



Länsstyrelserna



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET



Satellitbaserad övervakning av våtmarker

– Slutrapport Värmlands, Västra Götalands och Örebro län

Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Värmlands, Västra Götalands och Örebro län

Kartor: © Lantmäteriet

Referens:

Hahn, N. & Wester, K. 2015. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Värmlands, Västra Götalands och Örebro län*. Länsstyrelsen Värmland, Publikationsnummer 2015:40, Länsstyrelsen Västra Götaland, Rapport 2015:57, Länsstyrelsen Örebro, Publ.nr. 2015:38.



BROCKMANN GEOMATICS
SWEDEN AB





NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

ÄRENDENUMMER NV-01886-14
AVTALSNUMMER 2224-14-001
PROGRAMOMRÅDE VÅTMARK
DELPROGRAM SATELLITBASERAD
ÖVERVAKNING AV
VÅTMARKER

Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Värmlands, Västra Götalands och Örebro län

Rapportförfattare Niklas Hahn, Brockmann Geomatics Kjell Wester, Brockmann Geomatics	Utgivare Länsstyrelsen Värmland Postadress Våxnäsgatan 10; 651 86 Karlstad Telefon 010-224 70 00 Utgivare Länsstyrelsen i Västra Götalands län Postadress Södra Hamngatan 3; 403 40 Göteborg Telefon 010-224 40 00 Utgivare Länsstyrelsen i Örebro län Postadress Stortorget 22; 701 86 Örebro Telefon 010-224 80 00
Omslagsfoto: Helena Rygne, Länsstyrelsen Örebro	Beställare Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm Finansiering Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram
Rapporttitel och undertitel Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Värmlands, Västra Götalands och Örebro län	
Nyckelord för plats Värmlands län, Västra Götalands län och Örebro län	
Nyckelord för ämne Våtmarker, våtmarksövervakning, miljöövervakning, myrar, öppen myr, satellitbaserad, omdrev, förändringsanalys, vegetationsförändringar, förändringskarta, förändringsindikation, Landsat, utvärdering	
Tidpunkt för insamling av underlagsdata 1997 och 2007	
Sammanfattning En satellitbaserad metodik för att identifiera snabba vegetationsförändringar i våtmarker har använts för att hitta områden med förändringsindikation. Undersökningsområdet består av Värmlands, Västra Götalands och Örebro län. Projektet drivs inom ramen för den nationella miljöövervakningen och är tänkt att genomföras enligt ett löpande schema över landet fördelat på olika undersökningsområden. Under perioden 2014-2015 utfördes "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" i Värmlands, Västra Götalands och Örebro län. Den satellitbaserade övervakningen är utformad för att upptäcka markanvändningsrelaterade förändringar i öppna myrar i form av ökad biomassa/igenväxning. Till förändringsanalysen för en tidsperiod används två set av satellitdata, ett från en äldre tidpunkt "1997" (satellitdata främst från 1997 men även från 1995, 1999 och 2000) och ett från en senare tidpunkt "2007" (satellitdata främst från 2007 men även från 2009 och 2010). Förändrade områden delas in i två förändringsklasser; potentiell och säker förändringsindikation med en minsta karteringsenhet på 0,5 ha. Förändringsklasserna ger en direkt indikation på styrkan och omfattningen av förändringen. Förändringsklassningen redovisas även som förändringskartor: andel säker förändringsindikation per analyserad öppen myr presenterade inom olika områdes- eller regionsindelningar. Exempel på intressanta områdesindelningar som redovisas är indexrutor 10km och delavrinningsområden. Undersökningsområdet, d.v.s. "Öppen myr" -mask med undantag för fjällen, omfattar totalt ca 233 000 ha. Det analyserbara området, d.v.s. undersökningsområdet med undantag för moln mm, motsvarar ca 90 % av det totala undersökningsområdet. Av det totala analyserbara området visade 3 100 ha (1,46 %) säker förändringsindikation och 1 800 ha (0,84 %) potentiell förändringsindikation. Utvärderingen, som utfördes med hjälp av flygbildstolkning och fältbesök, visar att överensstämmelsen för de 127 slumpmässigt valda förändringsindikationsytorna ligger minst på 62 % och max på 86 %. Motsvarande överensstämmelse för de 38 slumpmässigt valda referensytorna ligger minst på 84 % och max på 95 %.	

Förord

En av länsstyrelsernas uppgifter är att övervaka miljötillståndet i naturen. Våtmarker är viktiga i landskapet då de magasinerar vatten och jämnar ut vattenflöden, samtidigt som de är livsmiljö för många hotade växter och djur. Det är därför angeläget att övervaka förändringar av våtmarkerna, samtidigt som det är svårt då de är spridda över stora områden.

Inventeringsmetodiken som använts vid undersökningen har tagits fram av Brockmann Geomatics Sweden AB tillsammans med länsstyrelserna, Naturvårdsverket och Rymdstyrelsen. Efter ett omfattande utvecklingsarbete med tester, konsultationer och utvärderingar har metodiken utvecklats till ett satellitbaserat övervakningsprogram för Sveriges våtmarker. Sedan 2007 ingår den satellitbaserade övervakningen av våtmarker i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram och inom en tioårsperiod ska det första inventeringsvarvet vara genomfört i hela Sverige.

Mellan 2014 och 2015 har inventeringen av vegetationsförändringar på myrar utförts i Värmlands, Västra Götalands och Örebro län. Genom granskning av satellitdata undersöktes förändringarna mellan 1997-2007. Resultatet kommer att ge ett värdefullt underlag för länsstyrelserna och andra myndigheter i arbetet med våtmarker och för utvärderingen av miljömålet Myllrande våtmarker.

Inventeringsarbetet för länsgruppen Värmland, Västra Götaland och Örebro har genomförts av Brockmann Geomatics i nära samarbete med kontaktpersonerna på länen; Therese Ericsson (Länsstyrelsen Värmland), Kaisa Malmqvist (Länsstyrelsen Västra Götaland) och Helena Rygne (Länsstyrelsen Örebro). Johan Abenius från Naturvårdsverket har aktivt följt och stöttat i arbetet.

Ett stort tack till alla som medverkat i projektet!

Johan Wretenberg
Enhetschef Naturskydd
Länsstyrelsen Örebro

Jörel Holmberg
Enhetschef Naturförvaltning
Länsstyrelsen Västra Götaland

Thomas Östlund
Enhetschef Naturvård
Länsstyrelsen Värmland

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
1 Inledning	5
1.1 Den nationella våtmarksinventeringen	5
1.2 Habitatdirektivet och Natura 2000.....	5
1.3 De svenska miljömålen.....	6
1.3.1 Miljökvalitetsmålet Myllrande våtmarker.....	6
1.4 Utveckling av satellitbaserad våtmarksövervakning	7
1.5 Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram	9
2 Nationell metodik för satellitbaserad våtmarksövervakning.....	11
2.1 Förarbete inför analysen.....	12
2.1.1 Val av satellitscener och väderanalys	12
2.2 Preparering av bakgrundsdata inför analysen.....	13
2.3 Basklassning.....	13
2.4 Förändringsanalys	15
2.4.1 Stratifiering utifrån myrtypsregioner.....	15
2.4.2 Förändringsanalysens metodik.....	15
2.4.3 Generalisering av delresultat	17
2.4.4 Förändringsklassning.....	17
2.5 Utvärdering	18
2.5.1 Utvärderingsområden.....	18
2.5.2 Utvärderingsytor.....	18
2.5.3 Flygbildstolkning inom utvärderingen.....	19
2.5.4 Fältkontroll	21
2.6 Resultatsammanställning	22
2.6.1 Förändringsklassning.....	22
2.6.2 Förändringskartor och miljömålsindikatorer	22
2.6.3 Leverans	22
3 Våtmarksövervakningen i Värmlands, Västra Götalands och Örebro län. 24	
3.1 Om länsgruppen.....	24
3.2 Val av satellitdata	25
3.2.1 Satellitscener tidpunkt 1 - "1997"	26
3.2.2 Satellitscener tidpunkt 2 - "2007"	27
3.3 Scenpar	28
3.4 Väderanalys.....	29
3.5 Satellitscensmosaiker.....	31
3.6 Basklassning.....	31
3.7 Förändringsanalys	32
3.8 Utvärdering	33
3.8.1 Bildexempel från fältkontrollen	34
3.9 Resultat	39
3.9.1 Förändringskartor	40
3.10 Utvärdering.....	44
3.10.1 Bedömning av myrmasken	44
3.10.2 Överensstämmelse för FI-ytorna	45
3.10.3 Överensstämmelse för referensytorna.....	46
3.10.4 Ingrepp/orsak	46
3.11 Exempelområden.....	47
4 Diskussion.....	57
4.1 Användningsområden.....	58
Referenser	59
Bilaga 1. Väderanalysdata	61

Sammanfattning

En satellitbaserad metodik för att identifiera snabba vegetationsförändringar i våtmarker har använts för att hitta områden med förändringsindikation. Undersökningsområdet består av Värmlands, Västra Götalands och Örebro län. Projektet drivs inom ramen för den nationella miljöövervakningen och är tänkt att genomföras enligt ett löpande schema över landet fördelat på olika undersökningsområden.

Under perioden 2014-2015 utfördes "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" i Värmlands, Västra Götalands och Örebro län. Den satellitbaserade övervakningen är utformad för att upptäcka markanvändningsrelaterade förändringar i öppna myrar i form av ökad biomassa/igenväxning. Till förändringsanalysen för en tidsperiod används två set av satellitdata, ett från en äldre tidpunkt "1997" (satellitdata främst från 1997 men även från 1995, 1999 och 2000) och ett från en senare tidpunkt "2007" (satellitdata främst från 2007 men även från 2009 och 2010).

Förändrade områden delas in i två förändringsklasser; potentiell och säker förändringsindikation med en minsta karteringsenhet på 0,5 ha. Förändringsklasserna ger en direkt indikation på styrkan och omfattningen av förändringen. Förändringsklassningen redovisas även som förändringskartor: andel säker förändringsindikation per analyserad öppen myr presenterade inom olika områdes- eller regionsindelningar. Exempel på intressanta områdesindelningar som redovisas är indexrutor 10km och delavrinningsområden.

Undersökningsområdet, d.v.s. "Öppen myr" -mask med undantag för fjällen, omfattar totalt ca 233 000 ha. Det analyserbara området, d.v.s. undersökningsområdet med undantag för moln mm, motsvarar ca 90 % av det totala undersökningsområdet.

Av det totala analyserbara området visade 3 100 ha (1,46 %) säker förändringsindikation och 1 800 ha (0,84 %) potentiell förändringsindikation.

Utvärderingen, som utfördes med hjälp av flygbildstolkning och fältbesök, visar att överensstämmelsen för de 127 slumpmässigt valda förändringsindikationsytorna ligger minst på 62 % och max på 86 %. Motsvarande överensstämmelse för de 38 slumpmässigt valda referensytorna ligger minst på 84 % och max på 95 %.

I utvärderingen dokumenteras alla ingrepp/orsaker som syns i ytorna och inom en 500 meter buffertzona. De ingrepp/orsaker som bedömdes vara mest relevanta för respektive utvärderingsyta fördelade sig enligt följande: Dikning (44 %), Hygge (12 %), Ungskog (10 %), Väg (8 %) och Odlingsmark (6 %).

Viktiga användningsområden är till exempel vid uppföljningen av skyddade områden och för att visa på skillnader mellan olika våtmarkstyper. Områden med stor andel förändring kan också vara ett underlag inför restaureringar av våtmarker.

1 Inledning

Sverige är ett av de våtmarksrikaste länderna i världen och mer än 20 % av vårt land är täckt av våtmarker (Löfroth, 1991). Cirka 40 % av dessa är öppna myrar, det vill säga myrar med en krontäckning på mindre än 30 %. Våtmarkernas stora variationsrikedom gör dem värdefulla för såväl arter knutna till våtmarkerna som för arter knutna till kringliggande ekosystem samt för rastande flyttfåglar. Trots deras betydelse har våtmarkerna sedan drygt ett sekel i stor utsträckning omförts till andra marktyper, framför allt inom ramen för skogs- och jordbruket, infrastruktur- och transportsektorerna samt torvnäringen (Naturvårdsverket, 2007).

I skogslandskapet har under 1900-talet en omfattande markavvattning ägt rum, framför allt i syfte att öka skogsproduktionen på våtmarker, att säkra skogsmarkens produktionsförmåga och genom utbyggnaden av skogsbilvägnätet. Stora våtmarksarealer har även gått förlorade genom utvinning av torv och genom överdämning av våtmarksstränder i anslutning till sjöar och vattendrag som utnyttjas för kraftproduktion.

Våtmarkerna har en viktig roll för den biologiska mångfalden och 15 % av våra rödlistade arter förekommer på myrmarker eller sötvattenstränder (Naturvårdsverket, 2007). Många växter och djur är beroende av denna biotop och har därför missgynnats av igenväxning av tidigare öppna våtmarker. Igenväxning har orsakats av markavvattning, tillförsel av luftburna näringsämnen samt av att traditionell slätterhävning och betesdrift upphört. Skogsbruket med dess markanvändning och skogsbilnätet kan också påverka det hydrologiska mönstret i och i anslutning till våtmarker, vilket kan medföra förändrade växtsamhällen.

1.1 Den nationella våtmarksinventeringen

Under åren 1981-2005 kartlades Sveriges våtmarker i den nationella våtmarksinventeringen, VMI. VMI baseras på tolkning av flygbilder i kombination med översiktlig fältinventering för beskrivning av myrvegetation.

Vid flygbildstolkningen bedömdes faktorer som grad och typ av ingrepp, beskogning, blöthet och hydrotopografi (Löfroth, 1991). Ett av huvudsyftena med VMI var att identifiera de värdefullaste våtmarkerna genom en naturvärdesbedömning av alla större våtmarker i landet. Redan från start fanns också målsättningen att bygga en grund för miljöövervakning av våtmarker.

Informationen från VMI har sammanställts i en nationell rapport (Gunnarsson & Löfroth, 2009). Men allt eftersom tiden går blir informationen i inventeringen med åren successivt inaktuell, framför allt gäller det skador på myrarnas vegetation och vattenföring som uppstår genom till exempel skogsbruk eller ny infrastruktur.

1.2 Habitatdirektivet och Natura 2000

I ett europeiskt perspektiv är det boreala myrlandskapet ett av de mest ursprungliga ekosystemen. EU:s habitatdirektiv ger Sverige ansvaret för att gynnsam bevarandestatus

uppnås och bibehålls för ett flertal våtmarkstyper och deras djur och växter. Ett av redskapen för att uppnå detta är Natura 2000 som utgör ett nätverk av EU:s mest skyddsvärda naturområden och skapades för att hejda utrotningen av växter och djur och för att bevara deras livsmiljöer för framtiden.

För att kunna bedöma och följa upp de nationella och regionala miljömålen samt bevarandestatus för våtmarker inom och utanför Natura 2000-nätverket behöver Naturvårdsverket och Länsstyrelsen kostnadseffektiva metoder som kan producera jämförbara resultat om våtmarkernas status vid återkommande tillfällen. Detta inkluderar information både vad gäller våtmarkstyp och förändring, liksom information om förändringar i omgivningen.

1.3 De svenska miljömålen

Det svenska miljömålssystemet innehåller ett generationsmål, sexton miljö kvalitetsmål och fjorton etappmål (från Miljömål.se, 2013). Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att vi ska kunna nå miljö kvalitetsmålen. Miljö kvalitetsmålen anger istället det tillstånd i miljön som miljöarbetet ska leda till, medan etappmålen anger steg på vägen till miljö kvalitetsmålen och generationsmålet.

Riksdagens definition av generationsmålet (från Miljömål.se, 2013) är: "Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser."

Fokus för miljöpolitiken ska ligga på att: ekosystemen har återhämtat sig, eller är på väg att återhämta sig, och deras förmåga att långsiktigt generera ekosystemtjänster är säkrad; att den biologiska mångfalden och natur- och kulturmiljön bevaras, främjas och nyttjas hållbart; samt att en god hushållning sker med naturresurserna.

1.3.1 Miljö kvalitetsmålet Myllrande våtmarker

Det svenska miljömålssystemet innehåller sexton miljö kvalitetsmål. Det elfte målet "Myllrande våtmarker" rör våtmarkerna och deras värden. Målet definition är: "Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden." Men för att tydliggöra vad som syftas med målet anges ett antal preciseringar:

- Våtmarker av alla typer finns representerade i hela landet inom sina naturliga utbredningsområden.
- Våtmarkernas viktiga ekosystemtjänster som biologisk produktion, kollagring, vattenhushållning, vattenrening och utjämning av vattenflöden är vidmakthållna.
- Våtmarker är återskapade, i synnerhet där aktiviteter som exempelvis dränering och torvtäkter har medfört förlust och fragmentering av våtmarker och arter knutna till våtmarker har möjlighet att sprida sig till nya lokaler inom sitt naturliga utbredningsområde.

- Naturtyper och naturligt förekommande arter knutna till våtmarkerna har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer.
- Hotade våtmarksarter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts.
- Främmande arter och genotyper inte hotar den biologiska mångfalden.
- Genetiskt modifierade organismer som kan hota den biologiska mångfalden inte är introducerade.
- Våtmarkernas natur- och kulturvärden i ett landskapsperspektiv är bevarade och förutsättningarna för fortsatt bevarande och utveckling av värdena.
- Våtmarkernas värde för friluftsliv är värnade och bibehållna och påverkan från buller är minimerad.

Några av preciseringarna kan få mer tydliga svar med denna inventering av vegetationsförändringar i öppna myrar, och då främst de som rör ekosystemtjänsternas vidmakthållande och naturtypers bevarandestatus.

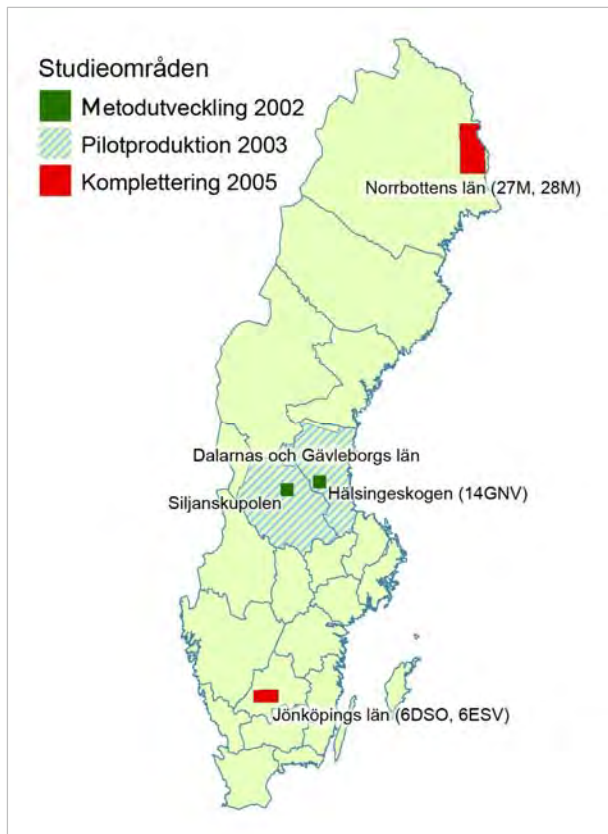
1.4 Utveckling av satellitbaserad våtmarksövervakning

För att kunna följa upp nationella och regionala miljömål samt status för våtmarker inom EU:s art- och habitatdirektiv behövde Naturvårdsverket och länsstyrelsen utveckla effektiva övervakningsmetoder. Satellitbildstekniken bedömdes vara en lämplig metod eftersom den möjliggör återkommande, aktuella analyser av både våtmarkernas växtlighet och ingrepp i omgivningen. Satellitbildstekniken innebär att heltäckande homogena och jämförbara övervakningsdata kan produceras kostnadseffektivt över större regioner. VMI och satellitbildstekniken är båda inriktade på att dokumentera förändringar i markanvändningen.

Metoden för "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" har utvecklats i pilotprojekt i nära samarbete med Länsstyrelserna Dalarna, Gävleborg, Jönköping och Norrbotten samt Naturvårdsverket och Rymdstyrelsen.

Under arbetets gång har syftet varit att ta fram ett satellitbildsbaserat operationellt koncept för övervakning och uppföljning av förändringar hos våtmarker. Målet har varit att utveckla en metod som kan användas för både regional och nationell uppföljning av tillståndet i våtmarkerna.

Under 2002 genomfördes ett utvecklingsarbete (Boresjö Bronge, 2006) som innebar metodutveckling och test av framtagen metod i Siljanskupolen i Dalarna respektive Hälsingeskogen i Gävleborgs län (Figur 1). Båda områdena är myrrika och omfattar myrar av många olika typer. Metodutvecklingen bedrevs huvudsakligen inom Siljanskupolen över vilken ett stort antal överlappande satellitscener fanns att tillgå. Detta gav möjlighet att ingående analysera olika myrars spektrala signaturer och uppträdande i tiden med avseende på fenologi och väderförhållanden. Framtagen metod testades sedan i Hälsingeskogen och en preliminär utvärdering genomfördes med lovande resultat.



Figur 1. Studieområden i utvecklingsarbetet 2002 i Siljanskupolen och Hälsingekogen, pilotproduktion 2003 i Dalarnas och Gävleborgs län, samt kompletterande områden 2005 i Norrbottens och Jönköpings län.

Metoden användes under 2003 för en pilotproduktion (Boresjö Bronge, 2006) av förändringsinformation över Dalarna och Gävleborgs län där lämpliga områden med täckande satellitdata funnits att tillgå (Figur 1).

För att erhålla ett utökat underlag för metodens användbarhet i ett nationellt perspektiv och få bättre möjligheter att specificera metod och kostnader för operationell våtmarksuppföljning utvidgades projektet (Boresjö Bronge, 2006) med stöd från Naturvårdsverket så att den år 2005 kunde testas i ytterligare två strategiskt valda områden, Jönköping respektive Norrbottens län (Korpilombolo och Pajala), innan slutgiltig metodik fastlades (Figur 1).

De utvidgade studierna sammanställdes till en rapport (Boresjö Bronge, 2006) där resultat och slutsatser ställts samman från de ovanstående utvecklingsuppdrag och denna ligger till grund för metodiken som används i detta förändringsanalysarbete.

Länsstyrelsen Gävleborg valde efter den första förändringsanalysen att genomföra en fördjupad uppföljning av vegetationsförändringar i våtmarker med höga naturvärden (Jonson, 2007). Av länets mest värdefulla våtmarker visade en fjärdedel indikation på vegetationsförändringar under pilotstudien. Vid fältkontroll kunde en 84 procentig ökning av biomassa konstateras i dessa våtmarksområden. I 28 % berördes mer än 5 % av området och den vanligaste orsaken i dessa fall var nya diken som tillkommit efter 1980-talets våtmarksinventering. Detta har stärkt arbetsmodellen och var ett första prov

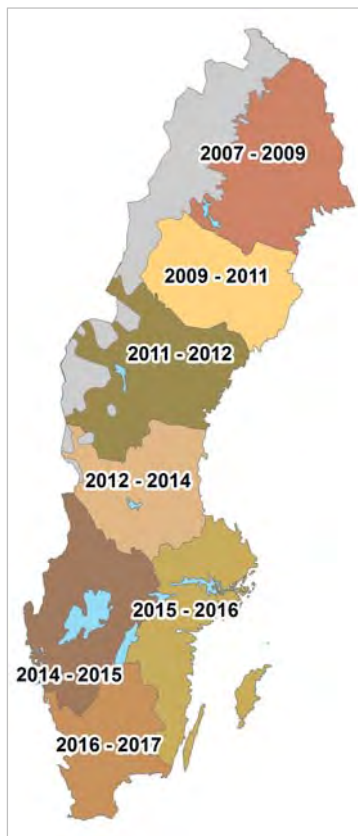
på metodens användbarhet. Metoden gör det möjligt att kostnadseffektivt framställa heltäckande, enhetliga och jämförbara övervakningsdata över större områden.

Den slutgiltiga metoden för utvärdering av resultatet från förändringsanalysen togs fram då den operationella våtmarksövervakningen påbörjades i och med inventeringen i Norrbottens län 2007-2009 (Backe et al, 2012). Därefter har samma arbetssätt använts i de följande länsgrupperna.

1.5 Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram

Sedan 2007 ingår "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram och inom en tioårsperiod ska det första inventeringsvarvet vara genomfört i hela Sverige (Figur 2). Arbetet utförs inom Naturvårdsverkets ramavtal med experter på satellitövervakning och sker i nära samarbete med berörda länsstyrelser. De större norrlandslänen behandlas separat medan de mindre länen samkörs i länsgrupper för att undersökningen ska bli kostnadseffektiv. Varje län eller länsgrupp tar cirka två år att färdigställa.

