Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

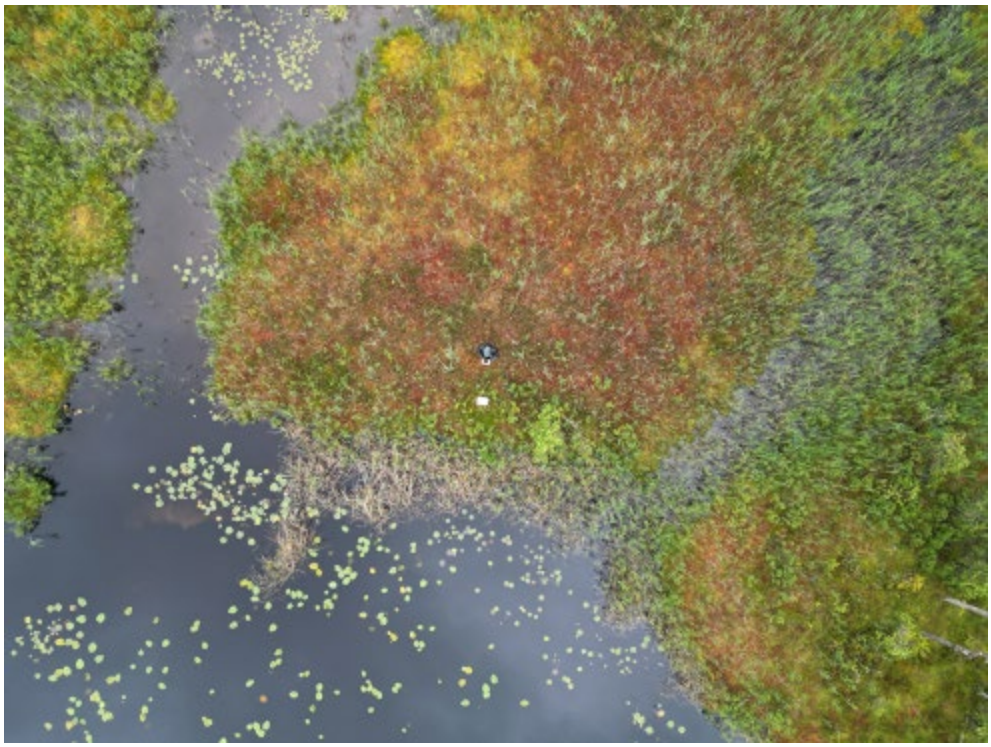
Institutionen för ekologi

RAPPORT

2025-06-01

Utvärdering av delprogram om vegetation och ingrepp i våtmarker 2024

Matthew Hiron, Guillermo Aguilera Núñez, Anders Glimskär



Mailing address:

Street address:

VAT no: SE202100281701

www.slu.se

Phone: +46 18 67 10 00 (switchboard)

Mobile: XXX-XXX

firstname.surname@slu.se

Innehåll

1. Syfte och bakgrund ... 3
2. Uppföljning av våtmarker inom Remiil ... 4
3. Ekologisk bakgrund ... 5
Minskning av våtmarksområden ... 5
Ekologiska förändringar och konsekvenser ... 5
Ekologiska effekter av diken i våtmarker ... 6
4. Metodik ... 6
Flygbildstolkning ... 7
Fältbesök (2021–nu) ... 8
5. Analys och resultat ... 8
Remiil våtmarksdata jämfört med VMI ... 8
Skogskanters effekter ... 10
Effekten av avstånd till diken ... 12
Morfologisk struktur ... 13
Effekter beroende på fysionomisk myrtyp ... 14
6. Slutsats och framtida analyser ... 15
Ytterligare information om diken ... 16
Effekten av våtmarkers storlek och andra samvarierande faktorer ... 16
Nyckelarter i undervegetation nära diken ... 17
Kombinera data från varv 1 och 2 ... 17
7. Referenser ... 19
8. Bilaga 1. Samband mellan fysionomisk myrtyp och andra variabler ... 20
9. Bilaga 2. Korrelation mellan variabler ... 21

1. Syfte och bakgrund

Denna rapport avser uppdrag som SLU har från Länsstyrelsen i Örebro län m.fl. länsstyrelser under år 2024, att göra en utvärdering kopplad till länsstyrelsernas gemensamma delprogram *Vegetation och ingrepp i våtmarker*, för programperioden 2015-2024 inom regional miljöövervakning. Arbetet inom detta utvärderingsprojekt genomförs av SLU, inst. för ekologi, på uppdrag Länsstyrelsen i Örebro län, med finansiering från Naturvårdsverket.

Under programperioden 2015-2020 deltog fem län i det gemensamma delprogrammet, och fokus var då på fältinventering av provytor inom översiktligt karterade våtmarkspolygoner. För den programperiod som pågår under åren 2021-2026 används istället mer detaljerad flygbildstolkning, med kartering av ingrepp som diken och körskador, samt tilläggsvariabler i flygbildstolkningen för ett utökat urval av cirkelytor och buffertområden kring diken (noggrann träd- och busktäckning och klassning av fysionomisk myrtyp), och de två tillkommande länen Dalarna och Kronoberg har dessutom haft kompletterande inventering av provytor.

Under den första programperioden 2009-2014 användes en mer tidskrävande fältmetodik samordnad med NILS, enbart för myrar och inom 5 km x 5 km stora landskapsrutor. På grund av den högre kostnaden ingick totalt sett betydligt färre provytor, och många av dem (ungefär två tredjedelar) hamnade utanför den nuvarande landskapsrutan med storlek 3 km x 3 km. Möjligheten till direkta jämförelser av data är därför mycket begränsad, och nya angreppssätt måste tas fram för att försöka få något slags jämförbarhet. Den totala datamängden från 2009-2014 analyserades och presenterades i en resultatrapport i slutet av perioden (Glimskär et al. 2016).

Projektet fokuserar på att utvärdera hur data från provytor kan kombineras med tolkning av flygbilder för att analysera våtmarkstyper och linjära ingrepp, med målet att effektivt illustrera effekterna av dessa ingrepp. Detta inkluderar följande moment:

- Testa hur data från fältprovytor från andra perioden (2015-2020) kan kombineras med flygbildstolkningsdata för våtmarkstyp och linjära ingrepp från de första åren av tredje perioden (2021-2024) för att utvärdera hur effekter av ingrepp ska belysas på bästa sätt.
- Göra analyser av data från fältprovytor från två tidpunkter. Däri ingår jämförelser med skarpa data från första perioden (2009–2014) respektive principer för framtida förändringsanalyser utifrån det utökade provyteutlägg som infördes år 2021.

Resultaten är en uppföljning och komplettering av den rapport med förslag till våtmarksindikatorer som togs fram 2013 (Kindström m.fl. 2014) och de utvärderingar med liknande syfte som gjordes 2015 och 2018 (Kindström & Glimskär 2016; Glimskär & Kindström 2019).

Detta arbete ska ge underlag och exempel för det långsiktiga arbetet med att ta fram analysverktyg för effekten av ingrepp i våtmarker i deltagande län. Detta kommer att bli användbart i analyserna för hela det pågående inventeringsvarvet, för programperioden som slutar 2026. Det är först då som samtliga områden har flygbildstolkats, och det är då de mest heltäckande analyserna bör göras. Förberedande arbete för detta pågår redan även utanför detta mindre

utvärderingsprojekt, inom ramen för det befintliga Remiil-uppdraget från länsstyrelserna till SLU.

