade kunskapen och erfarenheterna bidra till välgrundad planering och genomförande av åtgärder, samt till högkvalitativ uppföljning av effekterna. Vi rekommenderar att hellre ha fokus på uppföljning av hög kvalitet i färre områden och av färre parametrar, än uppföljning av alla genomförda åtgärder och många olika parametrar.

Före- och efter-data eller referensområde

Mätserier med provtagning både före och efter åtgärdsgenomförande skapar förutsättningar för uppföljning av god kvalitet. En svårighet är att det ofta tar lång tid från idé till genomförande och att tidsserierna då behöver vara långa. Även om vi inom Grip on Life haft en unik möjlighet att mäta och göra uppföljningar under flera år, saknas det i vissa fall data från före åtgärderna genomfördes, vilket leder till svårigheter vid utvärdering. Beroende av vad som ska följas upp kan det även vara nödvändigt med flera års regelbundna inventeringar för att minska risken för att mellanårsvariationer får oproportionerligt stor betydelse (se exempelvis uppföljningen av biologisk mångfald vi genomförde under 2024 vid Strågeryd).

Om det inte är möjligt att samla data före genomförande av en åtgärd kan i stället ett referensområde identifieras. Det är viktigt att säkerställa att referensområdet verkligen har en naturlig hydrologi, vilket kan vara en utmaning då stora delar av landskapet är påverkat av markavvattning. När ett opåverkat referensområde identifieras bör man också vara medveten om att det kan finnas variationer på lokal nivå som gör att jämförelser mellan områden kan bli komplicerade och/eller missvisande.

I projektet **Grip on Life IP** arbetar myndigheter, skogsägarföreningar och intresseorganisationer tillsammans för att kombinera ett aktivt skogsbruk med hänsyn till skogens värdefulla vattendrag och våtmarker. Projektet handlar mycket om att utveckla nya och bättre metoder för exempelvis skogsbruk, skogsskötsel samt restaurering av vattendrag och våtmarker. Grip on Life IP pågår från år 2018 fram till 2025 och finansieras delvis av EU:s program LIFE IP.

www.griponlife.se



Med bidrag från Europeiska unionens LIFE-program