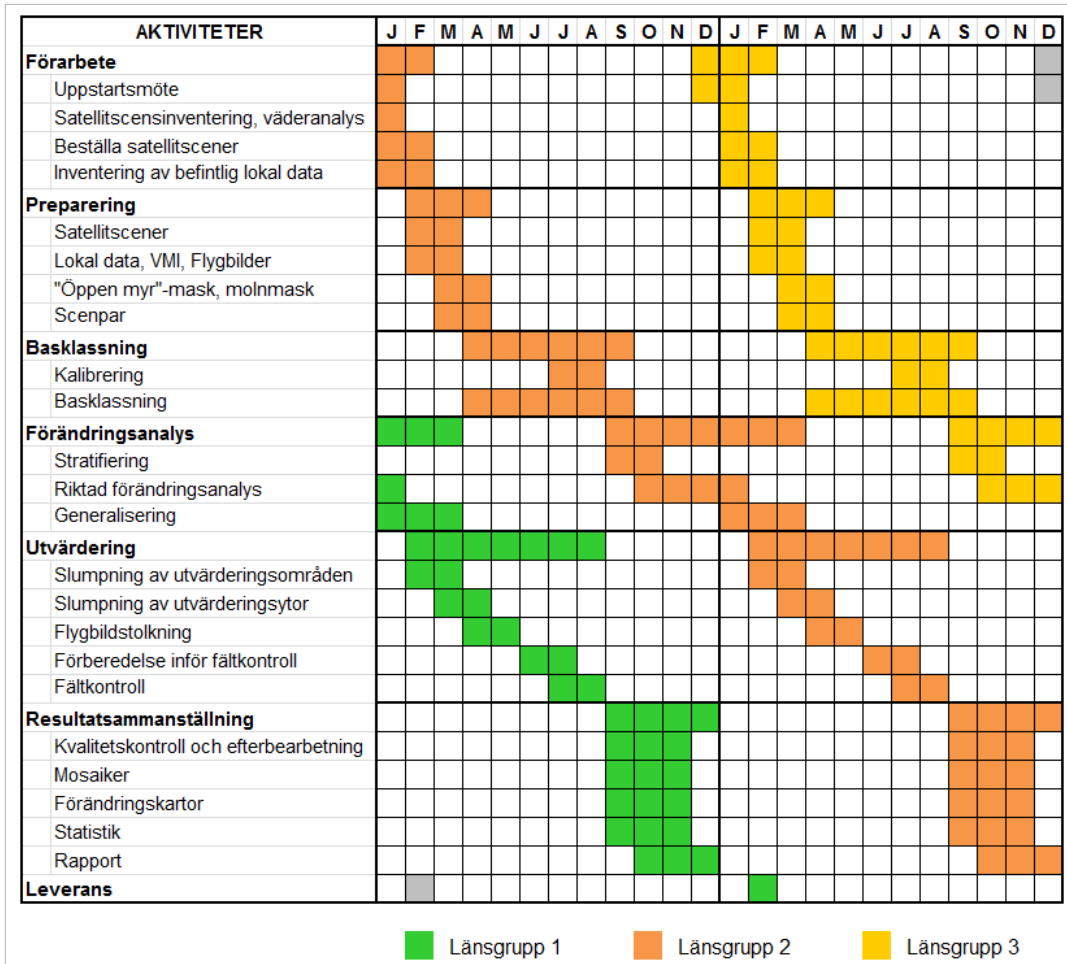
Satellitbaserad övervakning av våtmarker har genomförts i Norrbotten 2007-2009 (Backe et al, 2012), i Västerbotten 2009-2011 (Eriksson et al, 2012) i Jämtland/Västernorrland 2011-2012 (Hahn et al, 2013) och i Dalarna/Gävleborg 2012-2014 (Hahn et al, 2015).



Figur 2. Tidplan för genomförande av förändringsanalysens första inventeringsvarv.

För att ytterligare skynda på processen genomförs två län/länsgrupper samtidigt med visst överlapp. Bearbetningsrutinerna har utarbetats under utvecklingsprojekten och det gäller alla steg i arbetet.

Nedan visas de huvudsakliga aktiviteterna (Figur 3). I kapitel 2 beskrivs tillvägagångssättet mer i detalj.



Figur 3. Huvudsakliga aktiviteter. Varje län eller länsgrupp tar cirka två år att färdigställa. För att ytterligare skynda på processen genomförs två län/länsgrupper samtidigt med visst överlapp.

2 Nationell metodik för satellitbaserad våtmarksövervakning

Det nationella övervakningsområdet omfattar hela Sverige med undantag för fjällen (Figur 4). Anledningen till att fjällregionen inte ingår beror dels på att underlaget för "öppen myr"-masken i fjällen är sämre än för skogslandet, dels på att fenologiska problem är en mer vanligt förekommande felkälla beroende på en kortare vegetationsperiod samt att kunskapen om våtmarkstyperna i fjällregionerna är sämre än nere i skogslandet där VMI har bidragit till en bättre kännedom om myrvegetationen.

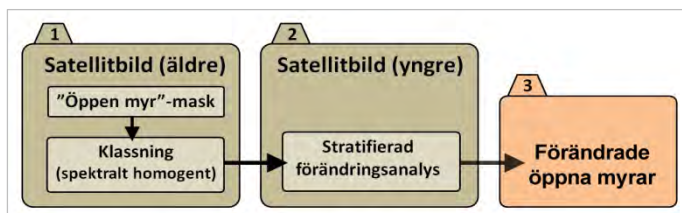
Den satellitbaserade övervakningen av våtmarker består av följande arbetsmoment: förarbete, preparering, basklassning, förändringsanalys, utvärdering, resultatsammanställning och slutleverans.



Figur 4. Nationellt övervakningsområde där öppen myr visas i gult, skog i grönt, jordbruksmark i brunt och fjällregionen i grått.

Förenklat kan förändringsanalysen ses som en trestegsraket (Figur 5) med följande steg:

1. En basklassning genomförs där den öppna myren delas in i ca 20 spektralt homogena basklasser. Basklassindelningen görs semi-automatiskt i den äldsta satellitbilden i en hierarkisk beslutsprocess.
2. Här undersöks om basklasserna vid nästa tidpunkt fortfarande är spektralt homogena eller om de har förändrats. Förändringsanalysen görs stratifierad, dvs. separat för varje basklass. Ytor inom basklassen som har förändrats mer än basklassen i stort ges en förändringsindikation som läggs ihop för samtliga basklasser till det slutliga resultatet.
3. Här redovisas var och hur mycket den öppna myren förändrats under tioårsperioden.



Figur 5. Schematisk beskrivning av förändringsanalysen. I steg 1 används den äldre satellitbilden tillsammans med en "öppen myr"-mask från digital karta. Den öppna myren delas in i ca 20 spektralt homogena basklasser. I steg 2 används den yngre satellitbilden för att undersöka om basklasserna förändrats spektralt. I steg 3 redovisas var och hur mycket öppen myr förändrats under tioårsperioden.

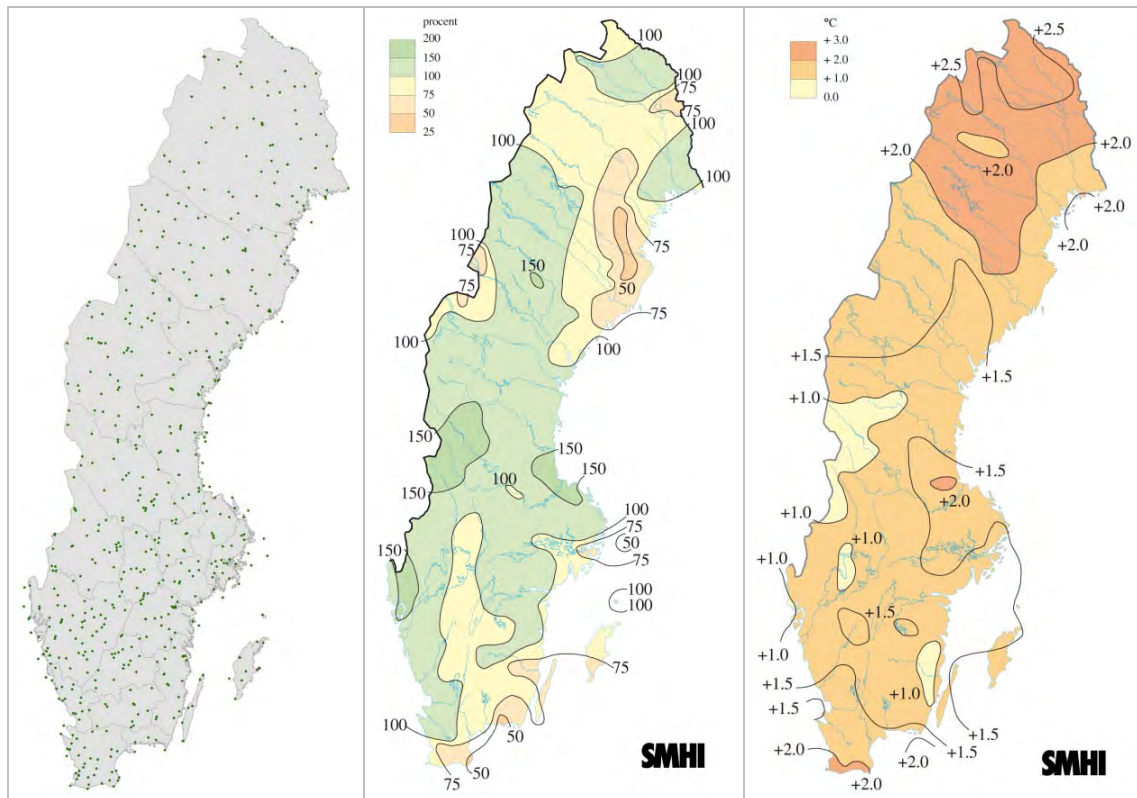
2.1 Förarbete inför analysen

Förändringsanalysen baseras på Landsat TM/ETM satellitdata. I varje analys studeras förändringar i satellitscener från två tidpunkter med ca 10-års mellanrum.

2.1.1 Val av satellitscener och väderanalys

För att undvika att skillnader i resultat som beror på väderförhållanden mellan olika år görs en analys av väderförhållanden för de ingående scenerna. Viktigt är då att undersöka om det är ovanligt blött i markerna vid tidpunkten då satellitscenen togs eller om det finns andra anledningar att anta förändrad vegetationsutveckling (fenologi). För att minimera att myrarnas fenologi ska vara olika mellan tidpunkterna eftersträvas i urvalet av scener att de är registrerade mellan 20 juni och 15 augusti.

I väderanalysen samlas data in från SMHIs väderstationer avseende medelnederbörd, medeltemperatur och antal frostnätter. Väderanalysen innehåller huvudsakligen stationer i aktuell länsgrupp, men även stationer från angränsande län för att erhålla en större geografisk spridning (Figur 6).



Figur 6. Data till väderanalys. Väderstationer (till vänster). Nederbörden i procent av den normala (i mitten). Medeltemperaturens avvikelse från normalvärdet i °C (till höger). (SMHI, 2009).

2.2 Preparering av bakgrundsdata inför analysen

För att kunna genomföra förändringsanalysen krävs att man parar ihop de två scenernas tidpunkter till ett scenpar. Undersökningsområdet kommer att bestå av ett lapptäcke av scenpar. Dessutom måste man ta bort områden från scenerna som inte är intressanta eller meningsfyllda att analysera. Detta görs genom att lägga på fjäll-, myr- och molnmasker.

Fjällmasken tar bort området som utgörs av fjällregionen (Figur 4) eftersom dessa myrar, liksom VMI, inte ingår i analysen.

Myrmasken hämtas från Svenska MarktäckeData (SMD), där alla Sveriges markklasser ingår. Eftersom analysen endast berör öppen myr kodas bara markklasserna "Limnologiska våtmarker", "Blöt myr", "Övrig myr" och "Torvtäkt" om för att bilda "öppen myr"-mask (Figur 4).

Molnmasken skapas för varje satellitscen där områden som täcks av moln, molnskugga och molnslöja ingår. Molnen identifieras och klassas med TM1 (Landsat TM band 1), och eftersom molnområden ofta uppvisar tunnare moln i anslutning till mer homogena moln inkluderas även ett buffertområde på 150 m utanför själva molnen i molnmasken. För att hitta och klassa molnskugga skapas en kvot mellan TM2 och TM1. Därefter klassas molnskuggor också fram genom så kallad spektral tröskling. Molnslöjor identifieras och klassas manuellt.

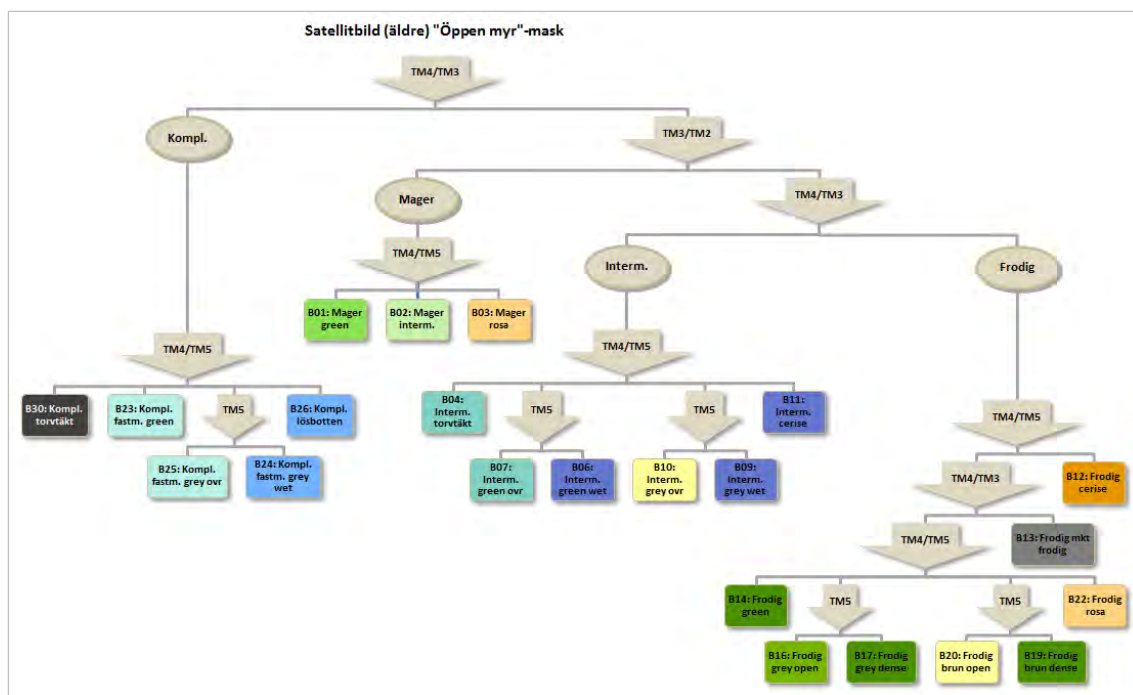
Maskerna läggs över varandra och bildar tillsammans avgränsningarna för det öppna våtmarksområdet som undersöks i analysen.

2.3 Basklassning

Basklassningen görs i scenparets äldre satellitscen. Basklassningen särskiljer spektralt homogena våtmarksenheter som sedan utgör grunden för den riktade förändringsanalysen som genomförs i nästa steg. Basklassningen utförs i steg där enskilda band samt kvoter mellan band används för att separera basklasserna åt (Figur 7). De band och bandkvoter som används vid basklassningen är följande: TM5-bandet, TM3/TM2-kvoten, TM4/TM3-kvoten och TM4/TM5-kvoten.

Exakt vilka basklasser som urskiljs och vilka bandkvoter som används, beror på vilka myrtyper som förekommer inom aktuellt område och i viss mån också på registreringstidpunkt (även om den senare faktorn minimerats i största möjliga mån genom att välja bilder inom samma period på året).

Beslutsgränserna sätts interaktivt i satellitbilden och som stöd för bedömningen används information från flygbildstolkning och/eller fältkalibrering. Basklassningsmetoden är en vidareutveckling av framtagen metodik för våtmarksklassificeringen för Svenska MarktäckeData (Boresjö Bronge & Näslund-Landenmark, 2002).



Figur 7. Struktur för hur basklassningen är hierarkiskt uppbyggd. Indelningen i klasser sker i tur och ordning enligt flödesschemat.

FAKTARUTA

Myrvegetationstypskarta för öppen myr baserat på översättningstabell från basklassningens våtmarksenheter till välkända hydrologiska vegetationstyper.

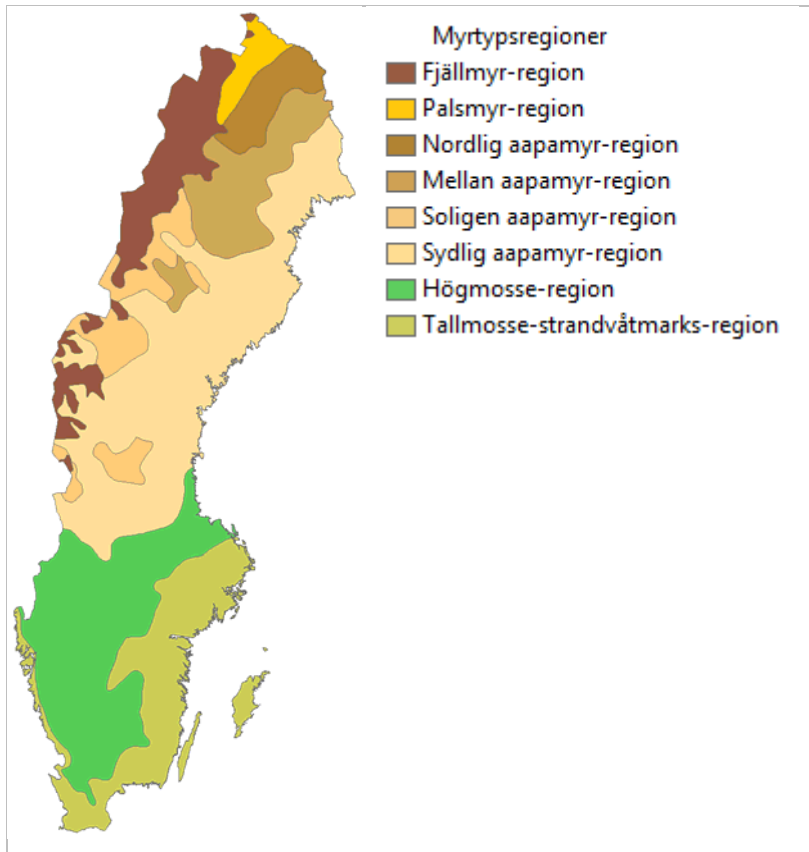
Basklassningen är egentligen en biprodukt som används för den riktade förändringsanalysen, men den har ett värde i sig genom att det är en heltäckande kartering av myrvegetation inom masken för öppen myr. Klasserna baseras på i satellitbild spektralt homogena ytor och är därför inte direkt översättningsbara till de traditionella myrvegetationstyperna som beskrivs i bl.a. Vegetationstyper i Norden (Nordiska ministerrådet, 1994). Utvärderingar av basklassningen har utförts som syftar till att beskriva basklassernas innehåll samt sätta namn i form av välkända hydrologiska myrvegetationstyper (Backe et al, 2012).

För tillfället finns myrvegetationstypskartor för Norrbottens, Dalarnas och Gävleborgs län, som en del av resultatet från inventeringen (Hahn et al, 2014; Hahn et al, 2016).

2.4 Förändringsanalys

2.4.1 Stratifiering utifrån myrtypsregioner

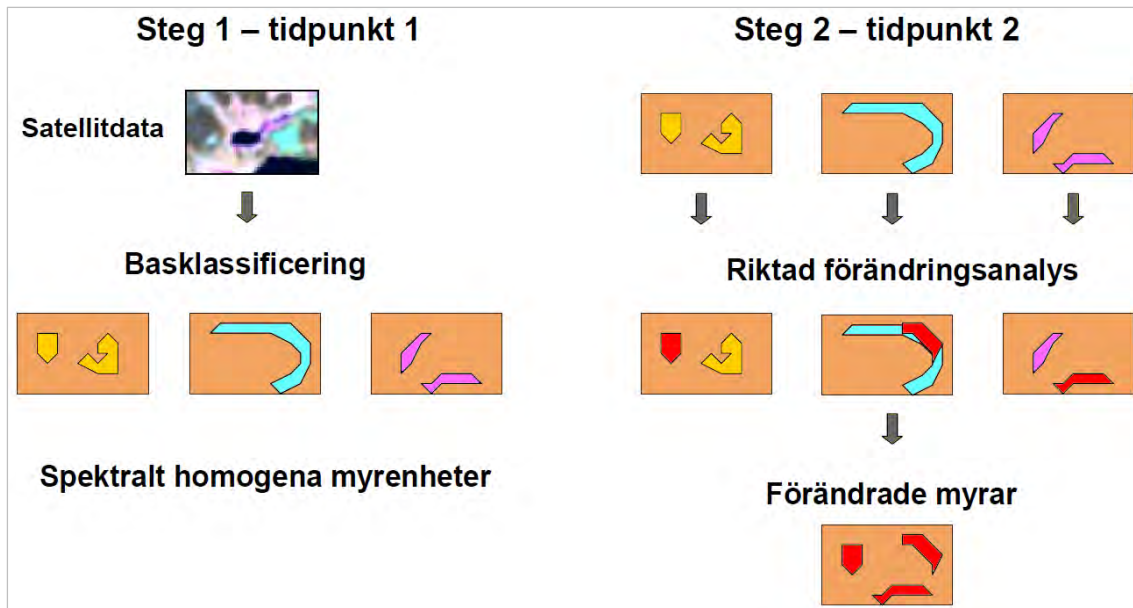
Scenparen täcker ibland stora områden och trots att de två satellitscenerna är registrerade inom ett jämförbart tidsspänn så kan det inom scenen förekomma skillnader i växtfas mellan olika regioner. För att undvika skillnader i förändringsanalysen som egentligen är av fenologisk natur stratifieras analysen utifrån myrtypsregioner (Figur 8). De myrtypsregioner som används är de som beskrivs i VMI-rapporten (Gunnarsson & Löfroth, 2009).



Figur 8. Myrtypsregioner. För att undvika skillnader som egentligen är av fenologisk natur stratifieras analysen utifrån myrtypsregioner (Gunnarsson & Löfroth, 2009).

2.4.2 Förändringsanalysens metodik

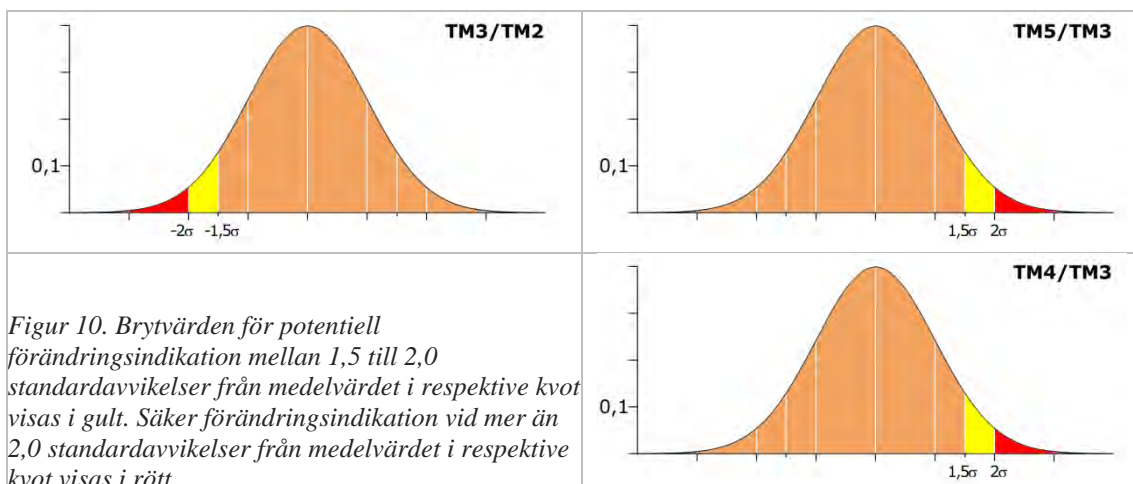
Eftersom myrtyperna avgränsas (i basklassningen) vid tidpunkt 1 så kan spektralt avvikande myrar, dvs. förändrade myrar, sökas genom riktad förändringsanalys inom basklasserna vid tidpunkt 2 (Figur 9).



Figur 9. Principskiss av den riktade förändringsanalysens olika steg. Från Boresjö Bronge (2006). Röda fält i steg 2 indikerar områden med förändringsanalys.

Förändringsanalysen görs utifrån objektspecifika spektrala parametrar och även här utnyttjas bandkvoter. I analysen används de basklasser som genererades i basklassningen. Inom var och en av dessa klasser söks avvikande våtmarker ut. Utsökningen görs genom att räkna ut medelvärden och standardavvikelserna för de olika klasserna i den yngre scenen för tre bandkvoter (se nedan). Dessa kvoter är designade för att identifiera ökad biomassa (igenväxning).

Förändrade områden delas in i två förändringsklasser: potentiell och säker förändringsindikation. **Potentiell förändringsindikation** är en mindre stark förändringsindikation och definieras som ytor med mellan 1,5 till 2,0 standardavvikelsers förändring i förhållande till medelvärdet i den kvot som använts (där tecken på standardavvikelsen beror på använd kvot), se Figur 10. **Säker förändringsindikation** är en starkare förändringsindikation, och definieras som ytor med mer än 2,0 standardavvikelsers förändring i förhållande till medelvärdet i den kvot som använts (Figur 10).



Figur 10. Brytvärden för potentiell förändringsindikation mellan 1,5 till 2,0 standardavvikelser från medelvärdet i respektive kvot visas i gult. Säker förändringsindikation vid mer än 2,0 standardavvikelser från medelvärdet i respektive kvot visas i rött.

Kvoterna som används för att identifiera områden med ökad biomassa (igenväxning) är: TM3/TM2-kvoten i kombination med TM5/TM3-kvoten och TM4/TM3-kvoten. För varje basklass beräknas "brytvärden" enligt följande (Figur 10):

- Ökad biomassa (igenväxning) söks i TM3/TM2-kvoten med hjälp av brytvärdena -1,5 samt -2 standardavvikelse i förhållande till medelvärdet.
- Ökad biomassa (igenväxning) söks i TM5/TM3-kvoten med hjälp av brytvärdena 1,5 samt 2 standardavvikelse i förhållande till medelvärdet.
- Ökad biomassa (igenväxning) söks i TM4/TM3-kvoten med hjälp av brytvärdena 1,5 samt 2 standardavvikelse i förhållande till medelvärdet.