- Modell för att analysera data från fältprovytor och flygbildstolkning i våtmarker för att visa på effekter av ingrepp i våtmarker.
- Modell för hur resultat från fältdata från två tidpunkter ska analyseras
- Resultatexempel för effekter av ingrepp samt resultatexempel för vegetationsförändringar mellan två olika tidpunkter.

Eftersom överlappet mellan provytor för programperioden 2009-2014 var litet (bl.a. på grund av olika rutstorlek), så valde vi att förorda en utvärdering baserat på polygontillhörighet istället för jämförelse av enskilda provytor. Detta nya angreppssätt ställer större krav på utvärdering än vi hade förväntat. Inom ramen för detta mindre utvärderingsprojekt hann vi därför inte med mer än exempel på hur sådana resultat kan presenteras.

2. Uppföljning av våtmarker inom Remiil

Uppföljningen av våtmarker genomförs inom det gemensamma delprogrammet *Vegetation och ingrepp i* våtmarker inom Remiil (Regional miljöövervakning i landskapsrutor). Remiil är i sin tur en del av den regionala miljöövervakningen. Delprogrammet är ett uppdrag från Länsstyrelsen i Örebro län m.fl. länsstyrelser till SLU under åren 2015-2026 som innebär att utföra miljöövervakning med riktad metodik för våtmarker i ett stickprov av landskapsrutor. I Remiil ingår även delprogram med miljöövervakning av gräsmarker och småbiotoper.

Datainsamlingen för våtmarker utgår ifrån en stickprovsdesign med ett representativt urval av landskapsrutor med storleken 3 x 3 km. Stickprovet är anpassat för att det ska bli möjligt att göra regionala utvärderingar baserat på data från en grupp av län. Sett över flera programperioder är metodiken tänkt som en kombination av flygbildstolkning och fältinventering, där avgränsningen av polygoner i flygbildstolkningen utgör urvalsramen för var fältinventeringen av provytor utförs. Totalt deltar sju län i övervakningen av våtmarker under programperioden 2021-2026, samma län som för den tidigare perioden 2009-2014 (Örebro, Västmanlands, Södermanlands, Uppsala och Stockholms län), och dessutom anslöt Kronobergs och Dalarnas län från och med 2021.

Rapporten från 2013 (Kindström m.fl. 2014) blev underlag för den metodik och design som används under den pågående programperioden, och de förslagen genomfördes i stort sett oförändrade.

3. Ekologisk bakgrund

Minskning av våtmarksområden

Människor har i århundraden dränerat våtmarker för jordbruk och skogsbruk, och särskilt i norra Europa blev skogsdränering framträdande, där miljontals hektar dränerades för att öka skogsproduktionen (Verhoeven 2014). Dessutom har torvbrytning ytterligare bidragit till förlusten av våtmarker. Även om dräneringen har minskat fortsätter urban expansion att inkräkta på våtmarker. Därtill har förändringar av floder för exempelvis översvämningskontroll eller vattenkraft avsevärt påverkat våtmarker genom att störa naturliga flödesregimer och koppla bort floder från sina flodslätter, vilket har lett till förlust av flodslättsvåtmarker. Pågående klimatförändringar har också konsekvenser genom stigande temperaturer och minskad nederbörd, vilket gör att våtmarker torkar ut och blir mer mottagliga för igenväxning med skog (Verhoeven, 2014). Andra förändringar i nederbördsmönster och snösmältning kan också störa hydrologiska regimer och påverka våtmarksekosystem som är beroende av specifika vattenflödesförhållanden (Czerepko, 2008). Konsekvenserna är att Europa har förlorat cirka 80 % av sina ursprungliga våtmarksområden under det senaste årtusendet (Verhoeven, 2014).

Enligt beräkningar utifrån Riksskogstaxeringen har 1 miljon hektar myrar dikats för skogsbruket, av totalt 10 miljoner hektar torvtäckt mark, varav hälften räknas som produktiv skogsmark. Ungefär 300 000 hektar myrar är skyddade i naturreservat eller nationalparker, men 90 % av dessa myrar ligger i den nordligt boreala zonen (Rydin et al. 1999).

Ekologiska förändringar och konsekvenser

Myrar, som är torvbildande våtmarker, genomgår betydande ekologiska förändringar orsakade av bland annat minskad luftfuktighet och ändrad nederbörd kopplat till klimatförändringar. Dessa förändringar påverkar torvens egenskaper, växtsamhällen och ekosystemens funktion (Rydin et al. 1999).

Lägre grundvattennivåer ökar tillgången på syre, vilket accelererar nedbrytningen av torv som frigör näringsämnen och förändrar jordens kemi. Näringsfrigörelsen från nedbrytning av torv förbättrar jordens bördighet och gynnar arter anpassade till näringsrika förhållanden.

Nyckelarter i torvmarker, såsom vitmossor (Sphagnum-arter), minskar under torrare förhållanden, vilket möjliggör inväxning av träd och buskar. Detta omvandlar gradvis myrar till mer skogsliknande ekosystem. Därmed ökar skogsanpassade arter medan våtmarksspecialister minskar, vilket förändrar växtsamhällets sammansättning. Detta kan slutligen påverka ekosystemtjänster som kolbindning (torvmarker lagrar betydande mängder kol, men nedbrytning frigör det), vattenreglering (torra myrar har lägre vattenlagringskapacitet) och förlust av biologisk mångfald (Rydin et al. 1999).

Den komplexa interaktionen mellan dessa faktorer understryker behovet av effektiva strategier för bevarande och förvaltning för att skydda våtmarker och deras vitala ekosystemtjänster.

Ekologiska effekter av diken i våtmarker

Anläggning av diken för jordbruk och skogsbruk är en stor orsak till de ovan nämnda ekologiska förändringarna i våtmarker. Diken dränerar våtmarker, vilket förändrar förhållanden från vattenmättade till torrare och utlöser kaskadliknande ekologiska förändringar, men i myrar behövs ofta ett tätt nätverk av diken för att helt dränera myren, vilket visar att diken kan ha ganska lokal effekt (Rydin et al. 1999). Gunnarsson & Nilsson (2024) presenterar resultat som visar att myrar som har diken inom 25 m avstånd har högre trädtäckning än övriga myrar, men mängden diken i skog har varit stabil sedan början av 1980-talet, så den tydliga generella minskningen av arealen öppen myr som studien presenterar har troligen även andra orsaker än dikning, exempelvis kvävedeposition (främst i Sydvästsverige) och ett varmare klimat (Gunnarsson & Nilsson 2024).

Exponentiella förändringar i jordkemin har tydligt visats ske i närheten av diken enligt Ågren et al., 2024, med stora förändringar i tillgången på näringsämnen inom en buffertzon på 100 meter från diket. Denna studie, som genomfördes i Sverige, visar också hur dessa förändringar påverkar vegetationens sammansättning.