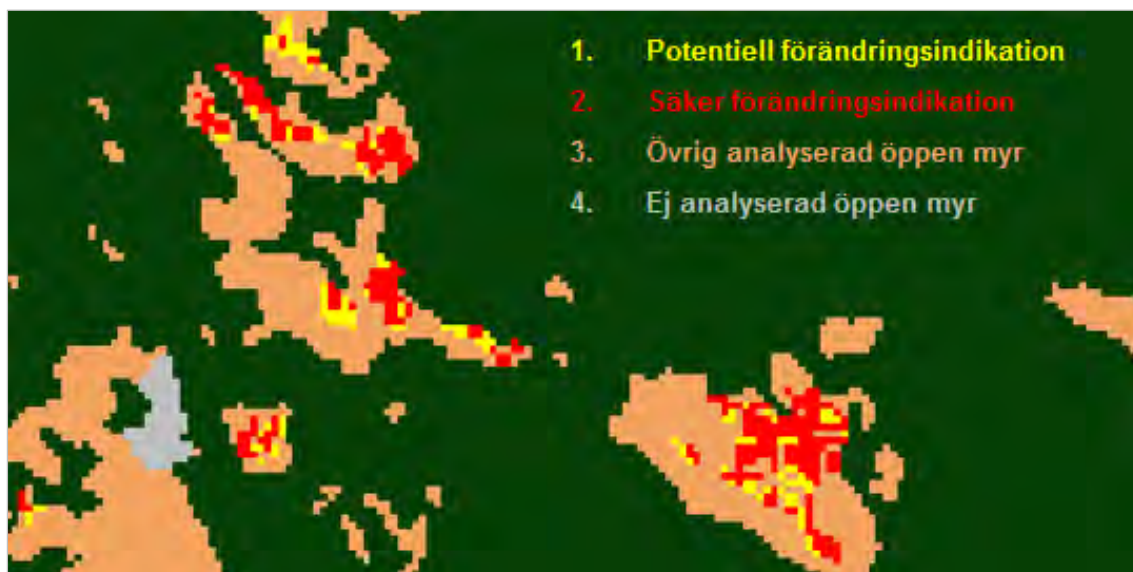
2.4.3 Generalisering av delresultat

De olika delresultaten läggs ihop för varje basklass (Figur 9) varefter förändringsklasserna generaliseras till en minsta karteringsenhet på 0,5 ha, dvs. ströpixlar tas bort om de inte är större än 8 sammanhängande pixlar. Detta görs för att minska antalet små ytor som av olika slumpfaktorer kan ha avvikande spektralmönster. Slutligen skapas ett slutresultat med förändringsklasser för samtliga basklasser (Figur 9).

2.4.4 Förändringsklassning

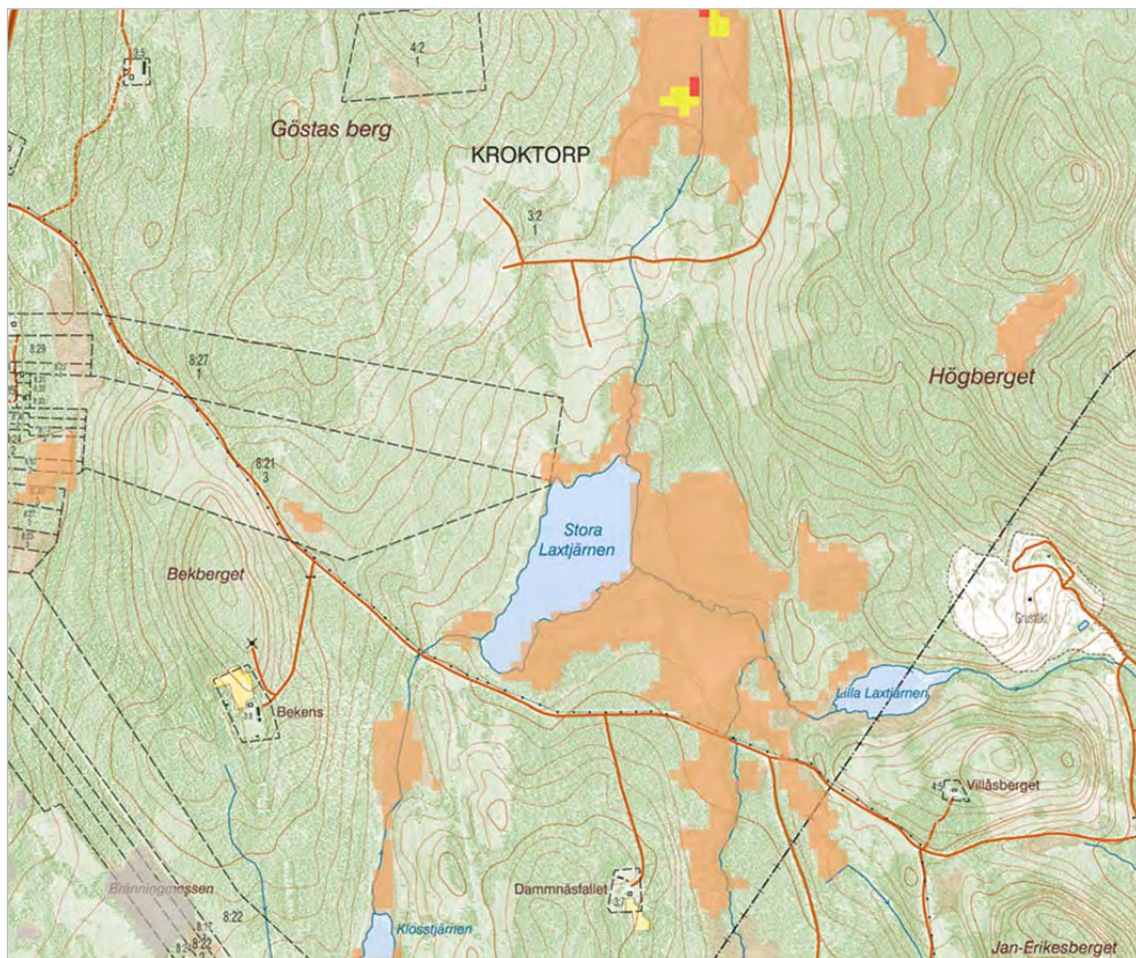
Förändringsanalysen resulterar i en förändringsklassning med fyra klasser som tillsammans bildar den öppna myren (Figur 11).

- F-klass 1: Potentiell förändringsindikation
- F-klass 2: Säker förändringsindikation
- F-klass 3: Övrig analyserad öppen myr
- F-klass 4: Ej analyserad öppen myr



Figur 11. Exempel på förändringsklassning för ett 2 km x 4 km stort område.

Exempel på förändringsindikation som upptäckts med hjälp av den satellitbaserade förändringsanalysen visas nedan (Figur 12).



Figur 12. Ett exempel på hur förändringsklasserna visas i öppen myr med fastighetskartan i bakgrunden. Observera förändringsområdena runt diket i norra delen av utsnittet. Som bakgrundskarta ligger fastighetskartan.

2.5 Utvärdering

Efter att man fått ett heltäckande skikt med ytor med förändringsindikation utvärderas hur stor andel av ytorna som är verklig förändring och vad som i så fall kan ha orsakat denna förändring.

2.5.1 Utvärderingsområden

Undersökningsområdet täcker en stor yta och för att utvärderingen ska bli kostnadseffektiv slumpas ett fåtal större (ca 1 500 km²) utvärderingsområden ut. Ett lämpligt krav i samband med fördelningen av utvärderingsområdena är att de bör fördelas på olika myrtypsregioner (Gunnarsson & Löfroth, 2009).

2.5.2 Utvärderingsytor

För att få ett representativt stickprov av utvärderingsytor slumpas inom respektive utvärderingsområde ytor á 0,5 ha ut, både bland förändringsindikationsytor (FI-ytor) och oförändrade referensytor.

FI-ytorna bör utgöra ca 80 % av utvärderingsytorna och slumpas ut inom förändrad våtmark oavsett basklass eller grad av förändringsindikation (säker samt potentiell förändringsindikation). Referensytorna bör således utgöra ca 20 % av utvärderingsytorna och slumpas ut inom de icke-förändrade områdena i "öppen myr"-masken.

2.5.3 Flygbildstolkning inom utvärderingen

Ett syfte med flygbildstolkningen är att bekräfta om förändring skett och förklara vad anledningen till förändringen var. Ett annat syfte är indikera vilka utvärderingsytor som behöver fältkontrolleras. Ytor som inte ligger inom öppen myr samt ytor där tydliga ingrepp och ökad tillväxt kan ses i flygbild behöver i regel inte besökas i fält.

De parametrar som samlas in vid flygbildstolkningen beskrivs dels inom de utslumpade 0,5 ha stora utvärderingsytorna och dels inom en radie av 500 m kring ytan (Figur 13). Flygbildstolkaren får inte veta om utvärderingsytan är en FI-yta eller en referensyta. De insamlade parametrarna beskrivs utförligare av Backe et al (2012).



Figur 13. Vid utvärderingens flygbildstolkning beskrivs parametrar dels inom den 0,5 ha stora utvärderingsytan (röd linje) samt inom en radie av 500 m kring ytan (blå linje).

De parametrar som noteras inom utvärderingsytan vid flygbildstolkning är:

- **Passning av 'Öppen myr'-mask.** Eftersom myrmasken ibland inte är helt korrekt görs en kontroll om utvärderingsytan ligger inom öppen myr.
- **Krontäckning.** En uppskattning av trädskiktets krontäckning inom utvärderingsytan.
- **Typ av förändring.** Här beskrivs den typ av förändring som kan ses i flygbild vid jämförelse mellan det äldre och det yngre underlaget, exempelvis upphörd hävd eller uppslag av sly.

De parametrar som noteras inom en radie på 500 m zon kring utvärderingsytan vid flygbildstolkning är:

- **Ingrepp.** Här noteras olika mänskliga ingrepp i myren eller dess omgivning inom 500 m-ytan. Avstånd och riktning till ingrepp från utvärderingsytan anges samt ingreppets relevans för förändring i utvärderingsytan.
- **Förklaring till förändring.** Här beskrivs om den eventuella förändringen kan beskrivas av ingrepp i tre klasser:
 - *Förklaras med tydliga ingrepp.* Anges om det finns en tydlig koppling mellan ingreppet och ev. förändring i utvärderingsytan.
 - *Förklaras eventuellt med tydliga ingrepp.* Anges om det finns en möjlig koppling mellan ingrepp och ev. förändring i ytan.
 - *Förklaras inte med tydliga ingrepp.* Det finns inget samband mellan ingrepp och ev. förändring i ytan.

Ett utvärderingsprotokoll har tagits fram för att underlätta både vid flygbildstolkningen och vid eventuella fältbesök (Figur 14).

Figur 14. Utvärderingsprotokoll för en yta med ingreppen dikning, väg och hygge. I detta exempel har dikning den högsta relevansen.

2.5.4 Fältkontroll

Syftet med fältkontrollen är att bekräfta om förändring skett och förklara vad anledningen till förändringen var.

I likhet med flygbildstolkningen beskrivs fältparametrar dels inom den 0,5 ha stora utvärderingsytan samt inom en radie av 500 m kring ytan. Vid fältkontrollen beskrivs ytan utan vetskap om det är en FI- yta eller en referensyta. Utförligare beskrivning av de insamlade fältparametrarna ges i Backe et al (2012).

Parametrar inom utvärderingsytan som uppges vid fältkontroll är följande:

- **Myrtyp.** För varje utvärderingsyta beskrivs typ med avseende på VMI delobjektstyp, hydrologisk vegetationstyp, vegetationens enhetlighet/homogenitet och Natura 2000 naturtyp.
- **Trädskikt.** Här beskrivs trädskiktet med avseende på krontäckning, trädslag och trädålder.
- **Busk- och fältskikt.** Här beskrivs busk- och fältskikt med avseende på förekomst av buskar och frodigt fältskikt.
- **Ingrepp.** Mänskligt skapade ingrepp som kan förklara förändringen uppges och rangordnas efter relevans.

Efter att ovanstående parametrar i fältprotokollet fylls i får fältinventeraren reda på om ytan är en FI-yta eller referensyta. Därefter görs en slutlig bedömning/förklaring till förändringsindikationen indelad i fyra kategorier:

- **Verifierad förändring.** En förändring av ytan som går att bekräfta i flygbild eller i fält. Det kan t.ex. vara tillväxt eller förtätning av träd, buskar eller fältskikt.
- **Svårbedömt men komponenterna finns.** Förändringen är svår att bekräfta i flygbild eller i fält. De s.k. komponenterna för frodig vegetation utgörs av förekomst av t.ex. dvärgbjörk, vide, björk, vattenklöver samt bredbladiga gräs- och halvgräs. En förtätning av dessa komponenter är mycket svår att bekräfta.
- **Blöthet i ena scenen.** Att extra högt eller lågt vattenstånd (blötheten) i den ena satellitscenen förklarar att ytan fallit ut som förändrad.
- **Inget som tyder på förändring.** Inget som tyder på förändrad vegetation kan ses i fält eller i flygbild, exempelvis saknad av uppslag/förtätning av buskar, träd eller enbart liten mängd frodig vegetation.

2.6 Resultatsammanställning

De preliminära resultaten från förändringsanalysen och utvärderingen granskas före den slutliga leveransen. Eventuella felaktigheter korrigeras och ett slutresultat sammanställs på läns- eller länsgruppsnivå.

2.6.1 Förändringsklassning

Den viktigaste slutprodukten av förändringsanalysen är förändringsklassningen. Det skikt som levereras är de analyserade myrarna uppdelat på de fyra förändringsklasserna, där F-klass 1 och 2 visar potentiell förändringsindikation respektive säker förändringsindikation (Figur 11).

2.6.2 Förändringskartor och miljömålsindikatorer

För att kunna följa upp de sexton svenska miljökvalitetsmålen behövs miljömålsindikatorer. I Miljömålsportalen (Miljömål.se, 2013) beskrivs att miljömålsindikatorerna är ett hjälpmedel som förmedlar utvecklingen i miljön och ger hjälp i uppföljning och utvärdering. En viktig del i arbetet har därför varit att hitta ett sätt att redovisa förändringsresultatet på ett relevant och lättbegriplig sätt som kan vara till grund för en miljömålsindikator.

Några olika förslag till miljömålsindikatorer, här kallade förändringskartor, har testats i syfte att på ett tydligare sätt redovisa resultatet från förändringsanalysen. Ett lämpligt och flexibelt sätt är att redovisa förändringsresultatet som **andel Säker förändringsindikation** per **Analyserad myr** för olika områdes- eller regionsindelningar. Följande indelningsgrunder har angetts, med datakälla inom parentes:

- Län (Geografiska Sverige Data, GSD)
- Kommuner (GSD)
- Indexrutor 10 km (Lantmäteriet)
- Delavrinningsområden (SMHI)
- Huvudavrinningsområden (SMHI)
- Naturgeografiska regioner (Nordiska ministerrådet 1984)
- Myrtypsregioner (Gunnarsson & Löfroth 2009)

2.6.3 Leverans

Den slutgiltiga produkten levereras till de berörda länsstyrelserna samt lagras lokalt tills det att datavårdskap har fastställts. Berörda länsstyrelser gör eventuellt en offentlig rapport, som redovisar förändringsanalysens resultat, utav den rapport som levereras vid slutleveransen.

I analysen arbetar man med enskilda scener och scenpar men slutresultaten är mosaiker som består av flera bilder som lagts samman för att täcka hela undersökningsområdet och det är mosaikerna som levereras vid slutleveransen.

Som ett exempel på en mosaik visas här en nationell mosaik som består av storleksordningen 100 satellitbilder (Figur 15).



Figur 15. En Sverigemosaik som består av ett stort antal satellitbilder som lagts samman. (Landsat Imagery, ESA/Eurimage, 1997-2002.)

Nedan listas översiktligt vad som ingår i leveransen till länsstyrelsen.

- Förändringsklassning
- Förändringskartor indelat efter:
 - Län
 - Kommuner
 - Indexrutor 10 km
 - Delavrinningsområden
 - Huvudavrinningsområden
 - Naturgeografiska regioner
 - Myrtypsregioner
- Satellitscenmosaiker för respektive tidpunkt
- Basklassning
- Utvärdering och kalibrering:
 - Shape-filer som visar var ytorna finns
 - Prokokoll i Excel-format med data från flygbildstolkning och fältbesök
 - Fotodokumentation
- Områdesgränser
 - Undersökningsområde
 - Scenparsgränser
 - Utvärderingsområden
- Dokument
 - Detaljerad leveransdokumentation
 - Slutrapport

3 Våtmarksövervakningen i Värmlands, Västra Götalands och Örebro län

Det praktiska arbetet med "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" har genomförts under perioden 2014 - 2015 av Brockmann Geomatics i nära samarbete med länsstyrelsen i Värmlands, Västra Götalands och Örebro län där av Therese Ericsson (Länsstyrelsen Värmland), Kaisa Malmqvist (Länsstyrelsen Västra Götaland) och Helena Rygne (Länsstyrelsen Örebro) varit kontaktpersoner.

Utöver kontaktpersonerna har följande medarbetare på Länsstyrelsen bidragit med bland annat rapportskrivning och lokal expertkunskap. Från Länsstyrelsen Värmland har Karin Enfjäll, Dan Mangsbo och Dick Östberg medverkat. Från Länsstyrelsen i Västra Götalands län har Per-Olof Martinsson och Lars Sjögren medverkat. Från Länsstyrelsen i Örebro län har Erik Göthlin, Henrik Josefsson och Tommy Pettersson medverkat. Från Länsstyrelsen Jämtlands län har Lisa Tenning hjälpt till i fält. Tommy Löfgren från NaturGIS har utfört flygbildstolkning.

3.1 Om länsgruppen

Undersökningsområdet, dvs. området inkluderat av myrmasken med undantag för fjällerna, omfattar för Värmlands län ca 117 000 ha, för Västra Götalands län ca 77 000 ha och för Örebro län ca 39 000 ha, dvs. totalt ca 233 000 ha (Figur 16). Den öppna myren definieras av markklasserna: limnologiska våtmarker, blöt myr, övrig myr och torvtäkt i de geografiska data från Svenska MarktäckeData (SMD).



Figur 16. Undersökningsområdet där öppen myr visas i gult.

Det är en stor variation av våtmarker i länsgruppen som ligger i gränslandet mellan norra och södra Sverige. Fyra myrtypsregioner förekommer i länsgruppen (Figur 17) med olika dominerande myrtyper (Gunnarsson & Löfroth 2009). Längst i norr finns en liten förekomst av soligen aapamyrtyp som övergår i sydlig aapamyrtyp. Den sydliga aapamyrtypen består av topogena kärr, men även nordlig mosse och blandmyr av mosaiktyp är vanliga.

Länsgruppen domineras av högmosseregionen vilken främst består av olika typer av högmossar. Hela kusten i Västra Götaland utgörs av tallmossen-strandvåtmarks-regionen som främst består av limniska eller marina strandvåtmarker.



Figur 17. Myrtypsregioner för länsgruppen. Regionen består av fyra myrtypsregioner, soligen aapamyrtyp-, sydlig aapamyrtyp-, högmossen- och tallmossen-strandvåtmarks-region.

Rikkärr förekommer främst i norra Värmland och i området vid gränsen mellan Värmland och Örebro (Pettersson, 2009). Rikkärr finns även i Skaraborg och i Äträdalen (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2013).

3.2 Val av satellitdata

Till förändringsanalysen för en tidsperiod används två set av satellitdata, ett från en äldre tidpunkt och ett från en yngre tidpunkt.

Ingående tidpunkter:

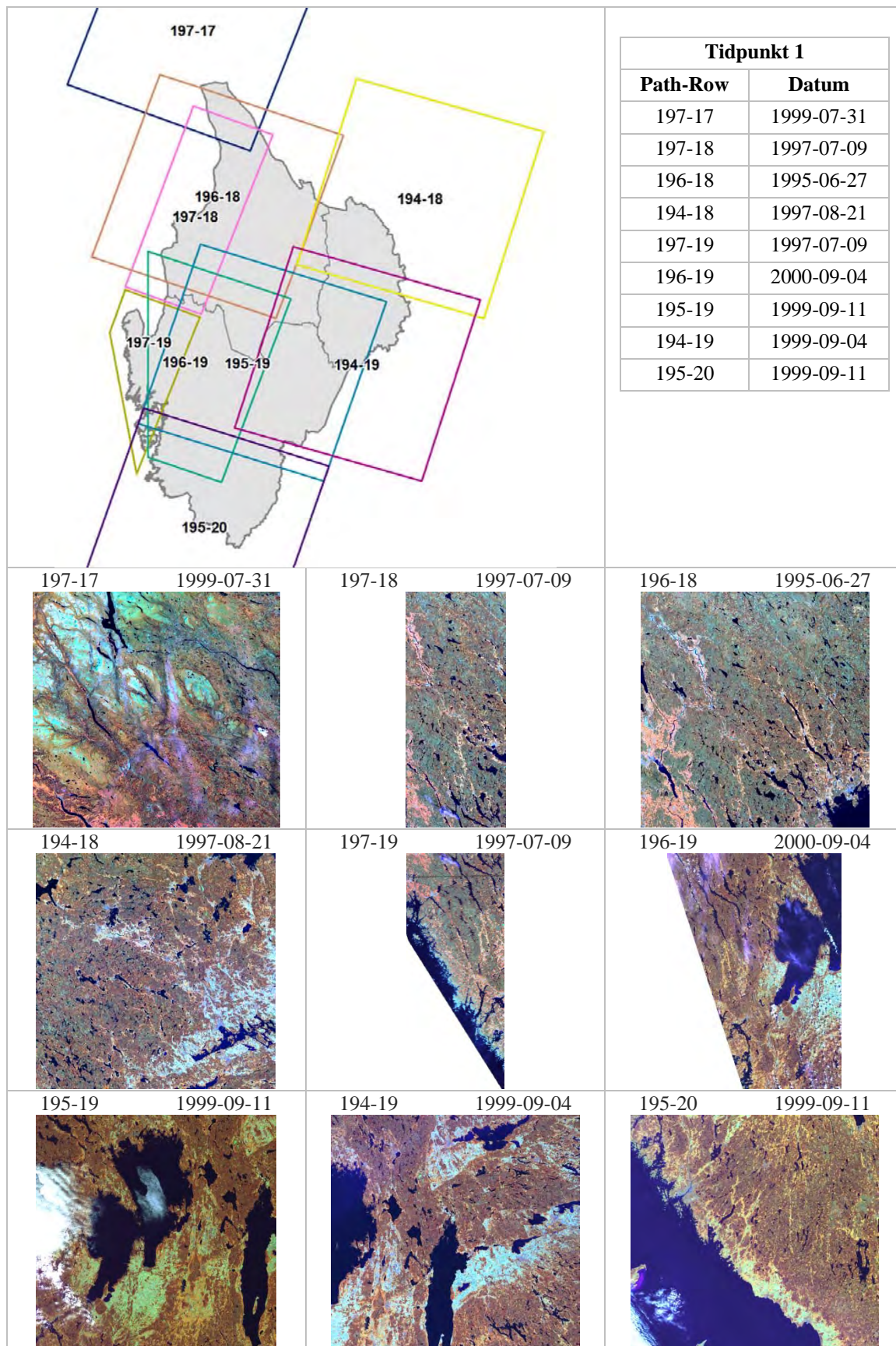
- Tidpunkt "1997" (T1) med satellitdata från 1997 men även från 1995, 1999 och 2000.
- Tidpunkt "2007" (T2) med satellitdata från 2007 men även från 2009 och 2010.

Analyserad tidsperiod:

- Tidsperiod "1997-2007" (T1T2), analys mellan tidpunkt "1997" och tidpunkt "2007".

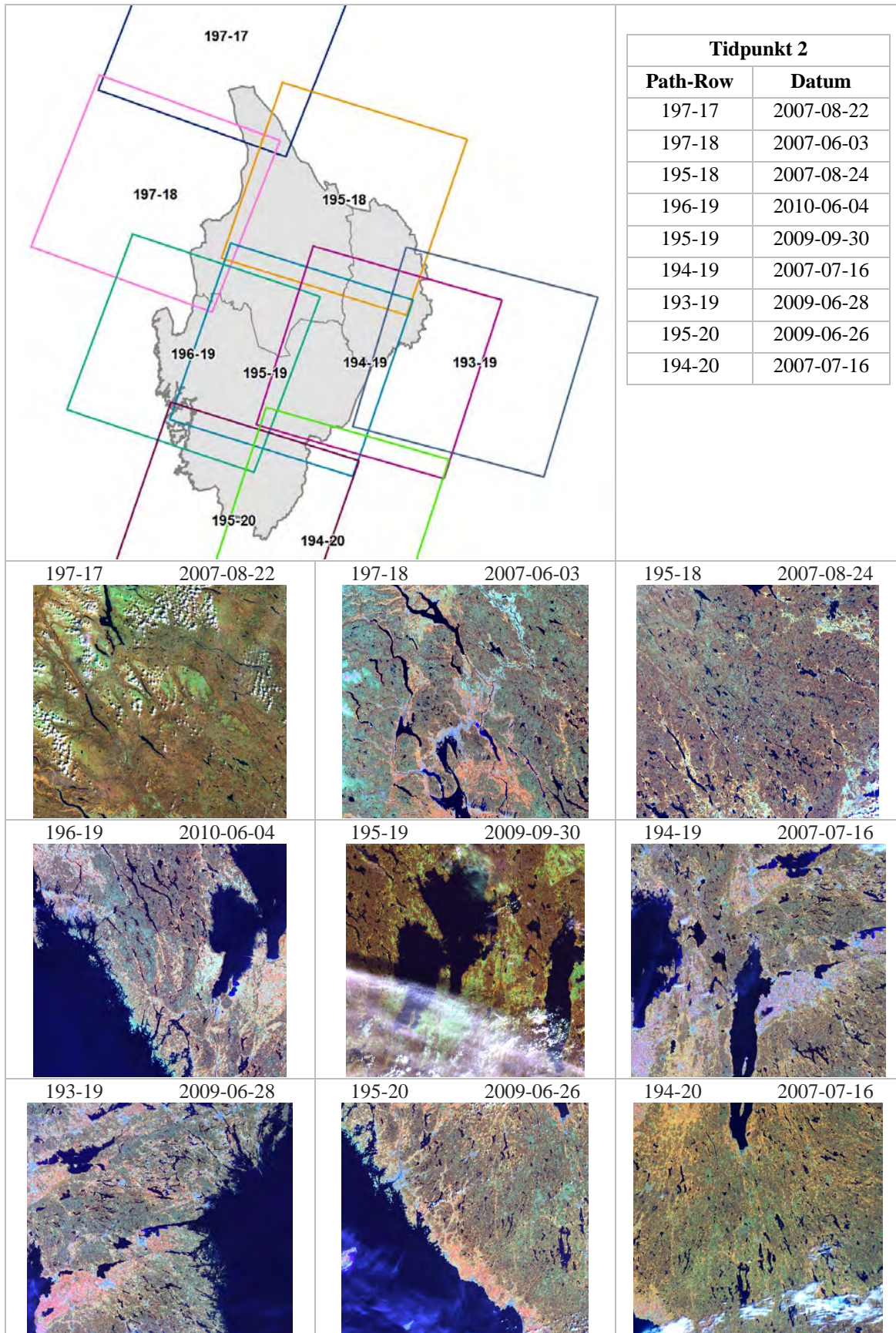
De satellitdata som använts är Landsat TM/ETM med 25-meters rumslig upplösning. (Satellitdata har samplats om från 30 meter till 25 meter för att passa "Öppen myr" - masken.)

3.2.1 Satellitscener tidpunkt 1 - "1997"



Figur 18. Satellitscenerna för tidpunkt 1 är från 1997 men även från 1995, 1999 och 2000. (Landsat TM, RGB = Band 453)

3.2.2 Satellitscener tidpunkt 2 - "2007"

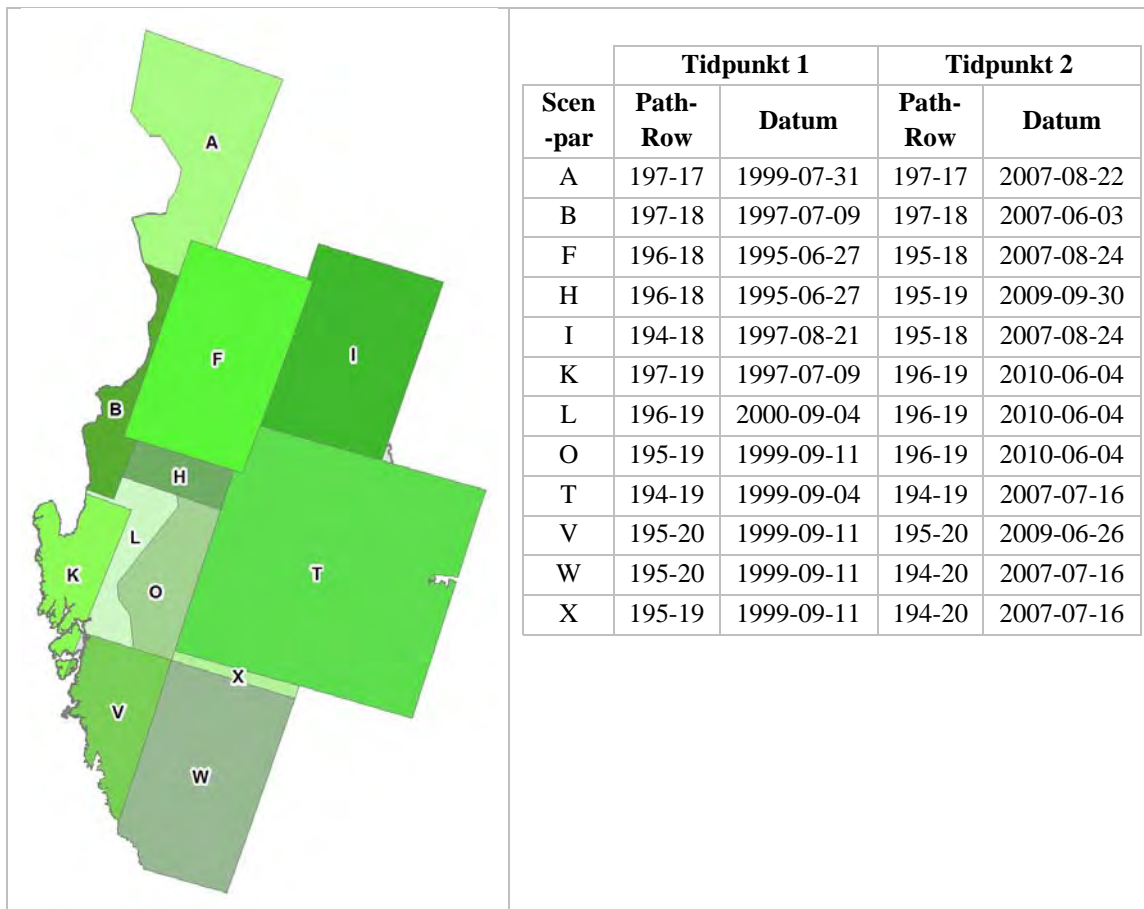


Figur 19. Satellitscenerna för tidpunkt 2 är från 2007 men även från 2009 och 2010. (Landsat TM, RGB = Band 453)

3.3 Scenpar

För att kunna genomföra förändringsanalysen måste man skapa scenpar genom att de äldre scenerna matchas mot de yngre. För en heltäckande analys av undersökningsområdet krävdes tolv scenpar (Figur 20). I samband prepareringen av scenerna togs moln- och myrmasker fram, vilka sedan kombinerades för att definiera det analyserbara området.

Alla scener är bra ur fenologisk synvinkel då de är registrerade vid en tidpunkt på året då vegetationen på myrarna vanligtvis är fullt utvecklad och ännu inte har börjat vissna i någon större omfattning (Figur 20).



Figur 20. Figuren visar de tolv scenparen.

3.4 Väderanalys

Väderanalys görs för att undvika att skillnader i väderförhållanden mellan olika år ska påverka analysen bl.a. genom att undersöka om höga eller låga vattenstånd kan antas. Till grund för väderanalysen sammanställdes väderdata för sommarsäsongerna (juni, juli och augusti månad) de år då satellitscenerna är ifrån. Väderdata från utvalda väderstationer är hämtade från Väder och Vatten (SMHI) för berörda år (Figur 21).



Figur 21. SMHIs väderstationer som använts i väderanalysen.

En jämförelse av väderförhållandena sinsemellan scenparen redovisas i Tabell 1. I bilaga 1 finns en fullständig sammanställning av väderdata.

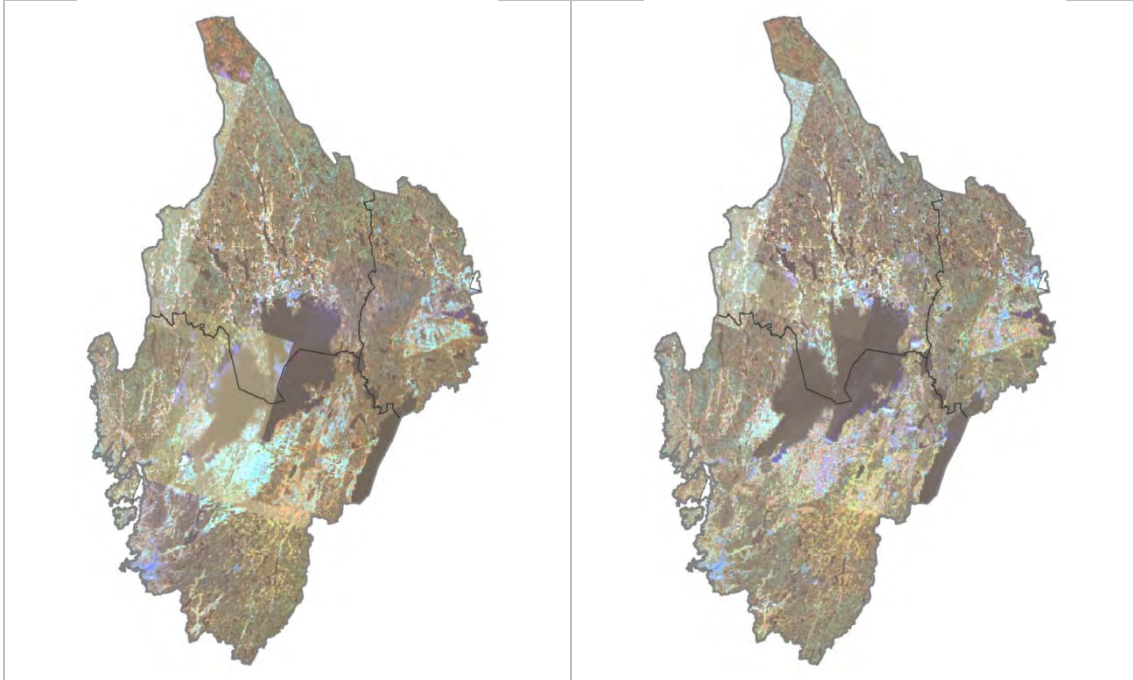
Tabell 1. Bedömning av väderförhållande för respektive scenpar (Figur 20) baserat på väderförhållanden i närmaste väderstation (Figur 21) för respektive satellitscensår. Flera scenpar kan ha samma väderbeskrivningar.

Scenpar	Scendatum	Beskrivning av väderförhållanden
A	1999-07-31 mot 2007-08-22	Månadsmedel-temperaturen för sommarsäsongen (juni-aug) var för 1999 och 2007 normala. I Dalarna var det en frostnatt i juni 1999 och några i både juni och augusti 2007. Nederbörden för juni 1999 var över det normala. För juli månad var det lokala variationer där de norra delarna fick mindre än normalt och södra mer. Nederbörden 2007 var normal i regionen förutom i juni i de norra delarna och i augusti i de SV delarna som båda var torrare än normalt.

B	1997-07-09 mot 2007-06-03	Temperturen 1997 var något under det normala i maj men normal i juni. För 2007 var det normala temperaturer i maj och juni. Nederbörden 1997 var kraftig under maj men normal i juni. För 2007 var det normal nederbörd i maj och juni.
F	1995-06-27 mot 2007-08-24	För 1995 var det normala temperaturer i maj och juni. Temperturen 2007 var normal i både juli och augusti. För 1995 var nederbörden över det normala i både maj och juni. Nederbörden 2007 var något under normal i juli och under normal i augusti.
H	1995-06-27 mot 2009-09-30	I maj och juni 1995 var det normala temperaturer. Temperturen 2009 var något över normal i både augusti och september. I maj och juni 1995 var nederbörden över det normala. Nederbörden 2009 var normal i både augusti och september.
I	1997-08-21 mot 2007-08-24	Under 1997 var det i augusti extrema temperaturer, men de föregicks av en normal period. Temperturen 2007 var normal i juli men något över normal i augusti. Under 1997 var nederbörden i princip normal sett över sommaren vilket gör att man kan ha överseende med de tidvis extrema temperaturer som förekom. Nederbörden 2007 var något under normal i både juli och augusti.
K	1997-07-09 mot 2010-06-04	Temperturen 1997 var något under det normala i maj men normal i juni. För 2010 var det normala temperaturer i maj och juni. Nederbörden 1997 var över det normala i maj men normal i juni. För 2010 var det normal nederbörd i maj och något under normal i juni.
L	2000-09-04 mot 2010-06-04	Under 2000 var det i normala temperaturer i både juli och augusti. För 2010 var det normala temperaturer i maj och juni. Under 2000 var det i normal nederbörd i både juli och augusti. För 2010 var det normal nederbörd i maj och något under normal i juni.
O	1999-09-11 mot 2010-06-04	Temperturen 1999 var något över det normala i juli men normal i augusti. Under 2010 var det normala temperaturer i både maj och juni. Nederbörden 1999 var normal i både juli och augusti. Under 2010 var det lägre nederbörd än normalt i maj men normal i juni.
T	1999-09-04 mot 2007-07-16	Temperturen 1999 var något över det normala i både juli och augusti. Under 2007 var temperaturen något över det normala i juni men normal i juli. Nederbörden 1999 var varierade kraftigt under sommaren, juli var torrare medan augusti var blötare. Även under 2007 var det stor nederbörd första halvan av sommaren och blött i markerna.
W	1999-09-11 mot 2007-07-16	
X	1999-09-11 mot 2007-07-16	Samma väderförhållanden för scenpar T, W och X.
V	1999-09-11 mot 2009-06-26	Temperturen 1999 var något över det normala i både juli och augusti. Under 2009 var temperaturen något över det normala i både maj och juni. Nederbörden 1999 varierade kraftigt under sommaren, juli var torrare medan augusti var blötare. Under 2009 var nederbörden något över det normala i maj och klart över det normala i juni.

3.5 Satellitscensmosaiker

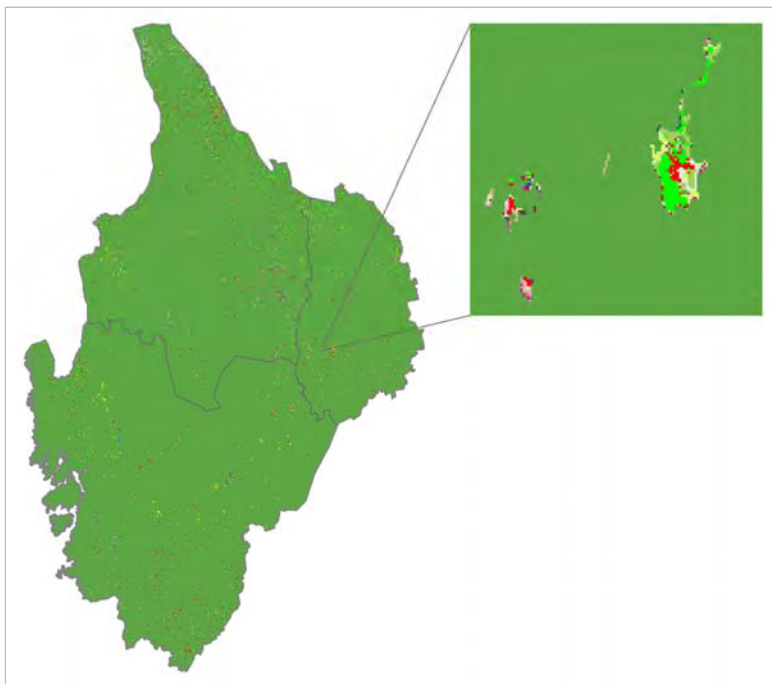
Två satellitscensmosaiker baserade på de enskilda satellitscenerna från förändringsanalysen togs fram. Den äldre satellitscensmosaik (1997) och den yngre (2007) visas i Figur 22. Moln finns i båda mosaikerna.



Figur 22. Vänster) Satellitscensmosaik för tidpunkt 1 (1997) över undersökningsområdet. Höger) Satellitscensmosaik för tidpunkt 2 (2007) över undersökningsområdet.

3.6 Basklassning

I basklassningen togs 22 spektralt homogena våtmarksenheter fram (Figur 23).



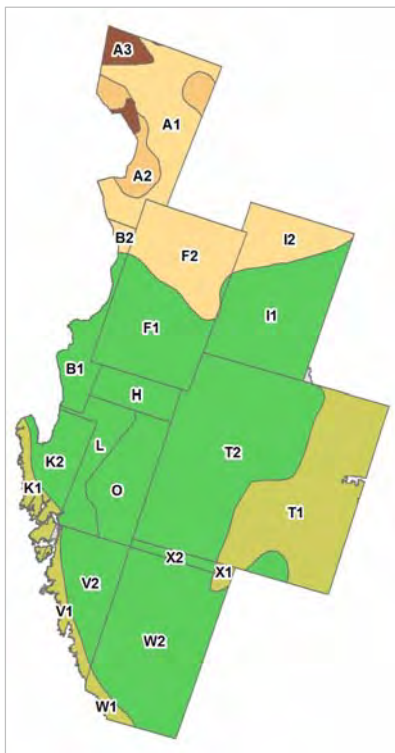
Figur 23. En översiktsbild över basklassningen för hela undersökningsområdet, samt ett exempel på hur basklassningen kan se ut för ett ca 9 km² stort område.

Basklasserna har kalibrerats med stöd av information från flygbildstolkning och fältkalibrering då data från totalt 65 kalibreringsytor samlades in. Under fältkalibreringen registrerades i fältprotokoll myrvegetationstyp och information om växligheten samt att fotodokumentation gjordes.

Flygbildstolkning för kalibrering av basklassning genomfördes av Tommy Löfgren (NaturGIS) den 21-22 maj 2014. Fältkalibrering för basklassning genomfördes av Therese Ericsson (Länsstyrelsen Värmland), Kaisa Malmqvist (Länsstyrelsen Västra Götaland), Per-Olof Martinsson (Länsstyrelsen Västra Götaland), Helena Rygne (Länsstyrelsen Örebro), Tommy Pettersson (Länsstyrelsen Örebro), Lisa Tenning (Länsstyrelsen Jämtland) och Niklas Hahn (Brockmann Geomatics) den 2 juli - 7 juli 2014. Fotografer var Helena Rygne och Lisa Tenning.

3.7 Förändringsanalys

Vid förändringsanalysen stratifierades varje scenpar utifrån myrtypsregionerna enligt indelningen i Figur 24. Förändringsanalysen genomfördes i tolv scenpar som var stratifierade i tre myrtypsregioner vilka i sin tur var indelade i 22 basklasser.

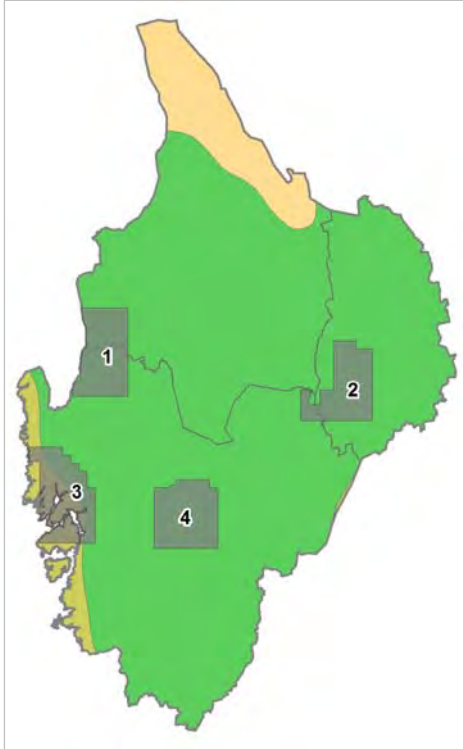


Figur 24. Scenparen stratifierades utifrån myrtypsregioner.

Förändringsriktningen ökad biomassa/igenväxning söktes i tre delresultat och för varje delresultat producerades två förändringsklasser, potentiell förändringsindikation respektive säker förändringsindikation (se avsnittet Förändringsanalys i metodkapitlet). Efter sammanslagning av delresultat genomfördes en rumslig generalisering med villkoret att förändringsytorna ska ha en minsta storlek på 0,5 ha (dvs. 8 sammanhängande pixlar).

3.8 Utvärdering

Fyra utvärderingsområden á 1 500 km² slumpades ut inom undersökningsområdet (Figur 25). Innan utvärderingsområdena slutgiltigt fastställs kontrolleras tillgång till lämpliga ortofoton och i samband med detta justerades utvärderingsområdena något.



Figur 25. De fyra utvärderingsområdena med myrtypsregionerna som bakgrund.

Totalt fördelades 193 utvärderingsytor slumpmässigt ut inom de fyra utvärderingsområdena. Ca 80 % av utvärderingsytorna var FI-ytor vilka slumpades ut inom förändrad våtmark oavsett basklass eller grad av förändringsindikation (säker och potentiell förändringsindikation). Resterande ca 20 % av utvärderingsytorna var referensytor, vilka slumpades ut inom de icke-förändrade områdena i myrmasken.

Flygbildstolkning för utvärdering genomfördes av Tommy Löfgren (NaturGIS) den 7-22 april 2015. Flygbildstolkning genomfördes för alla 193 utvärderingsytor. De ytor där förändringen kunde förklaras av felaktigheter i myrmasken sällades i regel bort ur vidare analyser och fältkontrollerades inte.

Fältkontroll för utvärdering genomfördes av Lisa Tenning (Länsstyrelsen Jämtland), Helena Rygne (Länsstyrelsen Örebro), Therese Ericsson (Länsstyrelsen Värmland), Per-Olof Martinsson (Länsstyrelsen Västra Götaland) och Niklas Hahn (Brockmann Geomatics) den 18-19 augusti 2015. Fotografer var Helena Rygne, Therese Ericsson, Lisa Tenning och Per-Olof Martinsson. Efterarbete och sammanställning av statistik har gjorts av Brockmann Geomatics. Fältkontroll gjordes i 50 utvärderingsytor. Syftet med fältkontrollen var att bekräfta om förändring skett och förklara vad anledningen till förändringen var. De flesta utvärderingsytorna som besöktes i fält har även fotodokumenterats, huvudsakligen från helikopter men ibland också från marken.

3.8.1 Bildexempel från fältkontrollen

I samband med utvärderingen dokumenterades de besökta ytorna för vidare analys.

En fältundersökt yta i utvärderingsområde 3 bedömd som "verifierad förändring" visas i Figur 26. Här har diken haft en tydlig avvattnande effekt, vilket man kan se på det relativt kraftiga uppslaget av buskar och småträd i hela myren. Sannolikt finns den avvattnande effekten kvar även idag. I takt med att buskar och träd etablerar sig påskyndas också upptorkningen av myren, vilket i sin tur påskyndar igenväxningen. I kanten mot hygget ser det grönt och frodigt ut, troligtvis kan hygget i sluttningen mot myren bidra till ökad näringstillförsel och därmed ge ökad vegetationstillväxt.



Figur 26. Fältundersökt yta bedömd som "verifierad förändring" (utvärderingsområde 3, yta nr 41, Herrestadsfjället, Uddevalla kommun) med kommentar "Tydlig förändring till icke öppen myr". Foto: Per-Olof Martinsson, Länsstyrelsen Västra Götaland.

Figur 27 visar en "verifierad förändring" i utvärderingsområde 3. Här har diken haft (och har så sannolikt även idag) en tydlig avvattnande effekt som gett upphov till ett ökat uppslag av träd och buskar främst i anslutning till diken.



Figur 27. En "verifierad förändring" (utvärderingsområde 3, yta nr 7, Torsbyn, Färgelanda kommun) med kommentar "Mosse, sannolikt mindre träd tillväxt". Foto: Per-Olof Martinsson, Länsstyrelsen Västra Götaland.

Figur 28 visar en fältundersökt yta bedömd som "svårbedömd men komponenterna finns" i utvärderingsområde 3. Ytan utgörs av en mycket liten myr, i detta fall mosse, där randskogen med åren kryper allt längre in på mosseplanet. I takt med att etablerade träd växer till samt att nya får fäste blir mossen allt torrare, vilket i sin tur påskyndar ytterligare igenväxning.



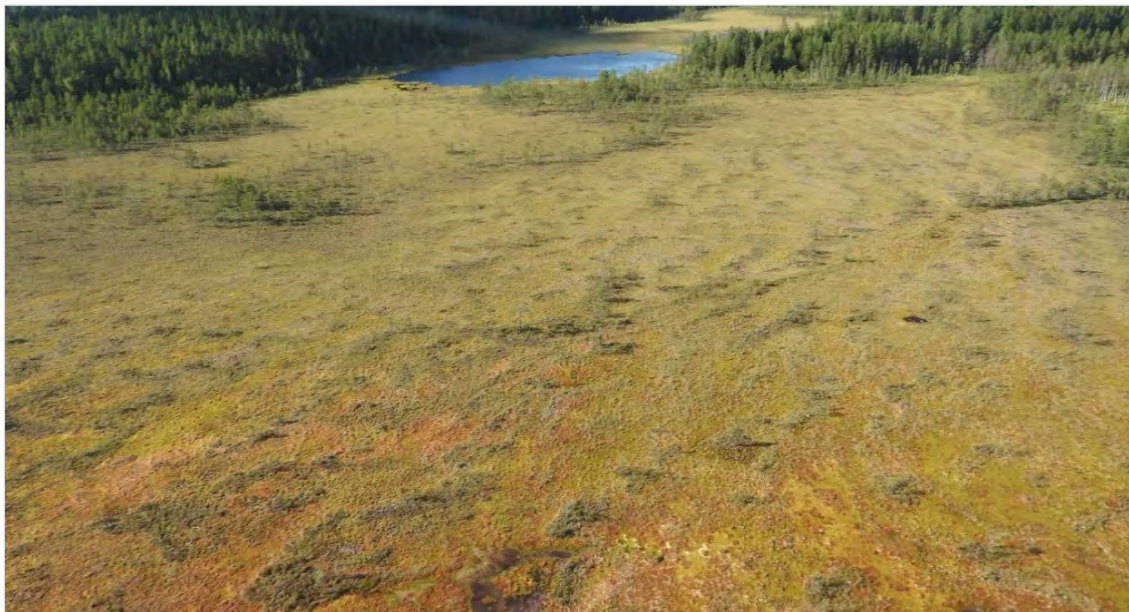
Figur 28. Fältundersökt yta bedömd som "svårbedömd men komponenterna finns" (utvärderingsområde 3, yta nr 11, Skjulmossen, Tanums kommun) med kommentar "Liten myr, stor kantzon". Foto: Per-Olof Martinsson, Länsstyrelsen Västra Götaland.

Figur 29 visar en yta (inom streckad röd linje) bedömd som "svårbedömd men komponenterna finns" i utvärderingsområde 1. Allt mer buskar och träd har etablerat sig i kraftledningsgatan, vilket i sin tur bidragit till en torrare miljö och att vegetationen sakta men säkert fått fäste längre ut i kärret. I denna vik finns även ett dike som mynnar ut i förändringsytan där andra arter växer mer koncentrerat. Diket kan ha inneburit en ökad näringstillförsel och därmed förändrad vegetation.



Figur 29. Fältundersökt yta (inom streckad röd linje) bedömd som "svårbedömd men komponenterna finns" (utvärderingsområde 1, yta nr 30, Tenvik, Årjängs kommun) med kommentar "Vide och pors på väg ut från kraftledningsgatan. I kraftledningsgatan växer det mycket, vilket i sin tur påverkar utvärderingsytan.". Foto: Therese Ericsson, Länsstyrelsen Värmland.