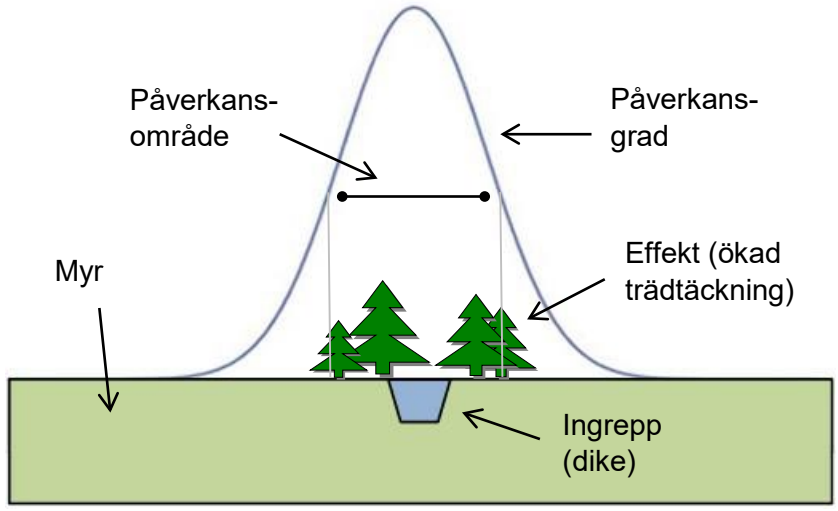
Våtmarksarter som vitmossor (Sphagnum) minskar i närheten av diken på grund av torrare förhållanden, samtidigt som träd och buskar gynnas, vilket omvandlar våtmarker till skogsliknande landskap (Ågren et al., 2024)

4. Metodik

Med hänsyn till de ovanstående avsnitten var vår första uppgift att identifiera relevanta ekologiska frågor som potentiellt kunde besvaras med hjälp av både vår tolkning av flygbilder och fältdata.

Det beslutades därefter att huvudinriktningen för vår undersökning skulle vara effekterna av diken i både myrar och andra våtmarker. Som tidigare nämnts kan diken i våtmarker ha effekter på de omedelbara omgivningarna av våtmarken. Samtidigt kan detta bero på andra faktorer, såsom typen av våtmark, dess storlek eller sammansättningen av det omgivande landskapet. Dikningen kan också förväntas ha olika effekt i olika typer av våtmarker, vilket kräver mer fördjupade och jämförande studier, så de resultat som presenteras i denna utvärderingrapport bör snarast ses som exempel och tester för att belysa hur data från Remiil kan användas.

I denna rapport syftar vi till att utforska flera centrala frågor med hjälp av vårt datamaterial. För det första undersöker vi hur våra våtmarksdata jämför sig med andra våtmarksdatabaser som finns tillgängliga i Sverige, för att ge en bredare kontext till våra resultat. Dessutom undersöker vi om våra data visar tecken på skogsutbredning inom våtmarker, en process som har betydande ekologiska konsekvenser. Slutligen utvärderar vi om dessa skogsutbredningseffekter påverkas av förekomsten av diken eller närheten till omgivande skogar, vilket ger insikter i de potentiella drivkrafterna bakom dessa förändringar.



Figur 1. Principsskiss över påverkan av ett ingrepp (ett dike) på myren och dess vegetation. Den blå kurvan illustrerar att ingreppet (diket) även påverkar den omgivande myren, mindre ju längre ifrån diket man kommer. Påverkansområdet är den zon kring diket där graden av påverkan överskrider en viss nivå. Effekten utläses av de skillnader i vegetation och/eller artsammansättning som man kan anta beror på själva ingreppet.

Som beskrivs av Kindström & Glimskär (2016) består vårt dataset av två olika komponenter: flygbildstolkning och information från dessa, samt fältdataobservationer.

Flygbildstolkning

Flygbilder från flera tidsperioder användes för att avgränsa våtmarksområden inom 3x3 km rutnät (använt inom flera delar av Remiil). Tolkningen inkluderar:

- **Våtmarksgränser**: Med hjälp av flygbildstolkning avgränsar vi hydrotopografiska våtmarkstyper på samma sätt som i våtmarksinventeringen (VMI).
- **Träd- och busktäckning**: Detta karteras mer detaljerat inom cirkelytor med 10 meters radie. Inom cirkelytorna tolkas också så kallad fysionomisk myrtyp.
- **Fysionomisk typ**: Våtmarkers vegetation klassificeras också i kategorier för att ge en mer detaljerad beskrivning än i VMI, men enbart i de cirkelytor där även den detaljerade träd- och busktäckningen bedöms:
    - Ristuvevegetation
    - Fastmatta
    - Mjukmatta
    - Lösbotten
    - Sumpkärr
- **Ingrepp**: Linjära ingrepp såsom diken och körspår samt träd- och busktäckning (0–10 %, 10–60 %, >60 %) tolkas heltäckande inom våtmarkspolygoner.

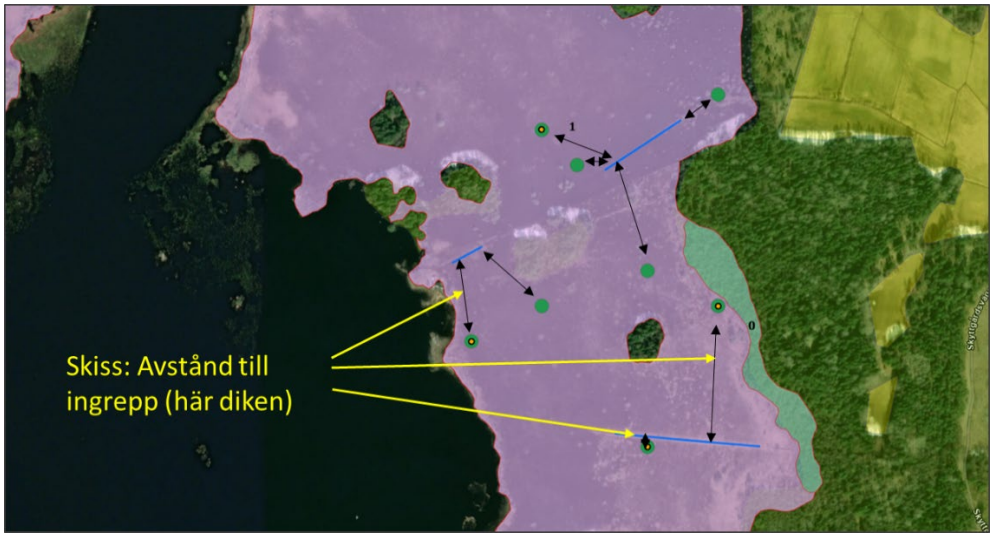
Fältbesök (2021–nu)

Flygbildstolkningen ligger till grund för urvalet av provytor för fältundersökningar. Inom dessa utvalda områden samlasdata in om vegetationsstatus och andra ekologiska parametrar, vilket ger markverifiering och kompletterar flygbildsanalysen.

På fältytorna undersöker vi bland annat trädtäckning och vegetation, inklusive artlistor som kan användas för att studera effekter och förändringar i artsamhällets sammansättning.

Kombination av fältdata och data från flygbildstolkning.

Vi beräknade avståndet från fältundersökningsytor och flygbildstolkningsytor till diken (från flygbildstolkning) och andra habitatstrukturer som skogskant och detta låg till grund för de flesta av de analyser och resultat som presenteras nedan.

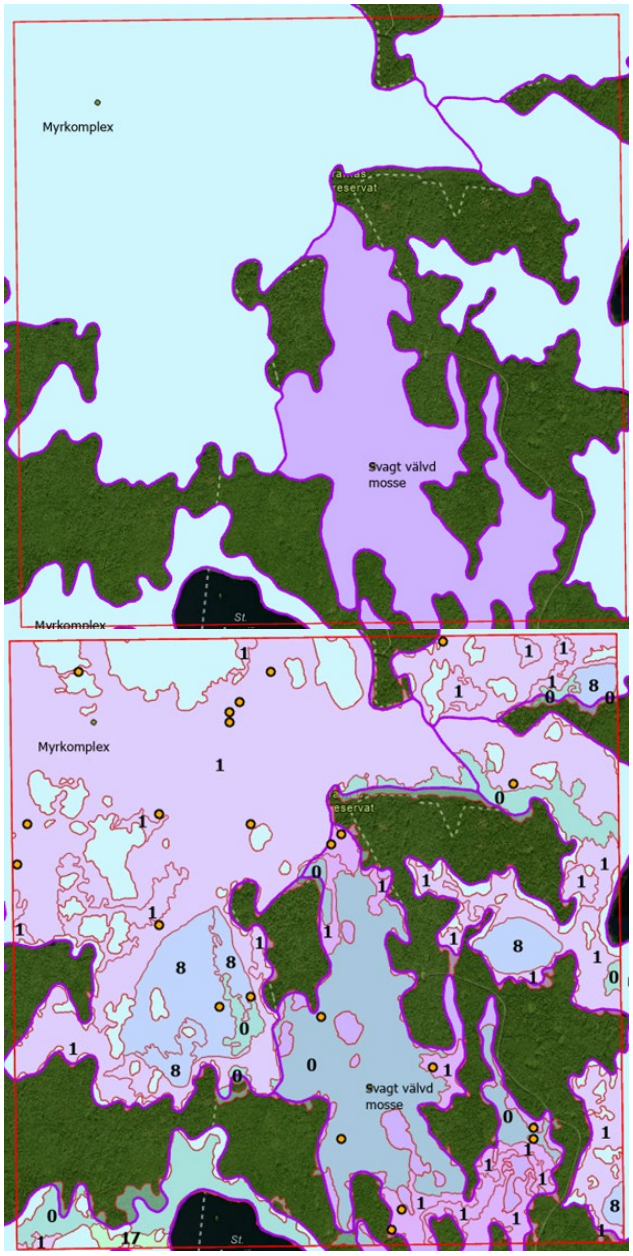


Figur 2. Fältprovytors (orange prickar) och flygbildstolkade provytors (gröna punkter) avstånd till diken (blå linjer) i en våtmark som ingår i Remiils stickprov.Information om diken kommer från flygbildstolkning av linjära ingrepp i våtmarker som är en del av Remiils våtmarksövervakning.

5. Analys och resultat

Remiil våtmarksdata jämfört med VMI

Den svenska våtmarksinventeringen (VMI), genomfördes mellan 1981 och 2005. Alla våtmarker över en viss storlek flygbildstolkades och 10 procent fältinventerades. Syftet med VMI var att ta fram ett underlag för att kunna bevara och arbeta strategiskt med våtmarkerna. Inom Remiil producerar vi en annan och kompletterande typ av data.



Figur 3. VMI-kartläggning av ett våtmarkskomplex i Florarna (övre bilden) och kartläggning av samma område med överlappning av den våtmark som kartlagts av Remiil.

VMI och Remiil skiljer sig åt i skala och metodik för att kartlägga våtmarker. Medan VMI gjorde en kartläggning av våtmarker över stora områden, fokuserar Remiil på detaljerad kartläggning inom 3x3 kilometers rutor. Trots denna skillnad överlappar VMI och Remiil ofta i sin klassificering av våtmarksområden, men det finns tydliga skillnader mellan tillvägagångssätten.

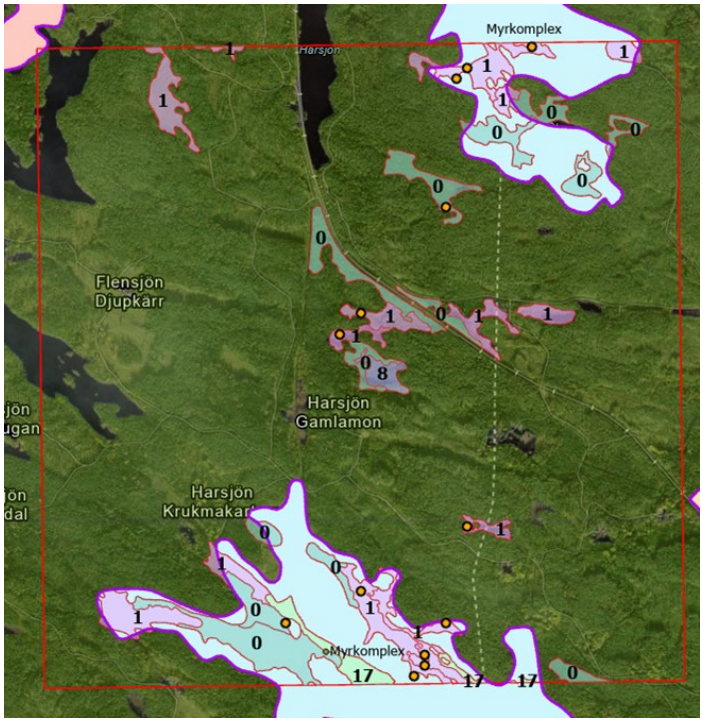
För det första ger VMI en bred klassificering av våtmarker, medan Remiil delar upp dessa områden i mindre enheter och erbjuder en mer detaljerad beskrivning av

våtmarkstyper. Som Figur 3 visar så identifierar VMI två stora områden som myrkomplex och svagt välvd mosse (övre bilden). Däremot delar Remiil (nedre bilden) upp dessa områden i enheter som plant kärr, svagt välvd mosse och limnogent kärr, vilket ger en mer nyanserad förståelse av området.

För det andra skiljer sig kantkomplexiteten markant. VMI kartlägger våtmarker med släta, förenklade kanter, medan Remiils polygoner fångar mer komplexa och realistiska gränser. Denna skillnad leder till avvikelser i de totala kartlagda områdena, där VMI potentiellt överskattar våtmarkernas storlek jämfört med Remiil.

Dessutom, eftersom VMI täcker större områden än Remiil, kan man förvänta sig att våtmarkerna i överlappande områden ska matcha. Detta är dock inte alltid fallet. Figur 4 visar att små våtmarker i mitten av en 3x3 km ruta saknas i VMI:s kartläggning men inkluderas av Remiil.

Dessa avvikelser mellan programmen väcker viktiga frågor om överlappning och skillnader i deras kartlagda områden. Framtida analyser bör fokusera på att kvantifiera dessa skillnader för att bättre förstå deras implikationer.



Figur 4. Överlappning av våtmarker kartlagda av VMI och Remiil. De centrala våtmarkerna är oklassificerade av VMI men i Remiil är de inkluderade.

Skogskanters effekter

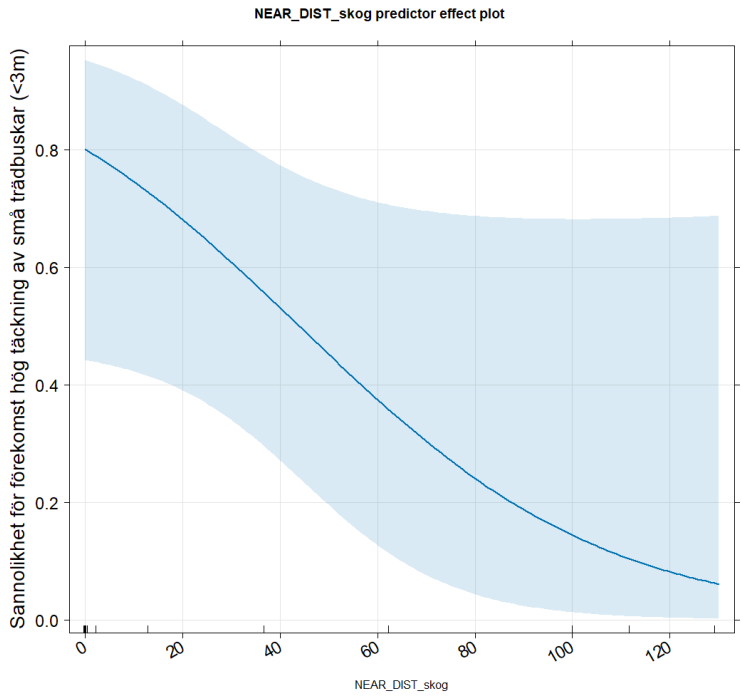
Som nämnts i inledningen är ett av de största hoten mot våtmarker expansionen av skog på grund av att våtmarker omvandlas till skogsmark. Dränering och torvmineralisering skapar torrare, mer bördiga förhållanden som gynnar tillväxten av skogsarter (Ågren et al., 2024). Därför förväntas ökad träd- och busktäckning i

våtmarker vara mer uttalad nära skogskanter och mindre i centrala våtmarksområden.