Figur 30 visar en referensyta i utvärderingsområde 1 som i fält bedömts som "Inget som tyder på förändring".



Figur 30. Exempel på en referensyta som i fält bedömts som "Inget som tyder på förändring" (utvärderingsområde 1, yta nr 31 Björkviksmossen, Årjängs kommun) med kommentar "Färgglad omgivning, men inte i själva utvärderingsytan". Foto: Therese Ericsson, Länsstyrelsen Värmland.

Figur 31 visar en "verifierad förändring" i utvärderingsområde 2. Utvärderingsytan ligger precis till höger om det stora diket i bildens mitt. Diket har haft en kraftigt avvattnade effekt som gett en ökad igenväxning av myren. Troligtvis kommer utdikningen fortsätta att påverka myren under en lång tid framöver.



Figur 31. En "verifierad förändring" (utvärderingsområde 2, yta nr 22, Skagerhultmossen, Lekebergs kommun) med kommentar "Diket har troligtvis fördjupas". Foto: Helena Rygne, Länsstyrelsen Örebro.

Figur 32 visar en "verifierad förändring" i utvärderingsområde 2. I utvärderingsytan finns ett dike och ett uppslag av ungbjörk.



Figur 32. En "verifierad förändring" (utvärderingsområde 2, yta nr 8, Vretstorp, Hallsbergs kommun) med kommentar "Dike. Ungbjörk. Det har torkat upp och blivit torrare.". Foto: Helena Rygne, Länsstyrelsen Örebro.

Figur 33 visar en mycket intressant utvärderingsyta bedömd som "svårbedömd men komponenterna finns" i utvärderingsområde 2. De många vattenfyllda groparna som syns i figuren grävdes på 1960-talet för att gynna fågellivet enligt ornitolog Leif Bertilsson (personlig kommunikation, 2016). De uppgrävda massorna lades i en hög breddvid varje grop, där det senare växte upp buskar. Buskarna blev ett problem eftersom kråkor ibland kan sitta där och spana på andra fåglars bon. Buskarna har därför röjts bort vid några tillfällen under årens lopp, men nu var det ett tag sedan vilket figuren visar.

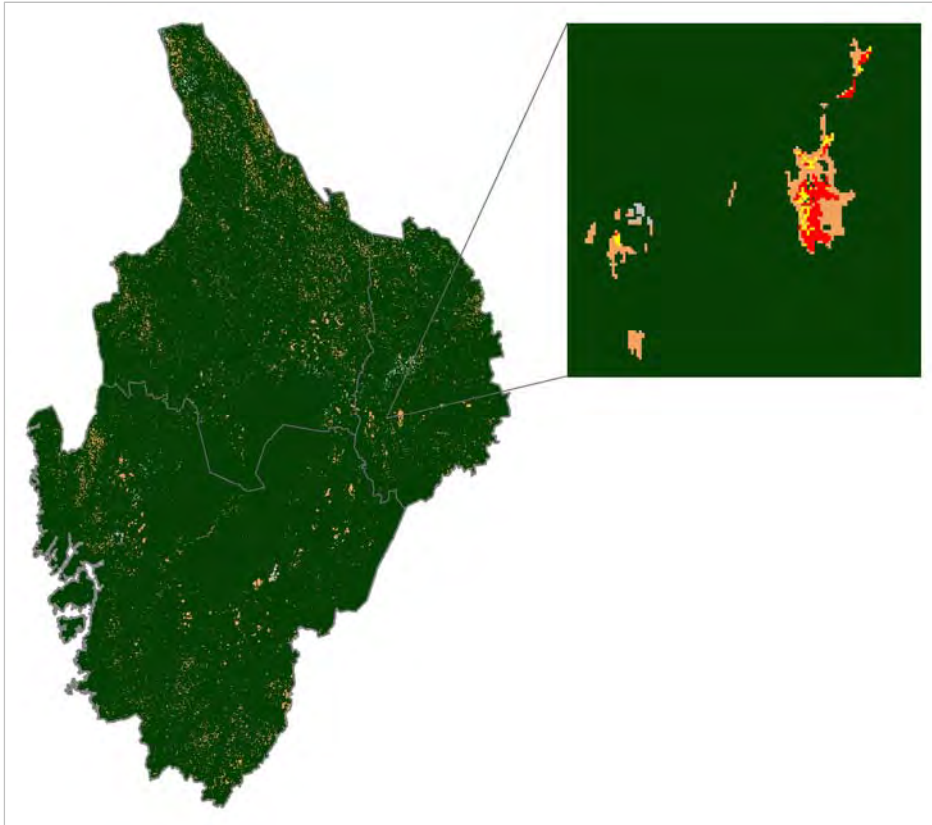
Utvärderingsytan ligger kring Stavåns mynning i sjön Teen strax öster om Hasselfors. Området blev en rikskändis 1967 då den sällsynta svarta storken översomrade i sjön. Uppemot 200 fågelarter har noterats i våtmarken varav ca 90 som häckande (Tivedens nationalpark, 2016).



Figur 33. Fältundersökt yta bedömd som "svårbedömd men komponenterna finns" (utvärderingsområde 2, yta nr 63, Hasselfors, Laxå kommun) med kommentar "Mycket märkligt område med vattenpölar och videbuskar fördelat över myren". Foto: Helena Rygne, Länsstyrelsen Örebro.

3.9 Resultat

Förändringsanalysen resulterade i en förändringsklassning med fyra klasser (Figur 34). Eftersom andelen förändrad myr är så litet så syns de inte på en översiktskarta över hela undersökningsområdet.



Figur 34. En översiktsskarta över förändringsklassningen för hela undersökningsområdet, samt ett exempel på hur förändringsklassningen kan se ut för ett ca 9 km² stort område. (gult - potentiell förändringsindikation, rött - säker förändringsindikation, brunt - övrig analyserad öppen myr, ljusgrått - ej analyserad öppen myr).

Undersökningsområdet (som definieras av myrmasken) omfattar för Värmlands län ca 117 000 ha, för Västra Götalands län ca 77 000 ha och för Örebro län ca 39 000 ha, dvs. totalt ca 233 000 ha (Tabell 2). Det analyserbara området, dvs. undersökningsområdet med undantag för moln mm, motsvarar ca 90 % av det totala undersökningsområdet. Detta får anses vara en hög siffra då satellitbildsinventeringen visade att helt molnfria satellitbilder över länsgruppen var sällsynta. Tittar man motsvarande siffra per län blir andelen ca 92 % för Värmlands län, ca 91 % för Västra Götalands län och ca 84 % för Örebro län (Tabell 2).

Av det totala analyserbara området visade ca 4 900 ha (2,30 %) förändringsindikation (dvs. potentiell- eller säker förändringsindikation). Uppdelat på förändringskategorierna var 1 800 ha (0,84 %) potentiell och 3 100 ha (1,46 %) säker förändringsindikation (Tabell 2).

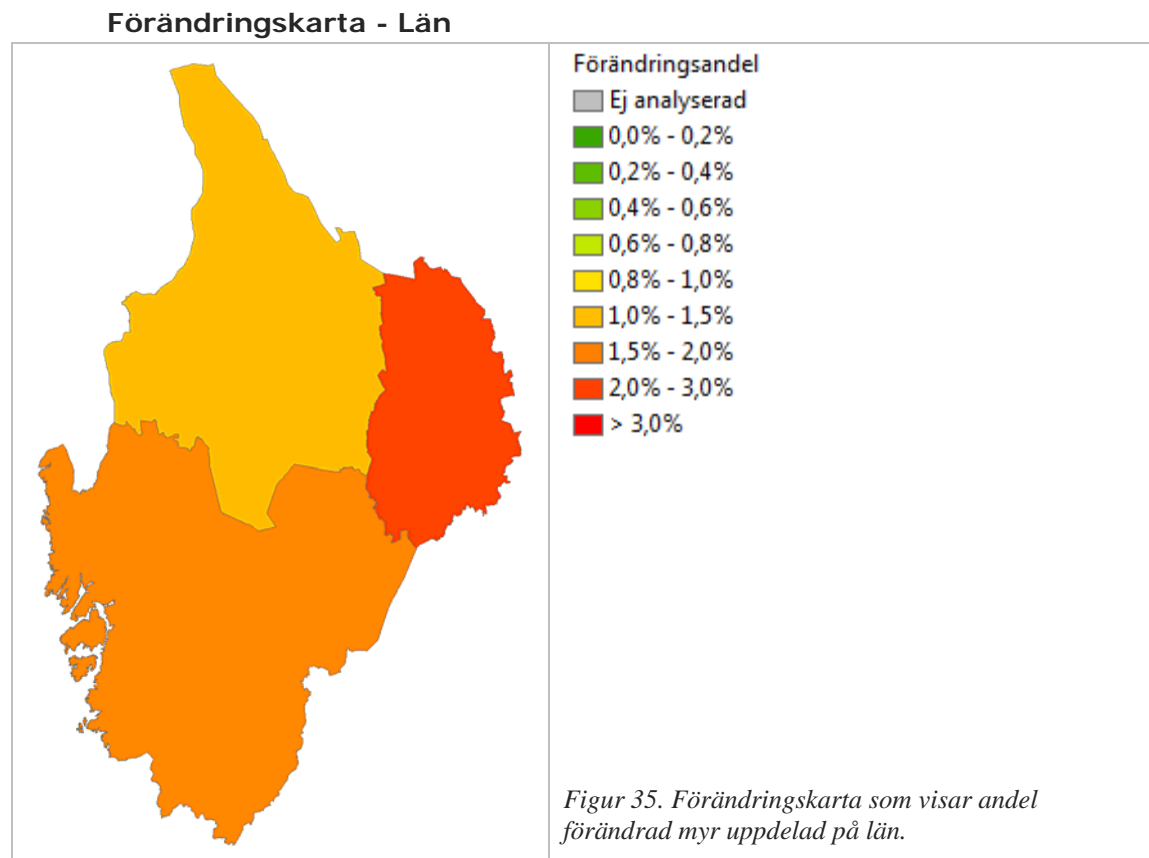
Säker förändringsindikation utgjorde i Värmlands län ca 1 200 ha (1,08 %), i Västra Götalands län ca 1 100 ha (1,60 %) och i Örebro län ca 800 ha (2,45 %) (Tabell 2).

Tabell 2. Resultat från förändringsanalysen per län och totalt för länsgruppen. Undersökningsområdet definieras av myrmasken. Det analyserbara området är undersökningsområdet med undantag för moln mm (och procentsatsen är andelen av undersökningsområdet). Area för säker, potentiell och sammanlagd förändringsindikation (och procentsatsen är andelen av det analyserbara området).

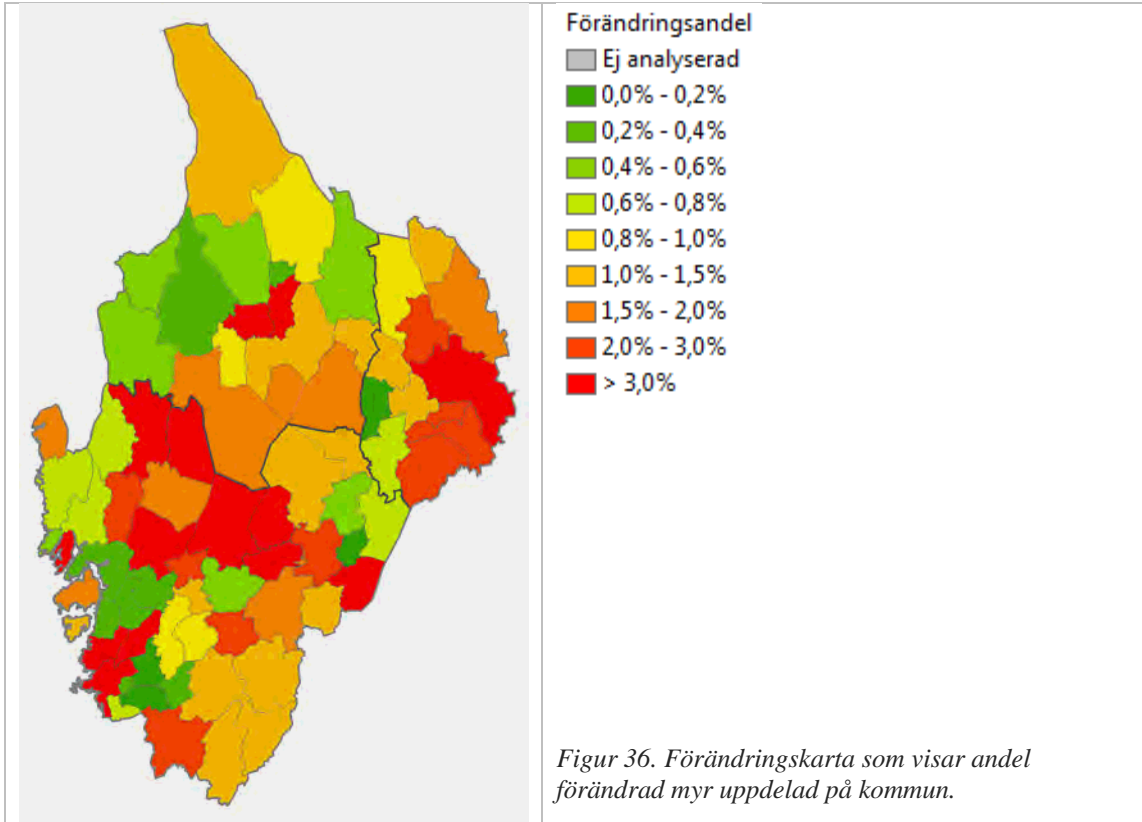
	Under- sökning- område	Analyserbart område		Säker förändrings- indikation		Potentiell förändrings- indikation		Säker + potentiell förändrings- indikation	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Värmlands län	117 000	107 000	92 %	1 200	1,08 %	900	0,83 %	2 100	1,91 %
Västra Götalands län	77 000	70 000	91 %	1 100	1,60 %	500	0,72 %	1 600	2,32 %
Örebro län	39 000	33 000	84 %	800	2,45 %	400	1,11 %	1 200	3,56 %
Totalt för länsgrupp	233 000	210 000	90 %	3 100	1,46 %	1 800	0,84 %	4 900	2,30 %

3.9.1 Förändringskartor

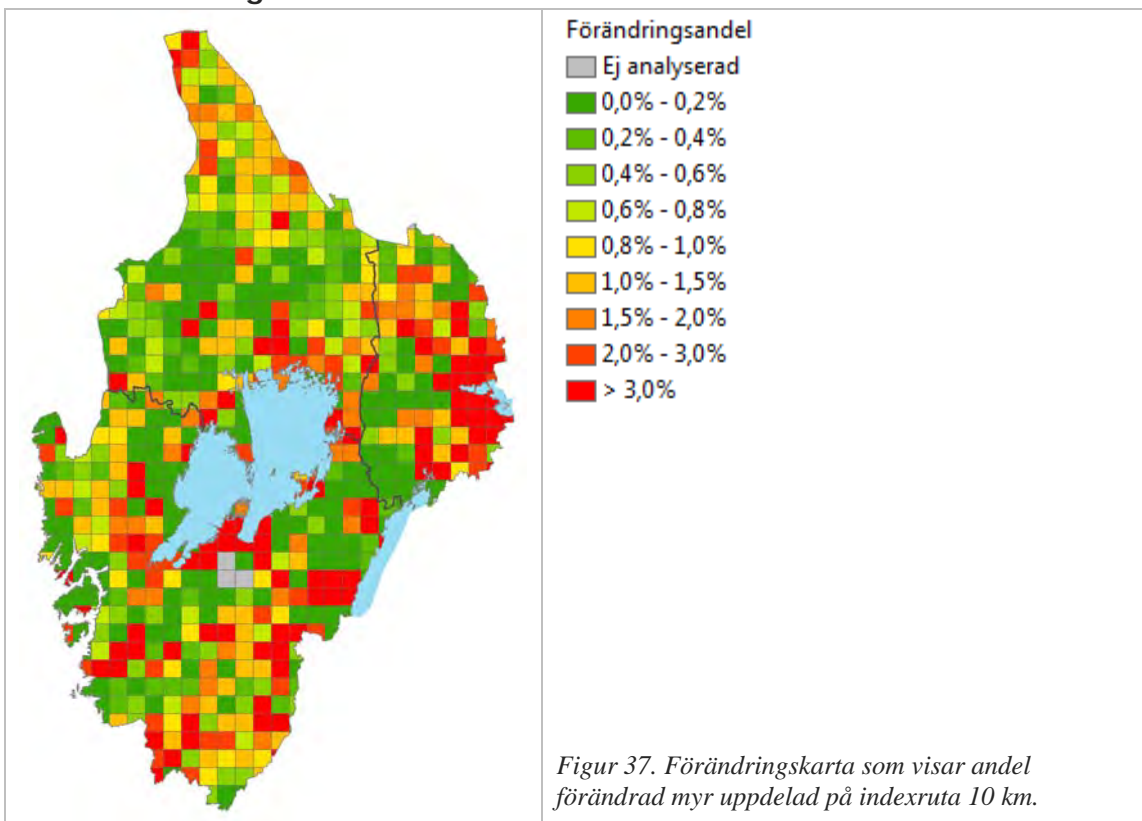
Förändringskartorna redovisar resultatet som andelen säker förändringsindikation per analyserad myr för följande områdes- eller regionsindelningar: län (Figur 35), kommuner (Figur 36), indexrutor 10 km (Figur 37), delavrinningsområden (Figur 38), huvudavrinningsområden (Figur 39), naturgeografiska regioner (Figur 40) och myrtypsregioner (Figur 41).



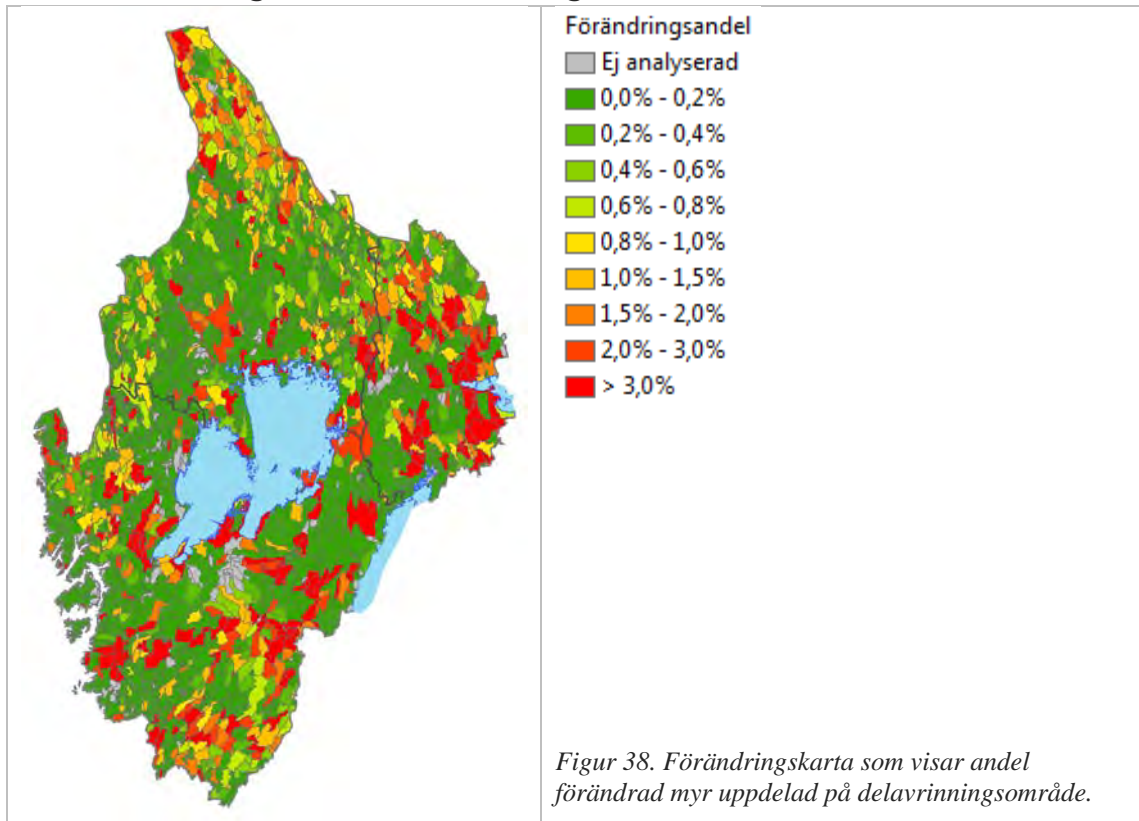
Förändringskarta - Kommun



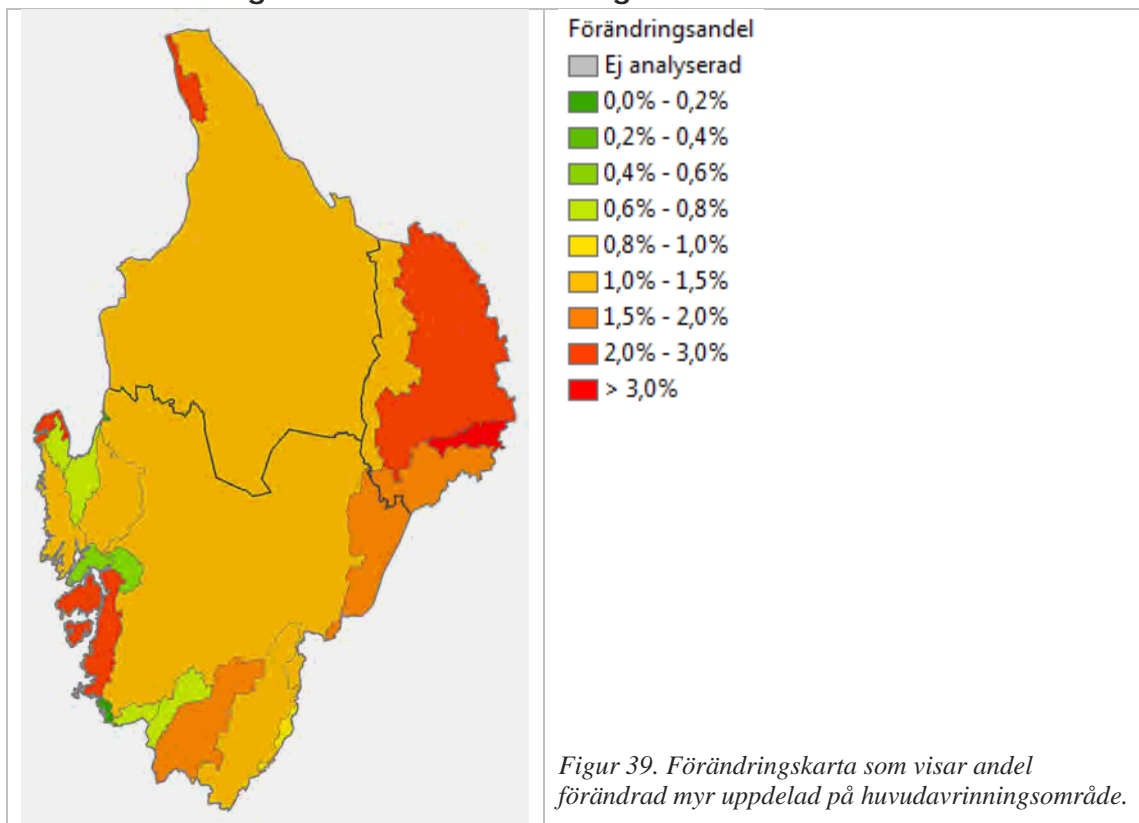
Förändringskarta - Indexruta 10 km



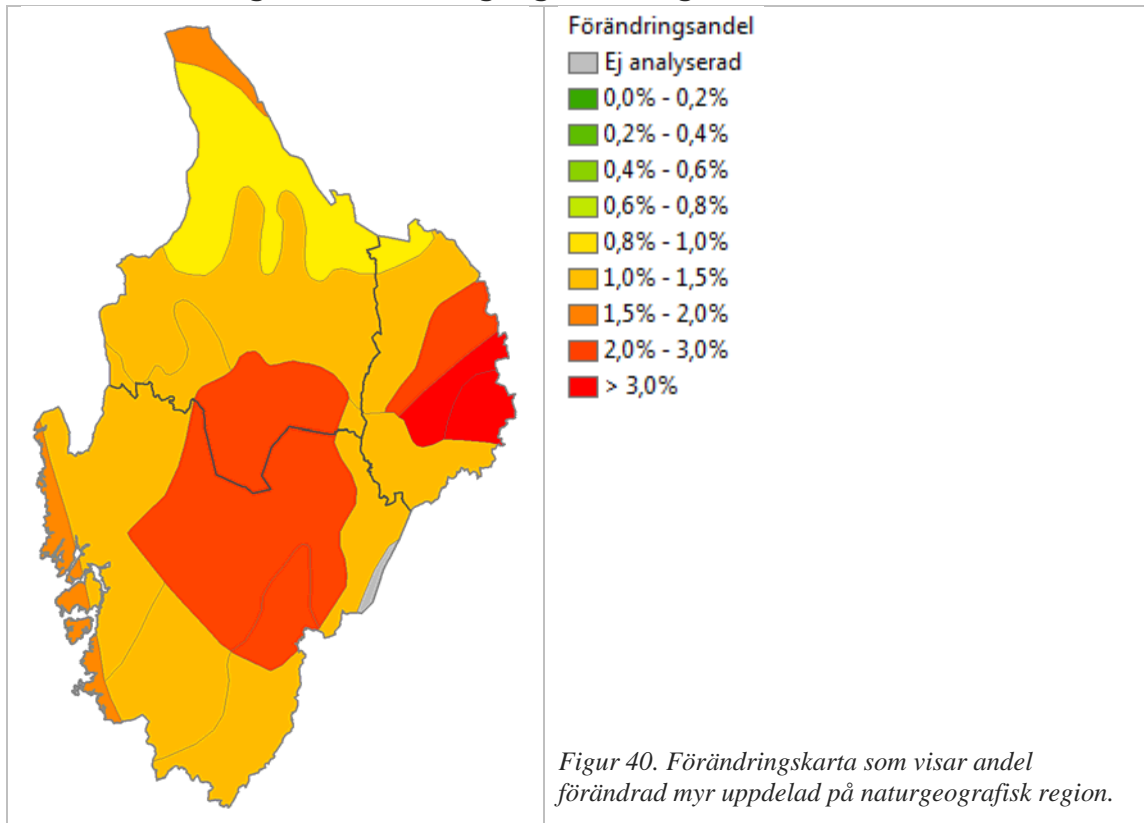
Förändringskarta - Delavrinningsområde



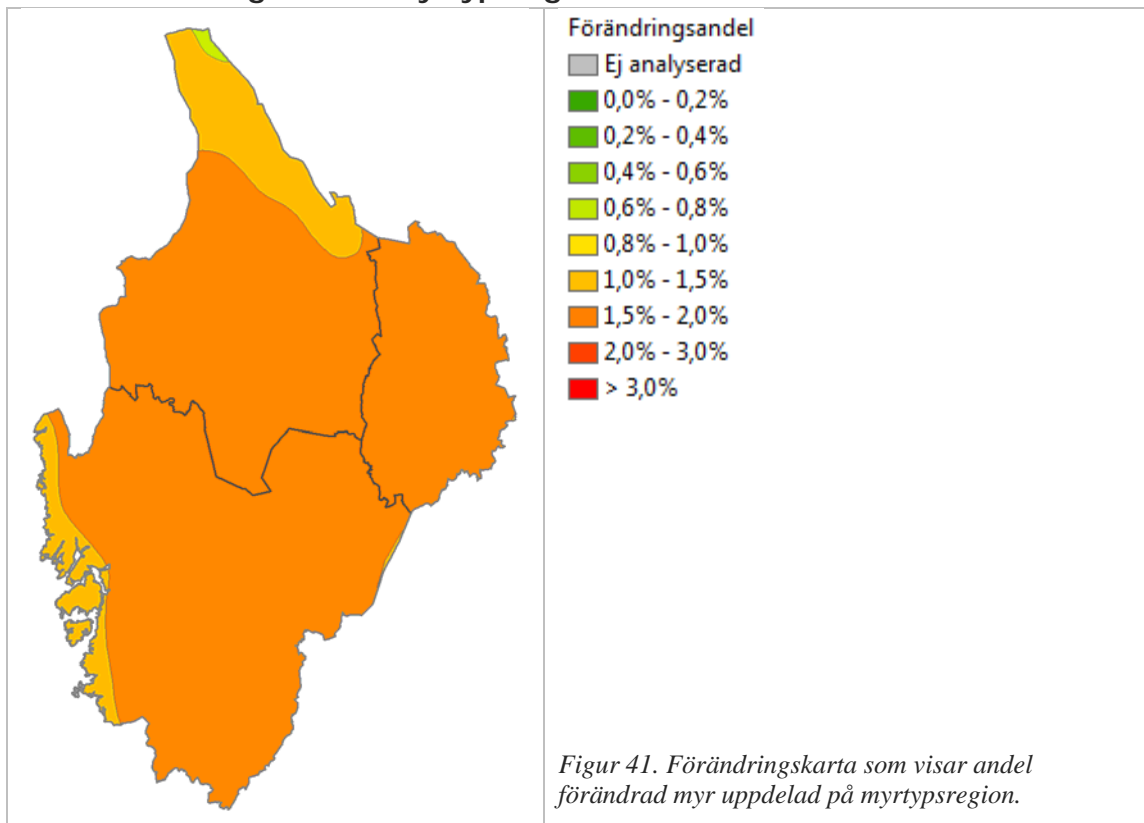
Förändringskarta - Huvudavrinningsområde



Förändringskarta - Naturgeografisk region



Förändringskarta - Myrtypsregion

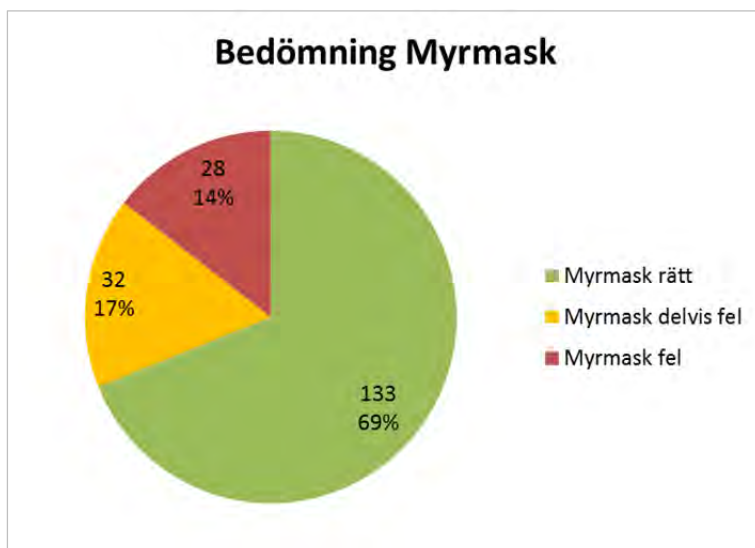


3.10 Utvärdering

Flera moment ingick i utvärderingen för att undersöka och få data på flera saker. Bedömning av hur stor andel av ytorna som hamnar utanför myrmasken, då den inte alltid är korrekt. Undersökning av hur stor andel av ytorna med förändringsindikation där en förändring kunde verifieras vid flygbildstolkningen eller i fält, samt hur stor andel av referensytorna där ingen förändring kunde verifieras. Dessutom undersöktes vilka mänskliga ingrepp som kunde ses i eller i närheten av utvärderingsytan och vilken typ av ingrepp som skett.

3.10.1 Bedömning av myrmasken

I de flesta fall låg utvärderingsytorna inom eller till största delen inom myrmasken. Av de ingående 193 utvärderingsytorna var det 69 % som utifrån flygbildstolkningen verkligen låg inom öppen myr (myrmask rätt), medan 17 % förekom delvis inom öppen myr (myrmask delvis fel). Däremot låg 14 % av ytorna till största delen utanför myrmasken (myrmask fel), t.ex. då krontäckning var större än 30 % eller annan naturtyp än myr identifierades (Figur 42).



Figur 42. Bedömning av hur bra myrmasken varit i undersökningsområdet genom att undersöka träffsäkerheten i 193 utvärderingsytor i flygbild.

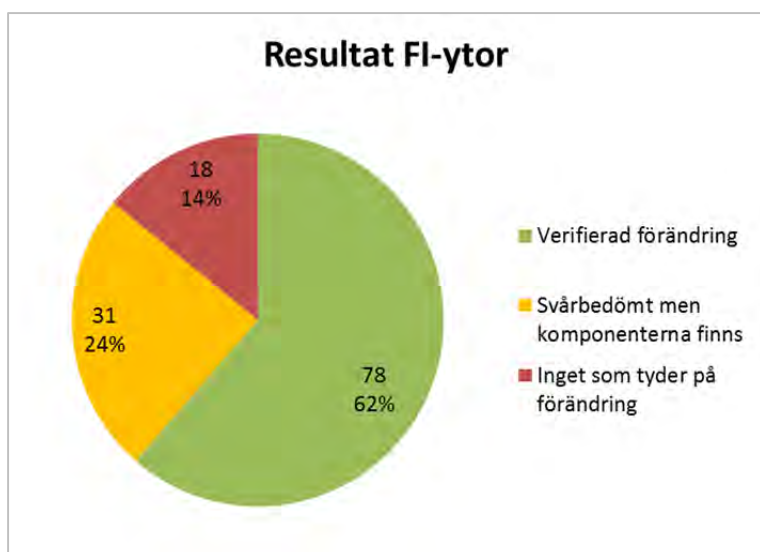
De utvärderingsytor som till övervägande del låg inom icke-öppen myr plockades bort från vidare bearbetning i utvärderingen. Av de 193 utvärderingsytorna var det 28 som fick utgå p.g.a. fel i myrmasken. I de fall där myrmasken varit delvis felaktig har ytorna behållits i utvärderingen men då har enbart den delen av ytan som var myrmark utvärderats.

För de återstående 165 utvärderingsytorna var fördelningen 77 % (127 st) FI-ytor och 23 % (38 st) referensytor.

3.10.2 Överensstämmelse för FI-ytor

Under utvärderingen vid flygbildstolkningen eller vid fältbesök beskrevs varje yta utifrån en rad parametrar (se avsnittet Utvärdering i metodkapitlet). Inventeraren bedömer sedan om förändringen i ytan kunde säkerställas i klasserna: "verifierad förändring", "svårbedömt men komponenterna finns" och "inget som tyder på förändring".

Av de 127 FI-ytor som tolkats i fält eller med hjälp av flygbilder var det 78 ytor (62 %) som bedömdes som "verifierad förändring", 31 ytor (24 %) bedömdes som "svårbedömt men komponenterna finns" och 14 ytor (14 %) bedömdes som "inget som tyder på förändring" (Figur 43).



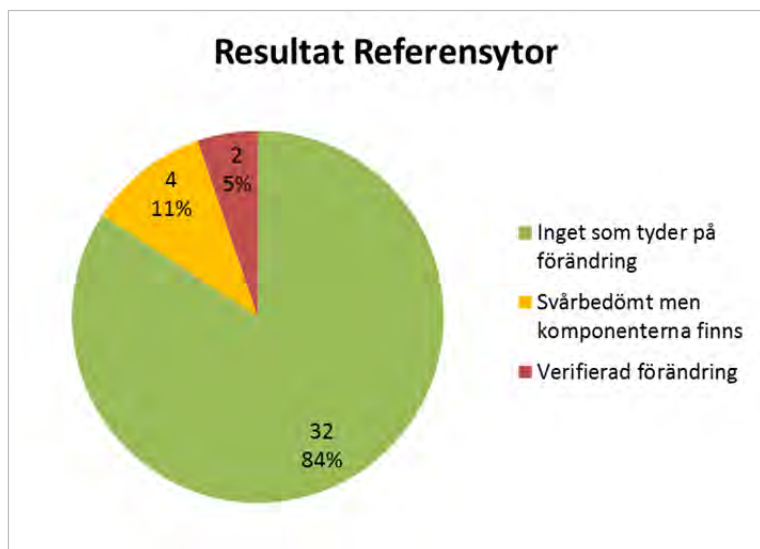
Figur 43. Resultat FI-ytor. Överensstämmelsen för de slumpmässigt valda FI-ytorerna ligger mellan 62 % och 86 %.

Flera av de ytor som bedömts som "svårbedömt men komponenterna finns" hade frodig vegetation, som eventuellt fått en ökad biomassa mellan tidpunkterna, men att de inte med säkerhet kunde kopplas till en verifierad förändring. Det kan alltså vara så att en riktig förändring identifierats i satellitanalysen, men att det sedan inte går att med säkerhet dokumentera den i fält eller med hjälp av flygbilder. 10 av de 31 ytor som bedömts som "svårbedömt men komponenterna finns" ligger i översvämningssområden nära strandkanten till Vänern. Vid tidpunkt 1 så är dessa ytor relativt blöta jämfört med tidpunkt 2 då det blivit torrare och ökad biomassa detekteras i förändringsanalysen. Figur 53 visar exempel på förändringar som är förknippade med översvämningar.

Utvärderingen visar att överensstämmelsen för de slumpmässigt valda FI-ytorerna ligger minst på 62 % och max på 86 % (Figur 43).

3.10.3 Överensstämmelse för referensytorna

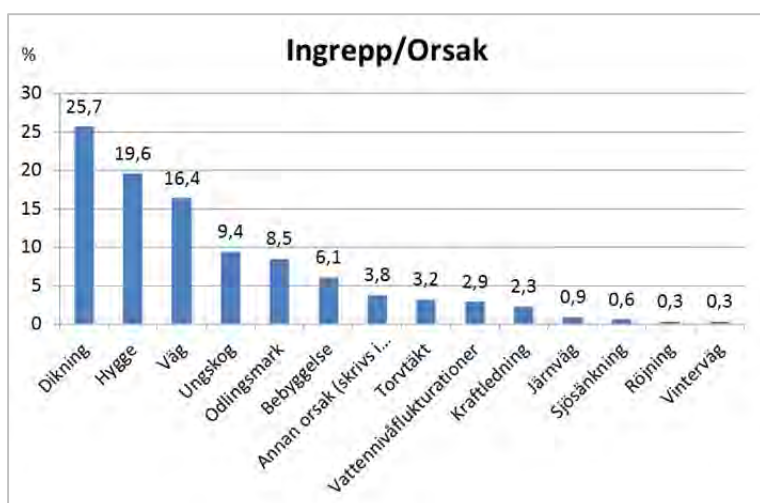
För de 38 undersökta referensytorna var det 32 ytor (84 %) som bedömdes som "inget som tyder på förändring", 4 ytor (11 %) bedömdes som "svårbedömt men komponenterna finns" och 2 ytor (5 %) bedömdes som "verifierad förändring". Utvärderingen visar att överensstämmelsen för de slumpmässigt valda referensytorna ligger mellan 84 % och 95 % (Figur 44).



Figur 44. Resultat referensytor. Överensstämmelsen för de slumpmässigt valda referensytorna ligger mellan 84 % och 95 %.

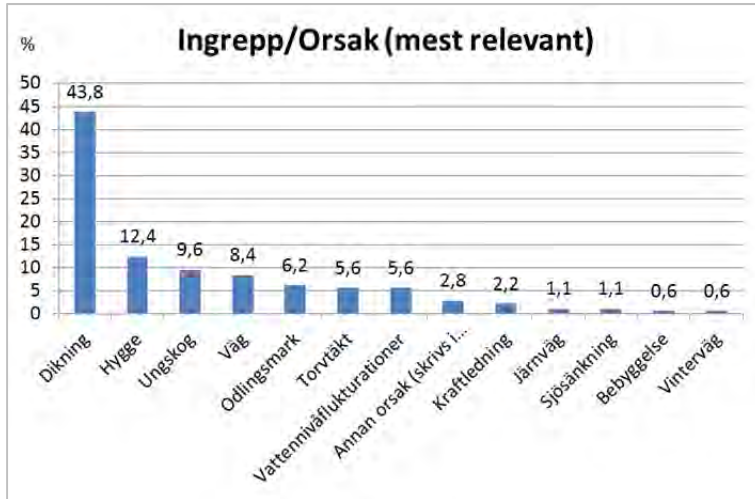
3.10.4 Ingrepp/orsak

Vid flygbildstolkning och fältbesök dokumenteras alla ingrepp/orsaker som syns i ytorna och inom en 500 meter buffertzoon. För respektive ingrepp/orsak redovisas även en inbördes relevans. Fördelningen av alla noterade ingrepp/orsaker (oavsett relevans) kring FI-ytorna visas i figuren nedan (Figur 45). Där framgår det att vanligast ingrepp/orsak var dikning (25,7 %); därefter var fördelningen hygge (19,6 %), väg (16,4 %), ungskog (9,4 %) och odlingsmark (8,5 %).



Figur 45. De vanligaste ingreppen/orsakerna för ytor med förändringsindikation då alla noterade ingrepp/orsaker anges utan att ta hänsyn till relevans.

Om man enbart tittar på de ingrepp/orsaker som hade högst relevans för respektive utvärderingsyta framträder dikning som det mest relevanta ingreppet för förändringsindikationen med 43,8 % av alla ingrepp/orsaker (Figur 46); därefter var fördelningen hygge (12,4 %), ungskog (9,6 %), väg (8,4 %) och odlingsmark (6,2 %).



Figur 46. De vanligaste ingreppen då enbart de med högst relevans för respektive FI-yta inkluderats.

3.11 Exempelområden

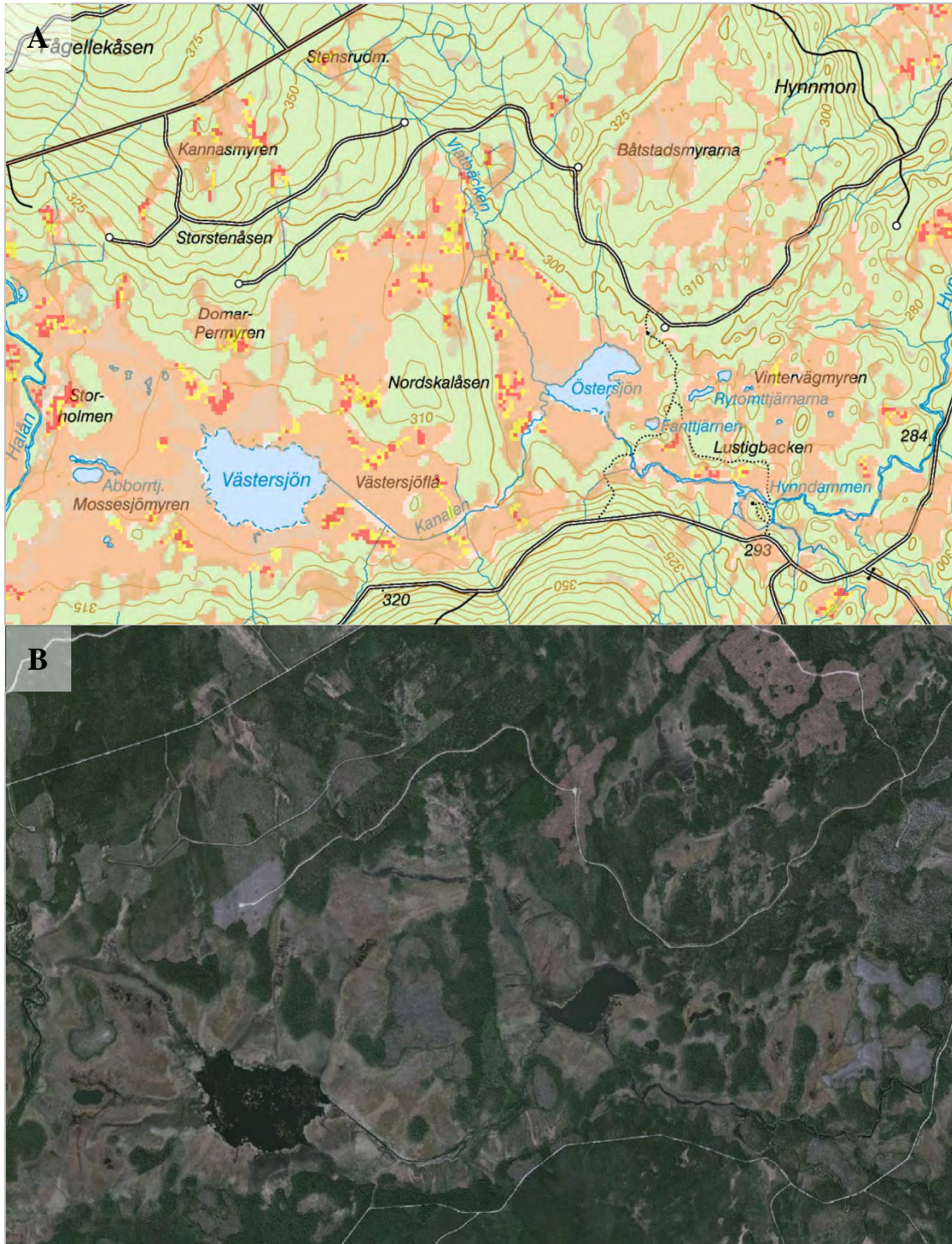
Ett antal exempel har tagits fram för att illustrera olika typer av ingrepp/orsaker som gett upphov till förändringar i den öppna myren. Figur 47 visar en översiktskarta för de exempelområden som beskrivs nedan.



Figur 47. Översiktskarta exempelområden.

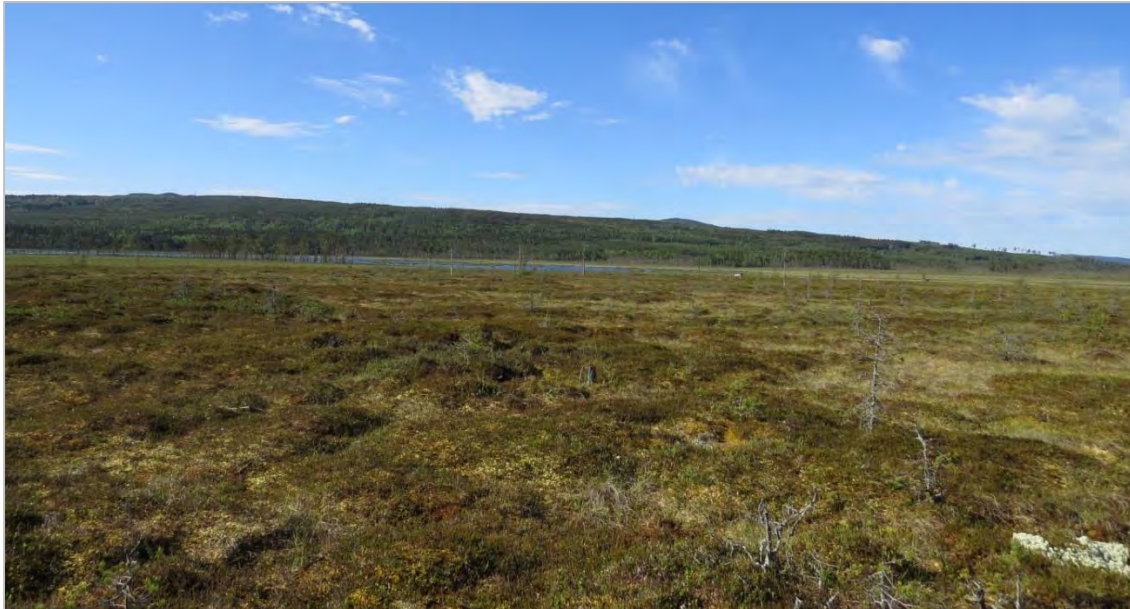
Västersjöområdet (Torsby kommun, Värmland)

Figur 48 visar Västersjön med omgivande myrar och skogsholmar som är ett av länets mest värdefulla myrområden. En stor del av skogarna runt och i våtmarkerna är klassade som nyckelbiotoper.



Figur 48. Exempel på ett område där förändringarna bland annat beror på avverkning av intilliggande skog och dikning (Västersjöområdet, Torsby kommun, Värmland). A) Förändringsindikation från analysen visas med säker förändring i rött; potentiell förändring i gult och analyserat område i ljusbrunt. I bakgrunden visas terrängkartan. B) Ortofoto från 2010.

Västersjöområdet är ansett att vara länets mest värdefulla när det gäller myrfågelfaunan med ca 140 observerade arter varav en stor del kan anses som regelbundet häckande. Området ingår i länets myrskyddsplan, det är även ett Natura2000-område och ett blivande naturreservat. Figur 49 visar en myr i Västersjöområdet.



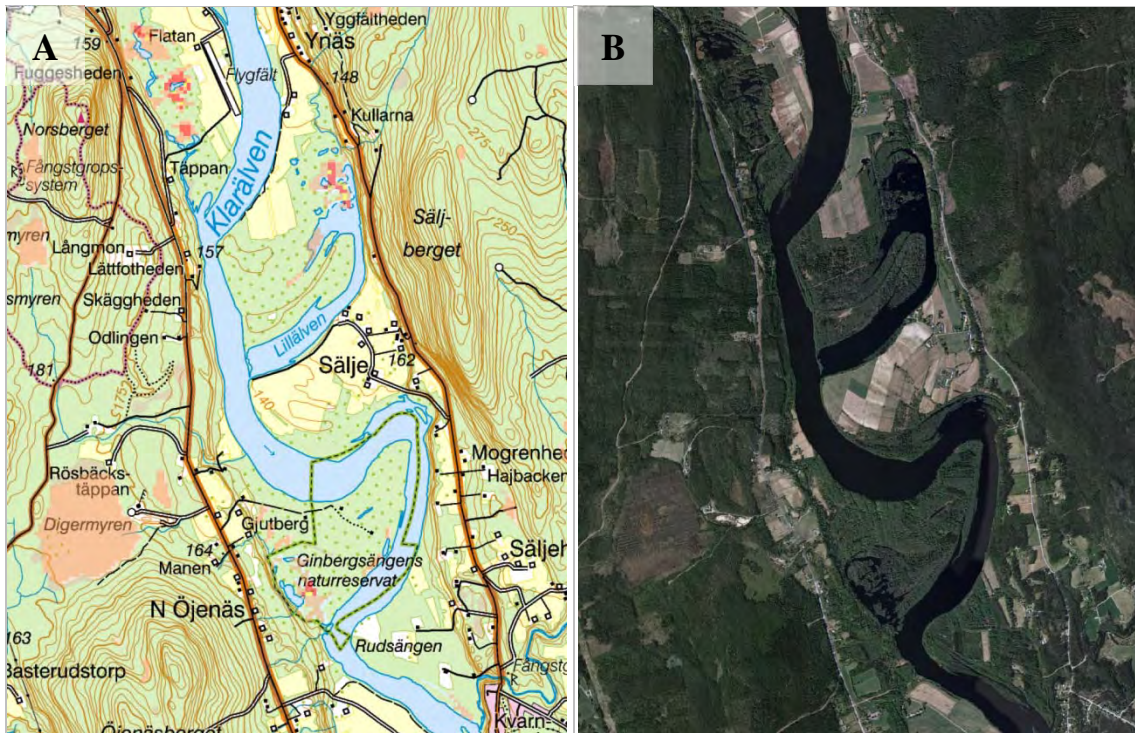
Figur 49. Exempel på en myr i Västersjöområdet. Foto: Dan Mangsbo, Länsstyrelsen Värmland.

Samtidigt har detta område utsatts för en extensiv exploatering där ett antal ingrepp utförts under lång tid. Själva Västersjön sänktes för att få till mer slättermark, vattendraget mellan sjöarna rätades och fördjupades. I mer modern tid, och framförallt under 90-talet, så har det dikats, byggts vägar och körts över våtmarkerna. Det har även skogsgödslats i skogarna intill. Skogarna i och runt våtmarkerna har i stor utsträckning avverkat och ersatts av planteringar.