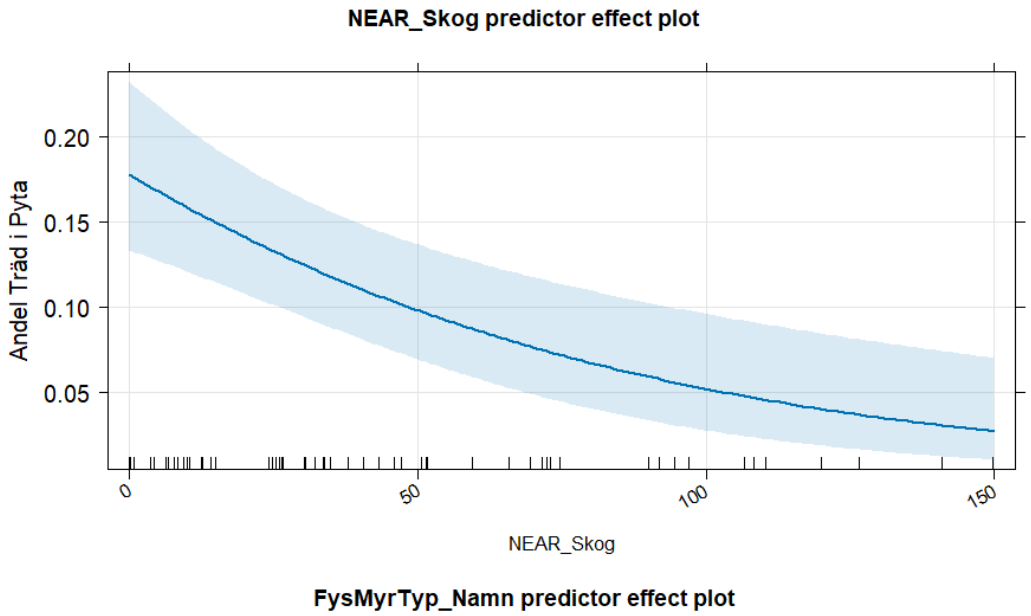
Med hjälp av fältobservationer analyserade vi den proportionella täckningen av träd och buskar i olika höjdskikt. För att utforska detta samband beräknade vi minimiavståndet från varje provpunkt till närmaste skogskant, baserat på NMD (Nationella marktäckedata) och modellerade förändringar i träd- och busktäckning under 3 meter som en funktion av detta avstånd. Detta höjdskikt valdes för att representera tidiga successionsstadier.

Våra resultat visar att provpunkter närmare skogskanter har högre sannolikhet för ökad träd- och busktäckning (under 3 meter), med en minskande sannolikhet längre bort från kanten. Som visas i Figur 5 är minskningen brantast nära kanten, vilket indikerar att "skogifieringseffekten" är starkast vid gränsen mellan våtmark och skog och sedan snabbt avtar mot våtmarkens centrum.

Dessutom samlade vi under flygbildstolkningen in data om trädantal inom cirkelytor med 10 meters radie. Med hjälp av dessa data genomförde vi en liknande analys för att verifiera våra resultat. Resultaten, illustrerade i Figur 6, bekräftar att trädtätheten är högre nära skogskanter och minskar med ökande avstånd. Denna överensstämmelse mellan fält- och flygbildsdata understryker den starka kanteffekt som driver skogsutbredning i våtmarker.



Figur 5. Förändring av sannolikheten för träd- och busktäckning under 3 m (y-axel) med ökande avstånd till våtmarkens skogskant.



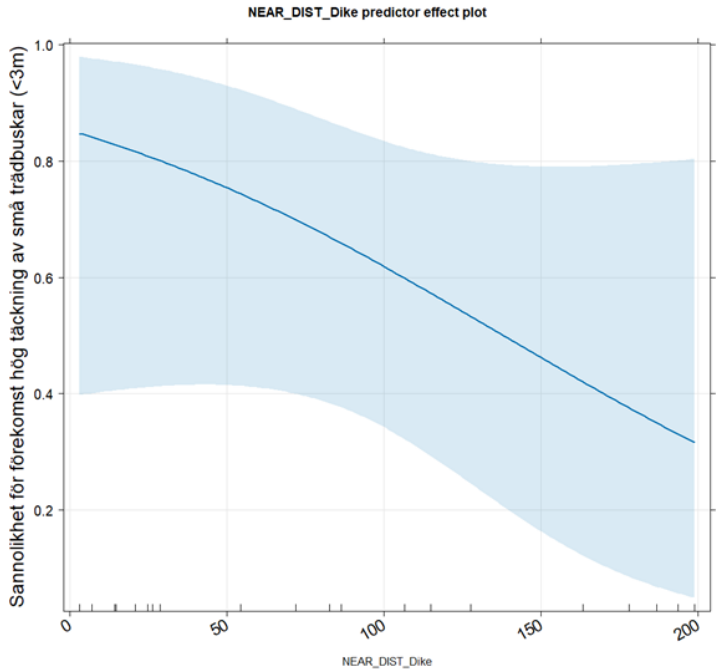
Figur 6. Sannolikhet för antal träd (y-axel) med ökande avstånd till våtmarkens skogskant.

Effekten av avstånd till diken

Som tidigare nämnts är diken en stor orsak till våtmarksförlust, främst genom att de dränerar områden för att bland annat gynna skogsbruket. Dränering och torvmineralisering skapar torrare, mer bördiga förhållanden som gynnar skogsarter (Ågren et al., 2024). För att testa denna hypotes analyserade vi sambandet mellan träd- och busktäckning (under 3 meter) och avståndet till diken.

Med hjälp av data om proportionell täckning av träd och buskar under 3 meter beräknade vi avståndet från varje provpunkt till närmaste dike, som har kartlagts genom flygbildstolkning. En modell kördes för att undersöka hur detta avstånd påverkar vegetationsstrukturen.

Våra resultat visar att sannolikheten för högre träd- och busktäckning minskar med ökat avstånd till närmaste dike. Med andra ord har provpunkter närmare diken större träd- och busktäckning. Mönstret är inte strikt linjärt men tydligt, som visas i Figur 6.

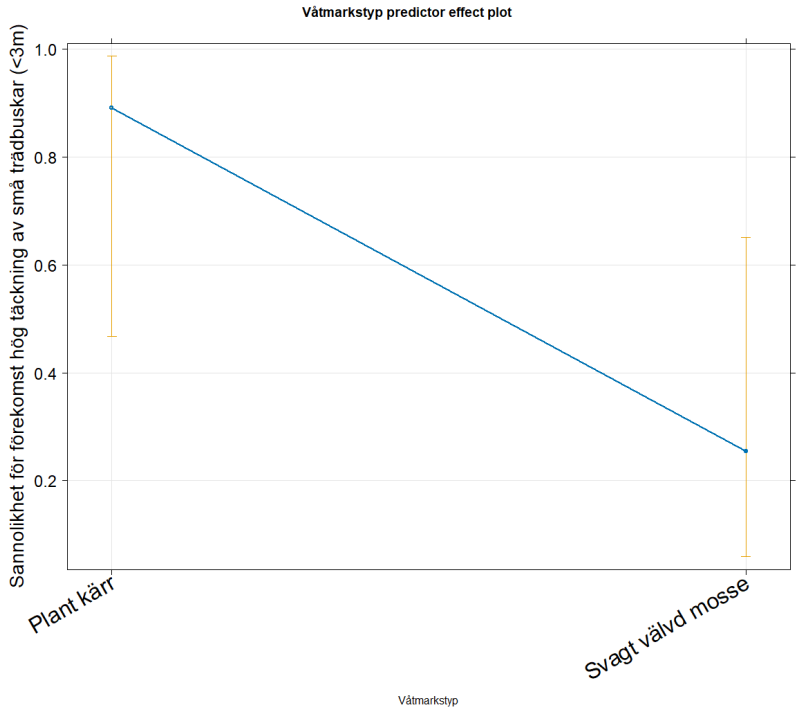


Figur 6. Förändring av sannolikheten för träd- och busktäckning under 3 m (exe-y) med ökande avstånd till närmaste dike.

Morfologisk struktur

Fältdata om träd- och busktäckning kan också användas för att undersöka skillnader mellan våtmarker med olika morfologiska strukturer. Vi modellerade förändringar i den proportionella täckningen av träd och buskar under 3 meter som en funktion av våtmarkstyp (kärr vs. svagt välvda mossar). Även om inga signifikanta skillnader upptäcktes, antyder resultaten något högre träd- och busktäckning i kärr jämfört med svagt välvda mossar.

(Figure 6).



Figur 7. Sannolikhet för träd- och busktäckning under 3 meter (y-axel) i mossar och kärr.

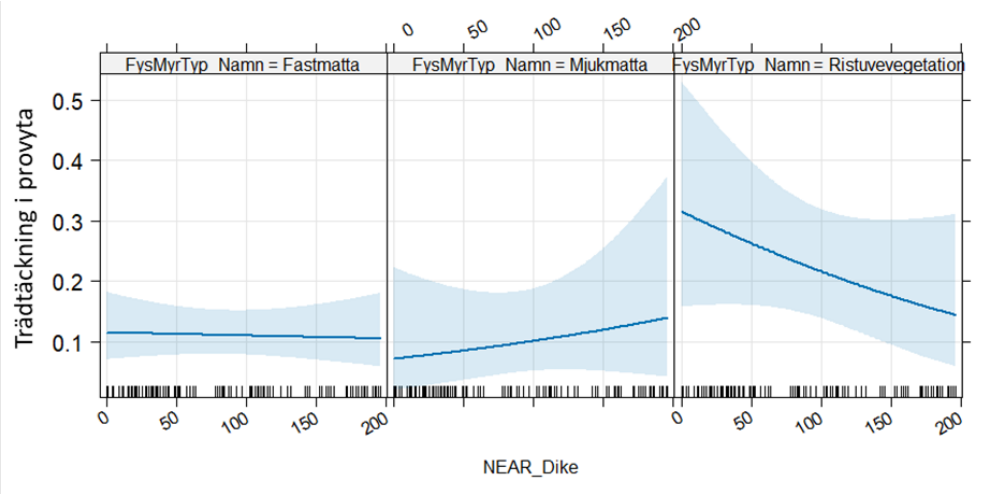
Effekter beroende på fysionomisk myrtyp

Vår flygbildstolkning syftar också till att beskriva habitatets egenskaper och struktur, inklusive data om fysiognomisk myrtyp. Dessa uppgifter gör det möjligt för oss att analysera vegetationens förändringar i våtmarker.

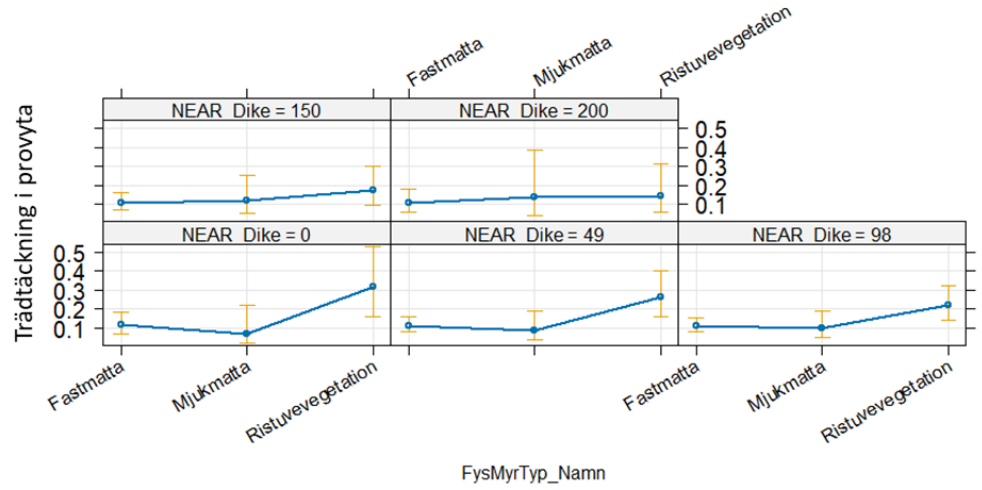
För denna analys använde vi data om trädtäckning inom cirkelytor med 10 meters radie, fysionomisk myrtyp registrerad i cirkelytor med 3 meters radie, och avstånd till närmaste dike. Vi modellerade trädtäckningen som responsvariabel, med fysionomisk myrtyp och avstånd till närmaste dike som förklarande variabler.

Resultaten visar att sambandet mellan trädtäckning och dikesavstånd varierar beroende på fysionomisk myrtyp. Provtagningspunkter i fastmatta och mjukmatta har generellt låg täckning (Figur 8). I fastmatta förblir täckningen av träd konsekvent lågt oavsett avstånd till diket (Figur 8). I mjukmatta ökar dock täckningen något med minskat avstånd till diket (Figur 8). Däremot minskar täckningen i ristuvevegetation när provpunkterna ligger närmare ett dike.

Detta mönster illustreras tydligt i Figur 9, som visar sambandet mellan trädtäckning och dikesavstånd över olika avståndsintervall.



Figur 8. Förväntad trädtäckning (y-axel) i fastmatta-, mjukmatta- och ristuvevegetation (från vänster till höger) med ökande avstånd från närmaste dike.



Figur 9. Förväntad trädtäckning (y-axel) i fastmatta-, mjukmatta- och ristuvevegetation (från vänster till höger) och fem olika skötselområden med avstånd till närmaste dike.

6. Slutsats och framtida analyser

Även om betydande landskapsförändringar i våtmarker sker över långa tidsperioder, belyser denna rapport lovande analysresultat som delvis kan bidra till att förstå pågående förändringar i Sveriges våtmarker inom ett mindre tidsfönster.