Klarälven (Hagfors kommun, Värmland)

Figur 50 visar en del av Klarälven söder om Ekshärad. I dalgångens botten finns finkorniga jordarter och landskapet präglas av älvens meanderbågar. Länsstyrelsen förvaltar naturreservat på näs intill älven och strandmiljöerna berörs av flera åtgärdsprogram för hotade arter.

Igenväxningen av främst sandrevlar där flera specialiserade arter lever har varit omfattande de senaste decennierna vilket ställt naturvårdsförvaltningen inför stora utmaningar, bl.a. har två igenväxta sandrevlar återöppnats med hjälp av grävsropa (Figur 51). Orsaken till igenväxningen torde främst bero på vattenregleringen som medfört att de säsongregelbundna vattennivåväxlingarna i genomsnitt blivit mindre. I satellitbildsanalysen framgår att även våtmarkerna i flodplanet växer igen medan våtmarkerna i det omgivande skogslandskapet inte indikerar förändring.



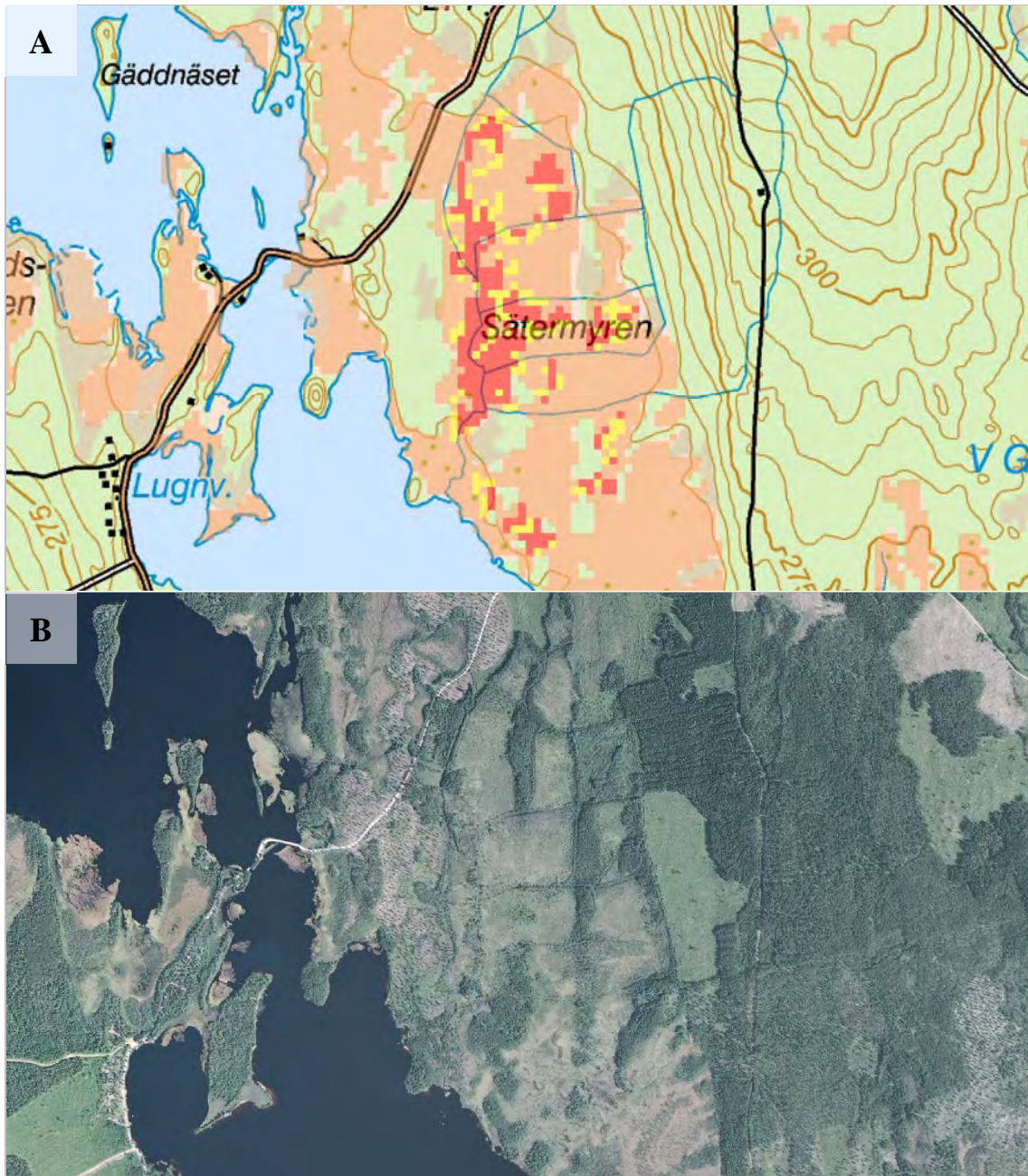
Figur 50. Exempel på ett område där förändringarna bland annat är orsakade av vattenreglering (Klarälven, Hagfors kommun, Värmland). A) Förändringsindikation från analysen visas med säker förändring i rött; potentiell förändring i gult och analyserat område i ljusbrunt. I bakgrunden visas terrängkartan. B) Ortofoto från 2008.



Figur 51. Rudsängens restaurerade sandrev. Fotografiet visar en övergång mellan sandrev och starrbevuxen strand. Flodplanets våtmarker ligger ofta mellan älvvallar innanför den starrbevuxna stranden. Foto: Dan Mangsbo, Länsstyrelsen Värmland.

Sätermyren (Hagfors kommun, Värmland)

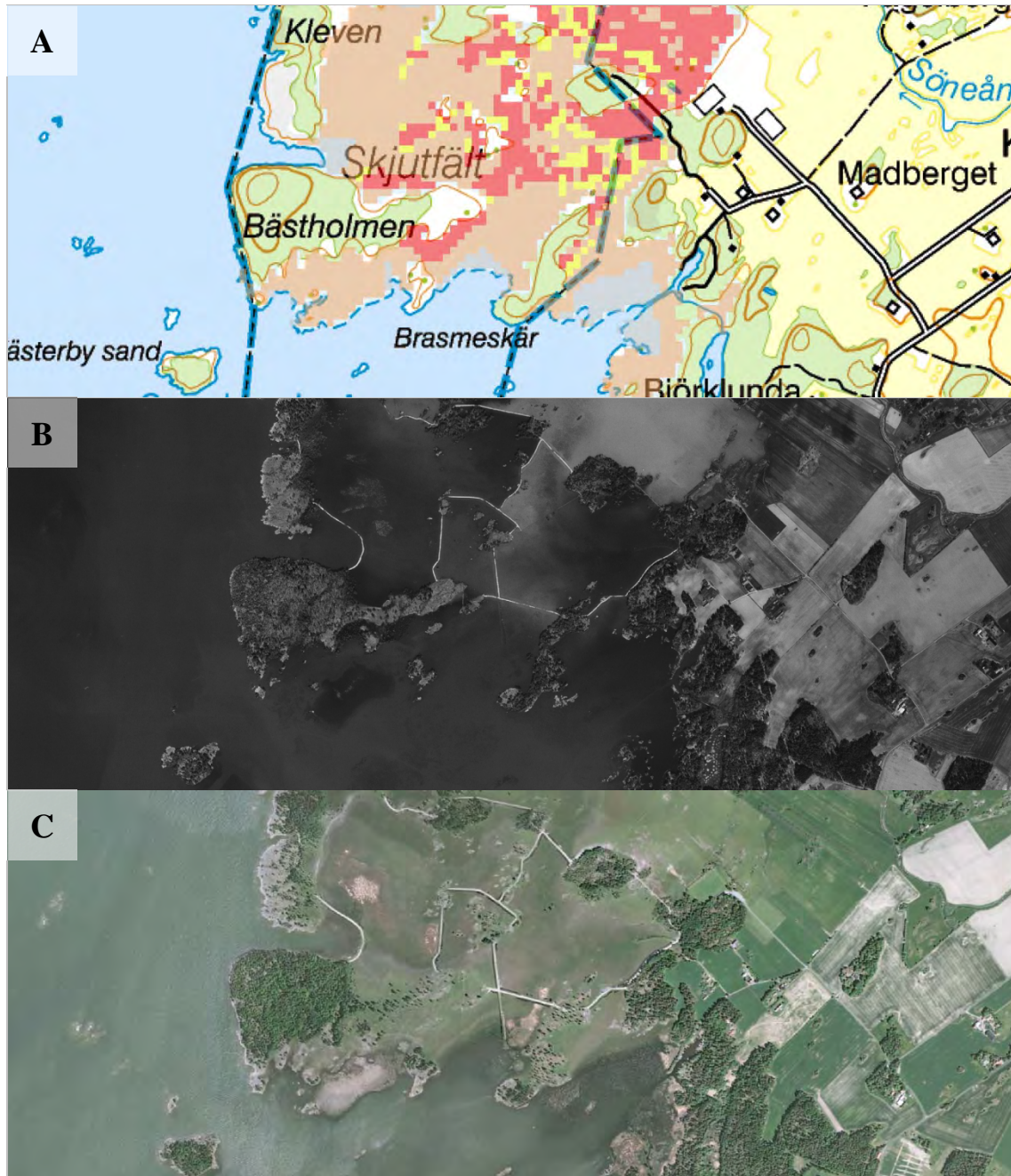
Figur 52 visar Sätermyren, 15 km NO om Ekshärad. Vid myrinventeringar under 1970-talet konstaterades att norra delen av myren (cirka 90 ha) var starkt påverkad av dikning och skyddsvärdet bedömdes vara lågt för hela myrkomplexet. Satellitbildsanalysen visar säker förändringsindikation på stora arealer av myrmarken intill systemet av diken. Under tioårsperioden mellan scenparen har också stora skogsavverkningar utförts nära myren. Skogstrakten är som helhet rik på myrar och flera av de intilliggande myrarna är relativt opåverkade av dikning.



Figur 52. Exempel på ett område där förändringarna är förknippade med skogsbruk och dikning (Sätermyren, Hagfors kommun, Värmland). A) Förändringsindikation från analysen visas med säker förändring i rött; potentiell förändring i gult och analyserat område i ljusbrunt. I bakgrunden visas terrängkartan. B) Ortofoto från 2010.

Söne mad (Lidköpings kommun, Västra Götaland)

Figur 53 visar Söne mad där förändringarna är förknippade med översvämningar. Området ligger vid Vänern och består av ett flackt kustlandskap med låga hållmarker omgivna av uppodlade slättmarker på gammal sjöbotten. Området har stora värden för fågellivet. Under perioder med högt vattenstånd i Vänern översvämmas lågt liggande delar av området.



Figur 53. Exempel på ett område där förändringarna främst beror på översvämningar (Söne mad, Lidköpings kommun, Västra Götaland). A) Förändringsindikation från analysen visas med säker förändring i rött; potentiell förändring i gult och analyserat område i ljusbrunt. I bakgrunden visas terrängkartan. B) Ortofoto från 2001-05-09. C) Ortofoto från 2010-06-04.

Halnatorp (Töreboda kommun, Västra Götaland)

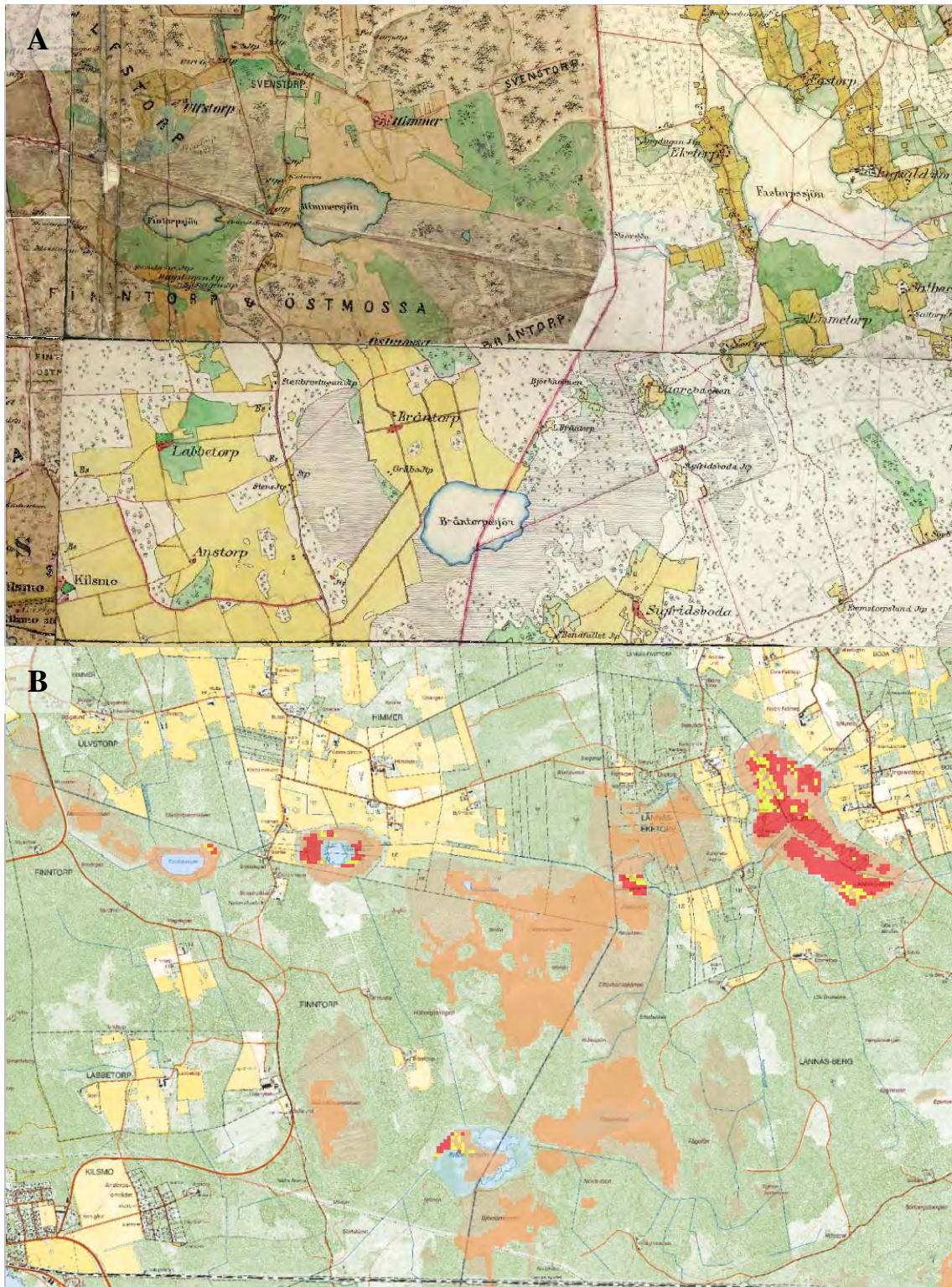
Figur 54 visar ett område där förändringarna främst är orsakade av dikning. Enligt häradskartan användes området som åkermark på 1890-talet. I området finns äldre diken. Förändringen hänger sannolikt samman med upphörd hävd, successiv igenväxning av diken samt allt mer träd och buskar i området.



Figur 54. Exempel på ett område där förändringarna är förknippade med dikning (Halnatorp, Töreboda kommun, Västra Götaland). A) Förändringsindikation från analysen visas med säker förändring i rött; potentiell förändring i gult och analyserat område i ljusbrunt. I bakgrunden visas terrängkartan. B) Ortofoto från 2008.

Himmermossen med omkringliggande sänkta sjöar (Örebro kommun, Örebro län)

Figur 55 visar Himmermossen med fem sänkta sjöar i närområdet.



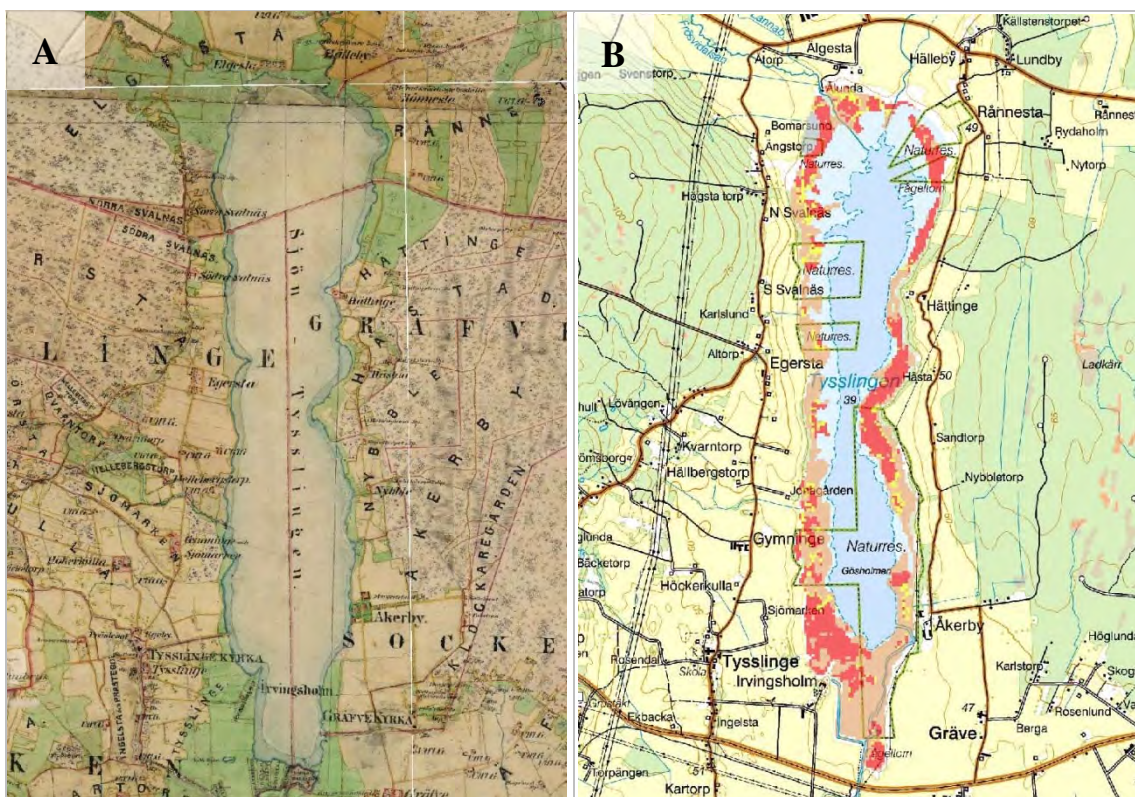
Figur 55. Den i kartorna centralt belägna Himmermossen är ett exempel på ett klass 1-objekt från våtmarksinventeringen som är kraftigt påverkat från dikning och igenväxning men som inte faller ut i studiens tidsperiod (1997-2007). Däremot uppvisar fem sänkta sjöar i närområdet tecken på tydligt vegetationsförändring som troligtvis är igenväxning. A) Häradskartan (ca 1860-70) innan sänkningarna. B) Terrängkartan idag där förändringsindikation från analysen visas med säker förändring i rött; potentiell förändring i gult och analyserat område i ljusbrunt.

Himmermossen är ett klass 1-objekt (mycket högt naturvärde) från Våtmarksinventeringen som historiskt sett påverkats starkt av dikning. Den påverkan som skett på myren, dvs en kraftig igenväxning, faller dock inte ut i den här studien då igenväxningen skett tidigare än 1997. Vad som däremot är tydligt är effekten på flertalet sänkta sjöar i närområdet. Kring Himmermossen finns inte mindre än fem mindre sjöar som sänkts genom olika dikningsföretag; Finntorpasjön, Himmersjön, Skärsjön (idag ett rikkärr), Svarten (tidigare Fastorpssjön) och Brånttorpasjön. "Sjöarna" har helt eller delvis försvunnit efter utdikningen och de uppvisar i studien tydliga tecken på förändring i vegetationen.

Ett troligt scenario är att det handlar om en pågående "naturlig" igenväxningsfas av de här sjöarna. Eventuellt användes de för bete eller slåtter efter sänkningen, för att därefter överges och sedan gradvis växa igen. Igenväxningen lär fortsätta tills man återinför någon form av störning, t ex bete, slåtter eller återställd vattenregim. Området är ett representativt exempel på hur utdikningen kraftigt förändrat landskapsbilden ihop med igenläggningen av jordbruksmark, samtidigt som det är intressant med avseende på hydrologisk restaurering.

Tysslingen (Örebro kommun, Örebro län)

Figur 56 visar ett område där förändringarna är förknippade med en omfattande sjösänkning av en större slättsjö.



Figur 56. Sjön Tysslingen (Örebro kommun) är ett exempel där förändringarna är förknippade med sjösänkning. A) Häradskartan (ca 1860-70) innan sänkningarna. B) Terrängkartan idag där förändringsindikation från analysen visas med säker förändring i rött; potentiell förändring i gult och analyserat område i ljusbrunt. De röda områdena speglar framför allt igenväxning i blöta partier av klibbal, viden och bladvass.

Tysslingen är en av Mellansveriges värdefullaste fågelsjöar, riksintresse för naturvården och av klass 1 (mycket högt naturvärde) i våtmarksinventeringen. Sjön är skyddad inom Natura 2000 och arbete med att skydda hela sjön som naturreservat pågår sedan länge. Sjön är en känd lokal för svenska fågelskådare.

Fram till mitten av 1800-talet bredde stora våtmarksområden och översvämningsmarker ut sig söderut från sjön. Dessa områden tillsammans med andra strandnära områden runt sjön var värdefulla slåtter och betesmarksområden och var hem för ett rikt fågelliv (Sjögren, 1971).

För att skapa jordbruksmark sänktes sjön 1864-1870 ca en meter. Svartån, som då gjorde en krök upp mot sjön omleddes och den gamla flodfåran fördjupades och gjordes om till en avvattnande kanal från Tysslingen. Genom företaget skapades 1000 ha ny åkermark och två nya gods kunde anläggas i området (Rosenberg, 1974). Det rika fågellivet begränsades kraftigt till den kvarvarande sjön och de genom sänkningen nyskapade våtmarkerna inom det tidigare sjöområdet. En art, dubbelbeckasinen försvann helt från sjön.

En stor del av våtmarkerna hävdades tidigt men hävden minskade sedan succesivt under 1900-talet och igenväxningen har varit stark under lång tid. 1986 påbörjades de första restaureringsåtgärderna i sjön. Sedan dess har flera åtgärder genomförts och sedan 2013 pågår omfattande restaureringsåtgärder inom Lifeprojektet RECLAIM (till 2017).

De områden som identifierats som kraftigt förändrade mellan 1997 och 2007 är områden som under perioden präglas av olika stadier av igenväxning, främst aldungar som brett ut sig och igenväxning med viden och bladvass. Flera av de här områdena har dock restaurerats inom LIFE-projektet efter 2007 genom röjningar, slåtter och bete.

4 Diskussion

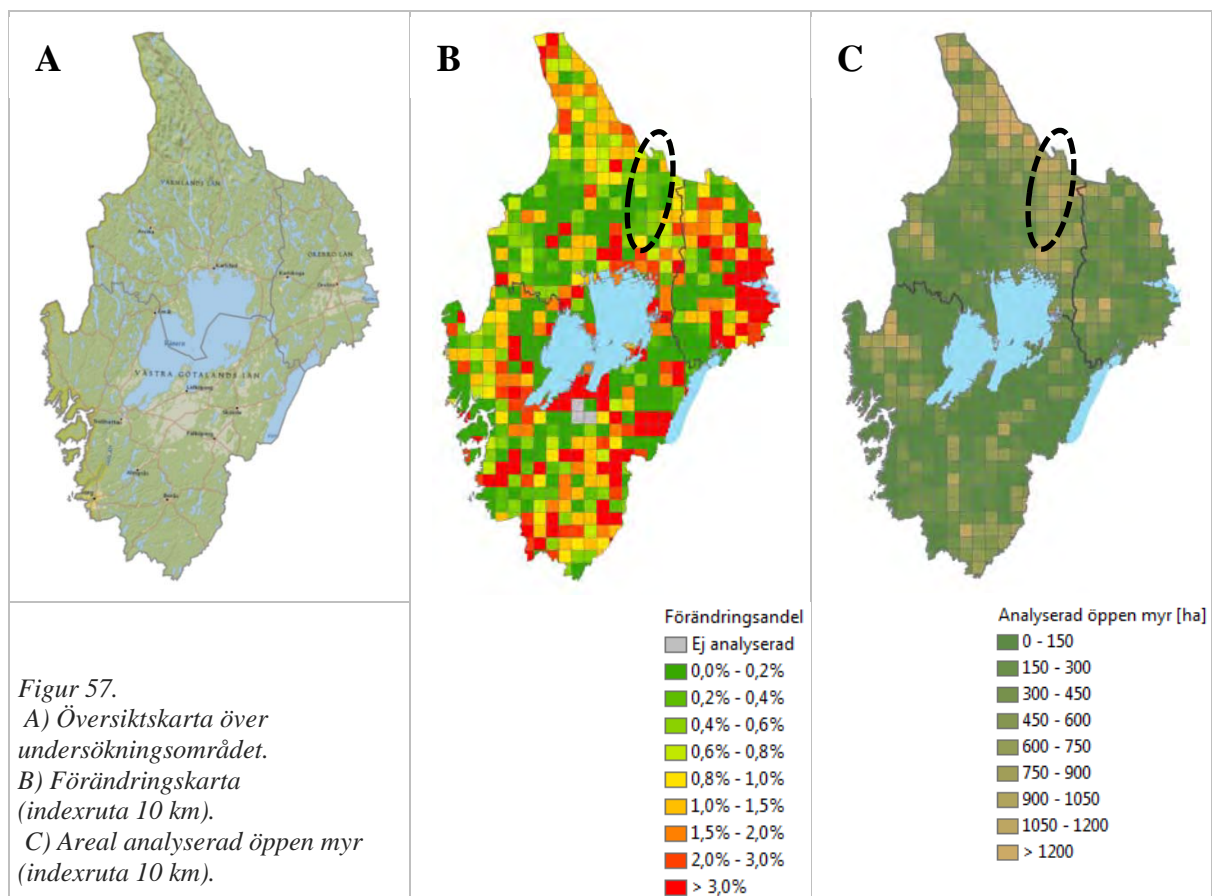
Den satellitbaserade metoden detekterar snabba förändringar i den öppna myren som beror på mänsklig påverkan, till exempel om myren börjar växa igen på grund av skogsbruk, dikningar, dikesrensningar, skyddsdikning, tillförsel av luftburna näringsämnen, upphörd hävd, vägbyggen, med mera i dess närhet.

Ett intressant resultat från förändringsanalysen är hur förändringsindikationerna fördelar sig över undersökningsområdet. Figur 57 visar en förändringskarta (indexruta 10 km) tillsammans med en översigtskarta och areal analyserad myr uppdelat på indexrutor 10x10 km.

Förändringskartan har hög andel förändrad myr i området som omger Hjälmaren (se Figur 57). I området är markanvändningen intensiv och våtmarkerna påverkas av sjösänkningar (se exempel i Figur 55 och Figur 56), dikningar och eftersläpande effekter av tidigare dikningar samt restaureringsarbeten. Förekomsten av våtmarker är relativt liten eftersom dessa tidigt tagits i anspråk för jordbruk.

Runt Vänern är det också hög andel förändrad myr (se Figur 57). Det som ofta utmärker dessa områden är påverkan från varierat vattenstånd (se exempel i Figur 53).

Ett relativt stort och myrrikt område med låg andel förändrad myr finns i östra Värmland (se svart-streckat område i Figur 57).



4.1 Användningsområden

De huvudsakliga användarna av resultaten består framför allt av nationella, regionala och lokala myndigheter som Naturvårdsverket, länsstyrelser och kommuner.

Resultatet ger i första hand möjlighet att urskilja igenväxningstrender i enskilda våtmarker som avviker från synkron storskalig variation eller storskaliga trender som kan orsakas t.ex. av regional ökning av luftburna näringsämnen.

Förändringskartorna utgör ett viktigt underlag för att beskriva tillståndet i våtmarkerna. Var finns de största förändringarna, var är det oförändrat?

Resultatet kan kombineras med respektive läns naturvärdesklassningar från VMI och användas för att detektera vegetationsförändringar i enskilda VMI-objekt (Hahn et al, 2015; Jonson, 2007). Vilka VMI-objekt och klasser har förändrats mest?

Befintliga skydd av våtmarker och genomförda restaureringsåtgärder kan följas upp med stöd av resultatet från undersökningen. Har skyddet hjälpt? Har restaureringen gett effekt?

Områden som identifierats med stor andel förändring utgör ett underlag inför nya restaureringar av våtmarker. På detta sätt kan t ex länsstyrelserna identifiera/prioritera vilka våtmarksobjekt som behöver restaureras (Hahn et al, 2013).

Utanför delprogrammets ordinarie verksamhet har myrtypskartor tagits fram för Norrbottens, Dalarnas och Gävleborgs län. De framtagna myrtypskartorna baseras på översättningstabeller från "basklassningens spektrala våtmarksenheter" till välkända hydrologiska vegetationstyper (Hahn et al, 2014; Hahn et al, 2016). Myrtypskartan har flera tillämpningsområden, t.ex. att hitta unika livsmiljöer för viktiga arter och studier av biologisk mångfald. En intressant redan genomförd tillämpning är "Biogeografisk uppföljning av myrfåglar" i Norrbotten (Engström & Backe, 2013). I pilotstudien gjordes ett urval av de våtmarksenheter från basklassningen som ansågs vara lämpliga biotoper för de aktuella fågelarterna. De utvalda myrtyperna utgjordes av blöta myrar, framför allt frodiga och magra lösbottnar.

Underlaget som tas fram kommer att utgöra ett unikt material även för framtida analyser av våtmarkernas tillstånd och utveckling. Exempel på analys av fler tidsperioder finns beskrivet i länsrapporten för Dalarna/Gävleborg (Hahn et al, 2015).

Referenser

- Backe, S., Eriksson, K. & Gunnarsson, U., 2012. *Markanvändningsrelaterade vegetationsförändringar inom öppen myr*. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 2012:4.
- Bertilsson, L., 2015. ornitolog från Fjugesta
- Boresjö Bronge, L. & Näslund-Landén, B., 2002. *Wetland classification for Swedish CORINE Land Cover adopting a semi-automatic interactive approach*. Canadian Journal of Remote Sensing, vol 28, No 2, s 139-155.
- Boresjö Bronge, L., 2006. *Satellitdata för övervakning av våtmarker - Slutrapport*. Länsstyrelsen Gävleborgs län, Rapport 2006:36, Länsstyrelsen Dalarnas län, Rapport 2006:38.
- Engström, H. & Backe, S., 2013. *Inventering av myrfåglar i Norrbotten - Pilotstudie inom Biogeografisk uppföljning*. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 19/2013.
- Eriksson, K., Wester, K., Hahn, N., Hedvall, T. & Alsam, S., 2012. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Västerbotten*. Länsstyrelsen Västerbotten, Meddelande 24:2012.
- Gunnarsson, U. & Löfroth, M., 2009. *Våtmarksinventeringen - resultat från 25 års inventeringar*. Naturvårdsverket, Rapport 5925.
- Hahn, N., Wester, K., Eriksson, K., Gunnarsson, U. & Kellner, O., 2015. *Hur förändras våtmarkerna och varför? Satellitbaserad övervakning av vegetationsförändringar i Dalarna och Gävleborg*. Länsstyrelsen Dalarnas län, Rapport 2015:09, Länsstyrelsen Gävleborgs län, Rapport 2015:07.
- Hahn, N., Wester, K., Gunnarsson, U. & Kellner, O., 2016. *Kartering av vegetation på öppna myrar i Dalarna och Gävleborg - myrvegetationskartan*. Länsstyrelsen Dalarnas län, Rapport 2016:01.
- Hahn, N., Wester, K., Hedvall, T., Backe, S., Gunnarsson, U. & Kellner, O., 2014. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Kartering av vegetation på öppna myrar*. Rymdstyrelsen, Dnr: 230/12.
- Hahn, N., Wester, K., Hedvall, T., Eriksson, K. & Alsam, S., 2013. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Jämtlands och Västernorrlands län*. Länsstyrelsen Jämtland, Rapport 2013:11, Länsstyrelsen Västernorrland, Rapport 2013:05.
- Jonson, M., 2007. *Vegetationsförändringar i våtmarker med höga naturvärden - En fältuppföljning av förändringsindikationer från satellitbild*. Länsstyrelsen Gävleborgs län, Rapport 2007:19.

Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2013.

<http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/miljo-och-klimat/tillstandet-i-miljon/vatmarker/Pages/vatmarker.aspx> (hämtad 2013-01).

Löfroth, M., 1991. *Våtmarkerna och deras betydelse*. Naturvårdsverket, Rapport 3824, 93 s.

Miljömål.se - den svenska miljömålsportalen, 2013. <http://www.miljomal.se> (hämtad 2013-02).

Naturvårdsverket, 2007. *Myllrande våtmarker - Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Naturvårdsverket, Rapport 5771.

Nordiska ministerrådet. 1984. *Naturgeografisk regionindelning av Norden*. Arlöv.

Nordiska ministerrådet, 1994. *Vegetationstyper i Norden*. Nordiska ministerrådet. Tema Nord 1994: 665.

Pettersson, T., 2009. *Rikkärrsinventering i Örebro län 2005-2007*. Länsstyrelsen i Örebro län, Publ. nr 2009:05.

Rosenberg, K., 1974. *Sjön Tysslingens vegetation och fågelliv*. Länsstyrelsen i Örebro län, Naturvårdsenheten.

Sjögren, H., 1971. *Tysslinge. En kommun som upphörde*, andra upplagan, kap Då Tysslingen sänktes, sid 108 ff.

SMHI, 1995. *Väder och Vatten*. Nr 6-9.

SMHI, 1997. *Väder och Vatten*. Nr 6, 8.

SMHI, 1999. *Väder och Vatten*. Nr 6-9.

SMHI, 2000. *Väder och Vatten*. Nr 6-9.

SMHI, 2007. *Väder och Vatten*. Nr 5-8.

SMHI, 2009. *Väder och Vatten*. Nr 5-8.

SMHI, 2010. *Väder och Vatten*. Nr 5-8.

Tivedens nationalpark, 2016.

<http://www.tiveden.se/segora/segora/hammarsjonsfagelreservat.5.689f486d12ec875fc418000547.html> (hämtad 2016-01).

Bilaga 1. Väderanalysdata

Väderanalysdata 1995 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Dalarnas län	Särna				Mora			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1995								
T (°C)	5,5	11,9	13,2	12,5	-	-	-	-
T (°C) Normal 1961-90	7	12,1	13,4	11,8	-	-	-	-
Antal frostnätter	16	2	1	4	-	-	-	-
Nb (mm)	103	96	122	55	-	-	-	-
Nb (mm) Normal 1961-90	52	70	85	71	-	-	-	-

Värmlands & Örebro län	Östmark				Karlstad				Örebro			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1995												
T (°C)	7,7	13,3	14,8	14,7	9,1	14,8	16,2	17	9,5	15,6	16,7	17,4
T (°C) Normal 1961-90	9,1	13,3	14,7	13,1	9,9	14,7	16,1	14,9	10,5	15,1	16,3	15
Antal frostnätter	12	2	0	0	3	0	0	0	5	0	0	0
Nb (mm)	75	105	160	28	58	111	60	32	75	74	73	23
Nb (mm) Normal 1961-90	62	82	86	87	42	53	62	73	41	50	76	66

Västmanlands & V. Götalands län	Västerås				Nordkoster				Borås			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1995												
T (°C)	9,3	16	17,2	17,8	9,6	14,6	17	18,3	9,6	13,9	16,7	17,1
T (°C) Normal 1961-90	10,5	15,3	16,6	15,5	10,8	15,2	16,7	16,1	10,3	14,4	15,5	14,6
Antal frostnätter	5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Nb (mm)	37	72	40	13	28	96	57	11	55	118	47	37
Nb (mm) Normal 1961-90	32	46	66	63	51	56	55	75	59	74	84	83

Östergötlands län	Norrköping				Malexander			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1995								
T (°C)	9,3	15,1	16,9	17,1	9	14,4	16,7	17,3
T (°C) Normal 1961-90	10,8	15,2	16,5	15,7	10	14,6	15,9	15
Antal frostnätter	6	0	0	0	6	0	0	0
Nb (mm)	34	73	41	4	50	89	72	17
Nb (mm) Normal 1961-90	46	50	64	58	41	51	67	61

Jönköpings & Hallands län	Haghult				Halmstad			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1995								
T (°C)	8,9	14	16,5	16	10,4	14,9	18,1	18,1
T (°C) Normal 1961-90	9,8	13,8	14,9	13,9	11,1	14,9	16,1	15,6
Antal frostnätter	9	0	0	1	3	0	0	0
Nb (mm)	99	71	39	18	46	48	55	26
Nb (mm) Normal 1961-90	48	57	80	74	46	65	85	83

Väderanalysdata 1997 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Dalarnas län 1997	Särna				Mora			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
T (°C)	5,2		15,5		7,6		17,8	
T (°C) Normal 1961-90	7		13,4		9,2		15,3	
Antal frostnätter	18		0		10		0	
Nb (mm)	95		113		119		50	
Nb (mm) Normal 1961-90	52		85		45		75	

Värmlands & Örebro län 1997	Östmark				Karlstad				Örebro			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
T (°C)	7,2		16,9		9		19		9,7		18,6	
T (°C) Normal 1961-90	9,1		14,7		9,9		16,1		10,5		16,3	
Antal frostnätter	5		0		2		0		3		0	
Nb (mm)	62		48		92		34		100		23	
Nb (mm) Normal 1961-90	81		86		42		62		41		76	

Västmanlands & V. Götalands län 1997	Västerås				Nordkoster				Borås			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
T (°C)	9,1		18		9,5		18,8		9		17,6	
T (°C) Normal 1961-90	10,5		16,6		10,8		16,7		10,3		15,5	
Antal frostnätter	2		0		0		0		2		0	
Nb (mm)	65		38		70		59		103		41	
Nb (mm) Normal 1961-90	32		66		51		55		59		84	

Östergötlands län 1997	Norrköping				Malexander			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
T (°C)	9,4		18,2		9,2		17,4	
T (°C) Normal 1961-90	10,8		16,5		10,5		16,2	
Antal frostnätter	2		0		2		0	
Nb (mm)	62		34		78		80	
Nb (mm) Normal 1961-90	35		60		38		66	

Jönköpings & Hallands län 1997	Haghult				Halmstad			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
T (°C)	8,5		17,4		9,9		18,3	
T (°C) Normal 1961-90	9,6		16,2		11,1		16,1	
Antal frostnätter	7		0		1		0	
Nb (mm)	59		80		82		111	
Nb (mm) Normal 1961-90	46		66		46		85	

Väderanalysdata 1999 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Dalarnas län	Särna				Mora			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1999								
T (°C)	6	12,2	14,4	11,3	8,2	14,5	17	13,5
T (°C) Normal 1961-90	7	12,1	13,4	11,8	9,2	14,1	15,3	13,8
Antal frostnätter	21	1	-	6	15	0	0	1
Nb (mm)	25	99	44	55	25	101	42	37
Nb (mm) Normal 1961-90	52	70	85	71	45	58	75	70

Värmlands & Örebro län	Östmark				Karlstad				Örebro			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1999												
T (°C)	7,5	12,8	15,7	12,9	9,2	14,6	17,8	15,8	9,8	15,3	18	15,1
T (°C) Normal 1961-90	8,7	13,4	14,5	13	10,5	15,2	16,6	15,6	10,5	15,1	16,3	15
Antal frostnätter	15	0	0	0	2	0	0	0	6	-	0	0
Nb (mm)	49	152	100	35	51	96	104	76	52	106	87	59
Nb (mm) Normal 1961-90	62	82	86	87	42	53	62	73	41	50	76	66

Västmanlands & V. Götalands län	Västerås				Nordkoster				Borås			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1999												
T (°C)	9,9	16,1	18,7	15,5	10,1	14	17,5	16,6	9,6	14	17,2	15,4
T (°C) Normal 1961-90	10,5	15,3	16,6	15,5	10,8	15,2	16,7	16,1	10,3	14,4	15,5	14,6
Antal frostnätter	5	0	0	0	-	0	0	0	5	0	0	0
Nb (mm)	21	45	53	48	57	177	36	44	60	98	80	83
Nb (mm) Normal 1961-90	32	46	66	63	51	56	55	75	59	74	84	83

Östergötlands län	Norrköping				Malexander			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1999								
T (°C)	9,7	15,8	18,7	16	9,2	15,2	17,9	15,6
T (°C) Normal 1961-90	10,8	15,2	16,5	15,7	10,5	15	16,2	15,3
Antal frostnätter	3	0	0	0	7	0	0	0
Nb (mm)	25	48	34	47	23	54	21	43
Nb (mm) Normal 1961-90	36	50	62	59	38	45	66	61

Jönköpings & Hallands län	Haghult				Halmstad			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
1999								
T (°C)	8,4	13,5	16,5	14,4	10,8	14,8	18,2	16,6
T (°C) Normal 1961-90	9,6	13,9	15	14,1	11,1	14,9	16,1	15,6
Antal frostnätter	9	0	0	0	2	0	0	0
Nb (mm)	47	138	39	116	79	119	42	135
Nb (mm) Normal 1961-90	50	61	83	75	46	65	65	83

Väderanalysdata 2000 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Dalarnas län	Särna				Mora			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2000								
T (°C)	8,9	10,1	12,7	10,8	10,8	12,7	14,7	13,4
T (°C) Normal 1961-90	7	12,1	13,4	11,8	9,2	14,1	15,3	13,8
Antal frostnätter	-	-	-	-	3	1	0	0
Nb (mm)	70	70	-	54	70	90	170	84
Nb (mm) Normal 1961-90	52	70	85	71	45	58	75	70

Värmlands & Örebro län	Östmark				Karlstad				Örebro			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2000												
T (°C)	10,6	12,1	14,3	13,3	12,5	14	15,9	15,5	12,8	14,2	15,9	15,3
T (°C) Normal 1961-90	8,7	13,4	14,5	13	10,5	15,2	16,6	15,6	10,5	15,1	16,3	15
Antal frostnätter	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	94	100	-	59	63	69	124	83	53	115	229	34
Nb (mm) Normal 1961-90	62	82	86	87	42	53	62	87	41	50	76	66

Västmanlands & V. Götalands län	Västerås				Nordkoster				Borås			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2000												
T (°C)	12,7	14,2	16	15,8	12,2	13,3	15,7	15,5	12,3	13,7	15,4	14,6
T (°C) Normal 1961-90	10,5	15,3	16,6	15,5	10,8	15,2	16,7	16,1	10,3	14,4	15,5	14,6
Antal frostnätter	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	45	85	173	17	76	55	-	60	80	87	86	88
Nb (mm) Normal 1961-90	32	46	66	63	51	56	55	75	59	74	84	83

Östergötlands län	Norrköping				Malexander			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2000								
T (°C)	12,6	14,3	15,9	15,6	12,3	13,9	15,2	14,9
T (°C) Normal 1961-90	10,8	15,2	16,5	15,7	10,5	15	16,2	15,3
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	30	49	133	72	28	61	179	45
Nb (mm) Normal 1961-90	36	50	62	59	38	45	66	61

Jönköpings & Hallands län	Haghult				Halmstad			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2000								
T (°C)	11,6	13,1	14	13,8	13,2	14,7	16	15,8
T (°C) Normal 1961-90	9,6	13,9	15	14,1	11,1	14,9	16,1	15,6
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	42	78	83	60	44	98	33	86
Nb (mm) Normal 1961-90	50	61	83	75	46	65	85	83

Väderanalysdata 2007 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Dalarnas län	Särna				Mora			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2007								
T (°C)	7,7	14	16,5	13,4	9,9	15,2	18,2	15
T (°C) Normal 1961-90	6,9	12,1	13,8	11,7	9,1	14,1	15,4	13,5
Antal frostnätter	11	2	1	3	4	0	0	0
Nb (mm)	54	52	85	60	42	68	63	52
Nb (mm) Normal 1961-90	49	67	80	68	42	53	69	67

Värmlands & Örebro län	Östmark				Karlstad				Örebro			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2007												
T (°C)	9,7	15,2	18,3	14,4	10,6	16,2	20,2	16,5	10,8	15,9	19,7	15,8
T (°C) Normal 1961-90	9,3	13,9	15,1	13,3	10,5	15,2	16,6	15,6	10,4	14,8	16	14,8
Antal frostnätter	7	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
Nb (mm)	9,6	72	45	64	79	46	32	39	62	57	52	71
Nb (mm) Normal 1961-90	64	80	91	91	42	56	63	72	37	48	64	63

Västmanlands & V. Götalands län	Västerås				Nordkoster				Borås			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2007												
T (°C)	10,9	16,1	20,2	17,1	10,4	16,3	15,9	17,1	10,9	16,4	15,3	15,9
T (°C) Normal 1961-90	10,6	15,4	16,7	15,6	10,4	14,8	16,3	15,8	10,3	14,4	15,6	14,7
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	53	53	50	35	75	84	110	79	78	128	174	89
Nb (mm) Normal 1961-90	35	50	72	69	43	49	46	65	58	74	84	83

Östergötlands län	Norrköping				Malexander			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2007								
T (°C)	11,6	16,3	20,5	16,9	11,1	15,7	20	16,2
T (°C) Normal 1961-90	10,4	15,1	16,6	15,5	10,3	14,7	16,1	15,1
Antal frostnätter	1	0	0	0	1	0	0	0
Nb (mm)	46	80	55	57	62	94	35	59
Nb (mm) Normal 1961-90	31	43	57	52	37	49	72	70

Jönköpings & Hallands län	Haghult				Halmstad			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2007								
T (°C)	10,1	14,9	18,9	14,7	12,4	16,9	20,4	16,9
T (°C) Normal 1961-90	9,3	13,6	14,8	14	11,2	15	16,2	15,8
Antal frostnätter	4	1	0	1	0	0	0	0
Nb (mm)	50	160	21	70	93	243	24	133
Nb (mm) Normal 1961-90	52	63	86	78	45	64	82	86

Väderanalysdata 2009 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Dalarnas län	Särna				Mora			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2009								
T (°C)	8,4	11,5	14,2	12,6	10,5	13	15,6	14,8
T (°C) Normal 1961-90	6,9	12,1	13,3	11,7	9,1	14,1	15,4	13,5
Antal frostnätter	12	0	0	2	4	0	0	0
Nb (mm)	41	79	119	120	32	109	194	96
Nb (mm) Normal 1961-90	49	67	80	68	42	73	69	67

Värmlands & Örebro län	Östmark				Karlstad				Örebro			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2009												
T (°C)	10,2	13,3	15,7	14,2	10,6	13,9	15,9	15,7	10,5	13,8	16,5	16
T (°C) Normal 1961-90	9,3	13,9	15,1	13,3	10	14,8	16,1	15	10,4	14,8	16	14,8
Antal frostnätter	7	1	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0
Nb (mm)	51	72	228	116	41	49	242	63	45	73	160	74
Nb (mm) Normal 1961-90	64	80	91	91	42	56	63	72	43	51	77	69

Västmanlands & V. Götalands län	Västerås				Nordkoster				Borås			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2009												
T (°C)	11,5	13,9	17,3	16,9	11,6	15,1	17,2	16,8	11	14	16,9	15,8
T (°C) Normal 1961-90	10,6	15,4	16,7	15,6	10,4	14,8	16,3	15,8	10,3	14,4	15,6	14,7
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	40	89	148	63	54	43	104	79	66	100	158	96
Nb (mm) Normal 1961-90	35	50	72	69	43	49	46	65	58	74	84	83

Östergötlands län	Norrköping				Malexander			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2009								
T (°C)	11,5	14	17,3	16,8	10,6	13,3	16,6	16,1
T (°C) Normal 1961-90	10,4	15,1	16,6	15,5	10,3	14,7	16,1	15,1
Antal frostnätter	2	1	0	0	4	1	0	0
Nb (mm)	51	42	104	71	66	52	145	94
Nb (mm) Normal 1961-90	31	43	57	52	37	49	72	70

Jönköpings & Hallands län	Haghult				Halmstad			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2009								
T (°C)	10	12,8	16,3	16,1	11,8	14,7	18,1	17,2
T (°C) Normal 1961-90	9,3	13,6	14,8	15,1	11,2	15	16,2	15,8
Antal frostnätter	5	2	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	57	72	108	94	82	73	123	116
Nb (mm) Normal 1961-90	52	63	86	70	45	64	82	86

Väderanalysdata 2010 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

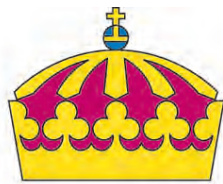
Dalarnas län	Särna				Mora			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2010	6,9	11,4	15,5	13,2	9,1	13,5	17,6	14,8
T (°C)	6,9	11,4	15,5	13,2	9,1	13,5	17,6	14,8
T (°C) Normal 1961-90	5,9	12,1	13,3	11,7	9,1	14,1	15,4	13,5
Antal frostnätter	11	0	0	0	7	0	0	0
Nb (mm)	63	109	87	68	106	101	91	70
Nb (mm) Normal 1961-90	49	67	80	68	42	53	69	67

Värmlands & Örebro län	Östmark				Karlstad				Örebro			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2010	9,4	13,5	16,8	14,6	9,7	14,1	17,7	15,5	11,2	15,3	19,1	16,5
T (°C)	9,4	13,5	16,8	14,6	9,7	14,1	17,7	15,5	11,2	15,3	19,1	16,5
T (°C) Normal 1961-90	9,3	13,9	15,1	13,3	10	14,8	16,1	15	10,4	14,8	16	14,8
Antal frostnätter	8	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0
Nb (mm)	57	117	129	154	-	50	125	111	115	25	166	83
Nb (mm) Normal 1961-90	64	80	91	91	42	56	63	72	43	51	77	69

Västmanlands & V. Götalands län	Västerås				Nordkoster				Borås			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2010	11,3	15,3	20,1	16,5	10,3	14,3	17,5	16,5	9,9	14	18,5	15,7
T (°C)	11,3	15,3	20,1	16,5	10,3	14,3	17,5	16,5	9,9	14	18,5	15,7
T (°C) Normal 1961-90	10,6	15,4	16,7	15,6	10,4	14,8	16,3	15,8	10,3	14,4	15,6	14,7
Antal frostnätter	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	79	41	82	77	28	33	88	86	85	63	140	201
Nb (mm) Normal 1961-90	35	50	72	69	43	49	46	65	58	74	84	83

Östergötlands län	Norrköping				Malexander			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2010	10,8	15,3	20	16,8	10,1	14,3	19,2	15,9
T (°C)	10,8	15,3	20	16,8	10,1	14,3	19,2	15,9
T (°C) Normal 1961-90	10,4	15,1	16,6	15,5	10,3	14,7	16,1	15,1
Antal frostnätter	4	0	0	0	5	0	0	0
Nb (mm)	67	32	82	95	82	47	104	138
Nb (mm) Normal 1961-90	31	43	57	52	37	49	72	70

Jönköpings & Hallands län	Haghult				Halmstad			
	Maj	Juni	Juli	Aug	Maj	Juni	Juli	Aug
2010	8,9	13,6	18,3	15,2	10,1	14,3	19,4	16,8
T (°C)	8,9	13,6	18,3	15,2	10,1	14,3	19,4	16,8
T (°C) Normal 1961-90	9,3	13,6	14,8	14	11,2	15	16,2	15,8
Antal frostnätter	6	0	0	0	2	0	0	0
Nb (mm)	70	84	98	141	53	118	84	126
Nb (mm) Normal 1961-90	52	63	86	78	45	64	82	86



Länsstyrelserna