Det finns dock flera aspekter att beakta när det gäller de analyser och resultat som presenteras här. För det första är detta en preliminär studie baserad på en delmängd av data som var tillgängliga för analys hösten 2024. Till exempel bygger analysen

av dikesavståndets effekt på träd- och busktäckning på tre datakällor: (1) diken identifierade genom flygbildstolkning och (2) träd- och busktäckning registrerad under fältundersökningar, (3) provytor som tolkas i flygbild. Följaktligen inkluderade analysen endast våtmarker där alla dataset överlappar, vilket minskade antalet provytor i undersökningen jämfört med hela datasetet av provytor och kartlagda diken. Provytor som flygbildstolkas är betydligt fler än de som fältbesöks. Fältbesökta provytor ger dock möjlighet att differentiera mellan olika höjd på träden vilket inte är fallet för flygbildstolkade provytor som enbart noterar andelen av ytan med trädtäckning.

Dessutom inkluderades inte alla fältdata, eftersom data från det senaste året saknades på grund av de löpande kvalitetskontrollprocesserna fortfarande pågår när rapporten skrivs. Vi förväntar oss att inkluderingen av ytterligare fältdata kommer att öka antalet våtmarker med information om både ingrepp och egenskaper som mäts på fältnivå. På samma sätt är kartläggningen av diken ännu inte fullständig, vilket innebär att fler diken kan identifieras i områden med befintliga provytor, och ytterligare fältbesök kan göras i områden där diken redan har kartlagts.

Framtida analyser med ett mer komplett dataset kommer att ge oss möjlighet att återbesöka dessa frågor och potentiellt uppnå mer robusta och omfattande resultat. Dessutom tror vi att våra fältdata kan kombineras ytterligare med flygbilder för att ta itu med fler frågor om de ekologiska effekterna av diken på våtmarker. Nedan skisserar vi potentiella analyser som kan inkluderas i slutrapporten.

Ytterligare information om diken

Som anges i syftet med denna rapport och i avtalet med Länsstyrelsen är målet att utforska integreringen av fältdata med tolkning av flygbilder. Dessutom inkluderar fältobservationer information om närliggande diken, som kan användas på två sätt:

- **Komplettering av datasetet:** För närvarande utesluts datapunkter där det inte finns några motsvarande diken identifierade i flygbilder från analysen. Genom att inkludera och vidare bearbeta dikesnärhetsdata från både fältobservationer och flygbilder kan vi öka antalet användbara observationspunkter.
- **Metodjämförelse:** Vi kan analysera hur väl flygbildskartlagda diken stämmer överens med de som har observerats i fält. Detta kan innefatta att utvärdera hur ofta diken missas av respektive metod och identifiera faktorer som påverkar detekterbarheten.

Effekten av våtmarkers storlek och andra samvarierande faktorer

Många ekologiska processer påverkas av livsmiljöernas storlek, och dikenas påverkan kan variera mellan stora och små våtmarker. Till exempel kan diken ha en svagare effekt i större våtmarker, där deras påverkan tar längre tid att manifestera. Alternativt kan våtmarkens storlek vara en förväxlingsfaktor, eftersom fördelningen av konstgjorda diken kan skilja sig mellan små och stora våtmarker av specifika skäl. Att ta itu med dessa grundläggande frågor skulle vara värdefullt: Är diken vanligare i stora eller små våtmarker? Påverkas deras effekt på träd- eller växttäcke av våtmarkens storlek? Relationer och eventuell samvariation mellan ingrepp och olika variabler som beskriver våtmarkers egenskaper och landskaps

sammanhäng kan vara komplexa (bilaga figur 1 och figur 2). Vi kommer att vidare analysera mer komplett data och undersöker hur vi kan tolka orsakssamband mellan påverkan av olika typer av diken och våtmarkers egenskaper i ett lokalt perskektiv och i ett landskapsperspektiv.

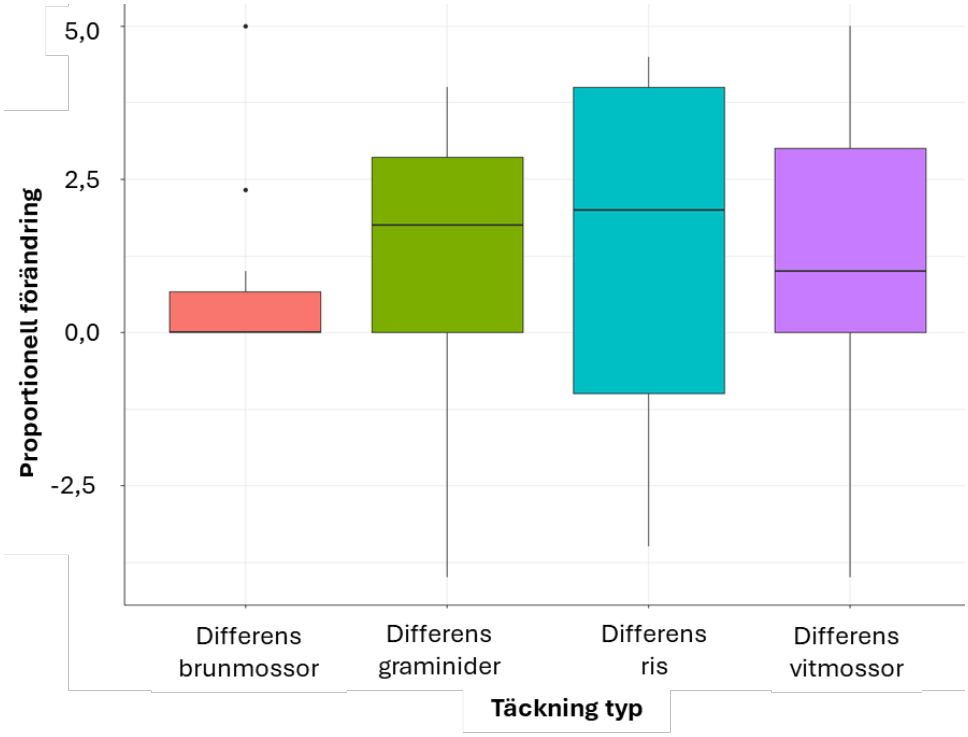
Nyckelarter i undervegetation nära diken

Vetenskaplig litteratur tyder på att Sphagnum-mossor, som är viktiga indikatorer på våta jordar, är betydligt mindre vanliga nära diken (Ågren et al., 2024). Dessa mossor ersätts ofta av fjädermossor, såsom husmossa och vägmossa, där Sphagnum-täckningen minskar från cirka 65 % på ett avstånd av 100 meter från ett dike till mindre än 20 % närmare diken. Denna minskning är kopplad till den sänkta vattennivån som orsakas av dikning, eftersom Sphagnum-mossor är beroende av vattenmättade förhållanden för att trivas. Med hjälp av våra artdata kan vi verifiera dessa fynd och undersöka liknande mönster för ett bredare spektrum av arter.

Kombinera data från varv 1 och 2

Som nämns ovan har ett syfte med detta utvärderingsprojekt varit att testa principer för att jämföra mellan tidsperioder. Slutligen är det ultimata målet att jämföra fältdata från två olika perioder (2009-2014 och 2021-2026). Som också nämns ovan är det en utmaning, eftersom avgränsningen, provyteutlägget och provytemetodiken inte var helt jämförbar med hur de gjordes senare. Att göra en omfattande analys utifrån de förutsättningarna skulle vara mycket tidskrävande och kräva mer omfattande jämförelser och utvärderingar av olika alternativ, men nedan visar vi ändå ett exempel på vad vi tror kan vara ett möjligt tillvägagångssätt, som kan vara tillämpbart för fortsatta analyser inom pågående programperiod. En fördel med att utgå ifrån polygoner som jämförelseenhet är att vi då kan sätta i det i det rumsliga sammanhang som är själva grunden för upplägget av delprogrammets undersökningar.

Figuren nedan (Figur 10) visar förändringen i täckning för de viktigaste vegetationstyperna i våtmarker. I det här exemplet använder vi en delmängd av fältundersökta punkter från båda perioderna som överlappar varandra i den polygon där de undersöktes. Detta gör att vi kan mäta förändringar i specifika polygoner men förhoppningsvis även i specifika provytor.



Figur 10. Proportionell förändring av täckningstyper mellan de två varven. Positiva siffror betyder högre täckning i det första varvet.

Resultaten i exemplet ovan (Figur 10) visar att det är möjligt att ta fram ett format för sådana jämförelser på polygonnivå, som visar den typ av resultat som man är intresserad av. Figuren verkar antyda att mängden graminider, ris och vitmossor har ökat något, men spridningen är mycket stor, så resultaten är relativt osäkra. Om samma analys görs om när all flygbildstolkning har avslutats så kan resultaten möjligtvis bli säkrare. Det är också möjligt att det går att modifiera metoden för att bättre kompensera för olika osäkerhetsfaktorer. Det kräver dock mer arbete än vi har haft tid för i detta utvärderingsprojekt.

Som sagt har många utförliga analyser redan gjorts för den första programperiodens data, men om man skulle vilja få maximalt utbyte av dessa för att belysa eventuella förändringar i myrarnas vegetation i de fem länen, så skulle det behövas någon typ av tilläggsfinansiering för att återbesöka samtliga provytor, och helst också någon modifiering av fältmetodiken för att variablerna skulle bli så direkt jämförbara som möjligt, t.ex. tillägg eller modifiering av variabler, samma provytestorlek och samma antal småprovytor.

7. Referenser

Ågren, A.M., Anderson, O., Lidberg, W., Öquist, M., Hasselquist, E.M., 2024. Ditches show systematic impacts on soil and vegetation properties across the Swedish forest landscape. For. Ecol. Manag. 555, 121707. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121707

Czerepko, J., 2008. A long-term study of successional dynamics in the forest wetlands. For. Ecol. Manag. 255, 630–642. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.039

Glimskär, A., Arlt, D., Grandin, U., Kindström, M., Kindström, S., Wikberg, S., Gunnarsson, U., Hedenbo, P. & Rygne, H. 2016. Resultat för småbiotoper, gräsmarker och myrar i regional miljöövervakning 2009-2014. Länsstyrelsen i Örebro län, Publ. nr 2016:35. Örebro.

Glimskär, A. & Kindström, M. 2019. Utvärdering av delprogram om ingrepp i våtmarker 2018. SLU, Inst. för ekologi, Uppsala.

Gunnarsson, U. & Nilsson, P. 2024. Ökad trädtäckning på svenska myrar. SLU Artdatabanken rapporterar, Nr 32. SLU Artdatabanken, Uppsala.

Kindström, M. & Glimskär, A. 2016. Utvärdering av ny metodik för flygbildstolkning av våtmarker 2015. SLU, Inst. för ekologi, Uppsala.

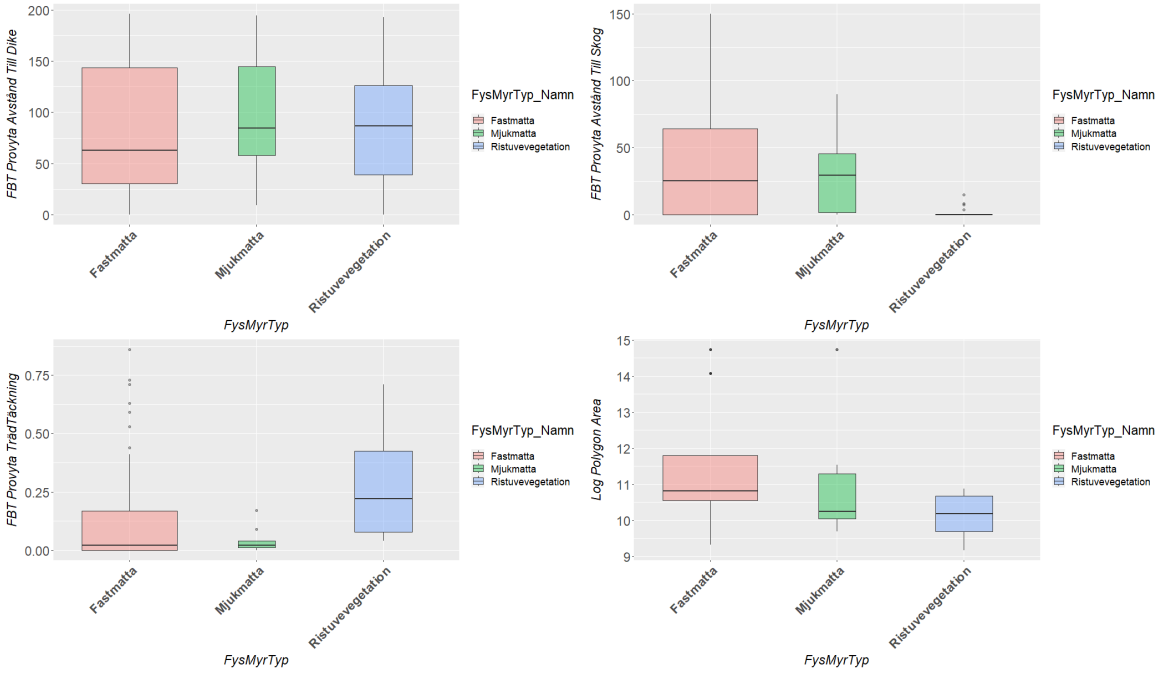
Kindström, M., Glimskär, A. & Rygne, H. 2014. Uppföljning av vegetation och direkta ingrepp i myrar – utvärdering av regional miljöövervakning 2009-2013 samt förslag till indikatorer. Länsstyrelsen i Örebro län, Publ nr. 2014:30. Örebro.

Rydin, H., Sjörs, H. & Löfroth, M. 1999. Mires. I: Rydin, H., Snoeijs, P. & Diekmann, M. (red.) Swedish Plant Geography, Acta Phytogeographica Suecica 84, s. 91-112. Uppsala.

Verhoeven, J.T.A., 2014. Wetlands in Europe: Perspectives for restoration of a lost paradise. Ecol. Eng., Wetland Restoration– Challenges and Opportunities 66, 6–9. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.03.006

8. Bilaga 1. Samband mellan fysionomisk myrtyp och andra variabler

Vissa av de undersökta variablerna kan variera betydligt mellan olika landskap, regioner eller typer av myrar. Detta motiverar ytterligare undersökning, eftersom det är viktigt att ta hänsyn till dessa potentiella förvirrande effekter i efterföljande analyser. Figuren nedan illustrerar till exempel hur vissa variabler - som avstånd till dike och skog, trädtäckning och areal - fördelas över olika myrtyper.



9. Bilaga 2. Korrelation mellan variabler

Det är också viktigt att undersöka förhållandena mellan de variabler som undersöks och bedöma om de är starkt korrelerade. Figuren nedan ger ett snabbt och effektivt sätt att visualisera dessa korrelationer. I detta exempel analyseras variablerna yta, avstånd till dike, avstånd till skog, trädtäckning och fysionomisk myrtyp parvis för att identifiera potentiella samband.