



Länsstyrelserna



Satellitbaserad övervakning av våtmarker

Slutrapport Jämtlands och Västernorrlands län

Satellitbaserad övervakning av våtmarker - slutrapport Jämtlands och Västernorrlands län

Författare: Niklas Hahn, Kjell Wester, Thomas Hedvall, Katarina Eriksson, Saad Alsam
(Brockmann Geomatics Sweden AB)

Fotograf omslag: Jonas Salmonsson, Länsstyrelsen Västernorrland

Länsstyrelsen Jämtland rapport nr 2013:11

Länsstyrelsen Västernorrland rapport nr 2013:05

ISSN 1403-624X

Diarienummer Jämtland: 502-4135-2013

Diarienummer Västernorrland: 502-5392-12

Denna rapport går att få i alternativt format.



Länsstyrelsen
Jämtlands län



Länsstyrelsen
Västernorrland



BROCKMANN GEOMATICS
SWEDEN AB

Förord

Miljöövervakning är långsiktigt återkommande systematiska undersökningar som ger information om förändringar i miljötillståndet. Miljöövervakningen är en integrerad del och en förutsättning för det svenska miljöarbetet. Den regionala miljöövervakningen beskrivs i länsvisa program och omfattar flera olika programområden (för Västernorrland, se Olofsson, 2009). Ett av dessa är "Programområde Våtmark" som innehåller ett flertal delprogram som följer upp länens miljötillstånd i våtmarker. Aktuellt delprogram "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" syftar till att övervaka vegetationsförändringar på myrar med särskilt fokus på påverkan från markanvändning.

Trots våtmarkernas viktiga funktion och ekologiska betydelse för landskapet har en stor andel av dessa påverkats negativt genom årens lopp. Många av de myrar som är kvar i Jämtland och Västernorrland har påverkats och påverkas i olika grad av bl.a. dikning, dikesrensning, skyddsdikning, utbyggnad av skogsbilvägar eller skogsavverkningar. Detta har lett till en snabbare igenväxning av myrarna än vad som är naturligt. Även upphörd slåtterhävd/betesdrift och tillförsel av luftburna näringsämnen kan leda till en ökad igenväxning.

För att kunna mäta var i landskapet igenväxningen är som störst genomfördes ovan nämnda delprogram under perioden 2011-2013 av Brockmann Geomatics Sweden AB i nära samarbete med Länsstyrelsen i Jämtland och Västernorrland där Lisa Tenning respektive Jonas Salmonsson varit kontaktpersoner. Den satellitbaserade våtmarksövervakningen har finansierats av Naturvårdsverket inom programområdet Våtmark med Johan Abenius som kontaktperson.

För Västernorrlands och Jämtlands del kommer våtmarksövervakningen att leda till att vi får en bättre bild av hur vegetationen förändras i respektive län, men även mer detaljerad information om förändringar i varje enskild öppen myr. Detta ger oss bättre underlag för att kunna prioritera vilka myrar som är i behov av t.ex. restaurering. När övervakningsarbetet återkommer nästa gång i det planerade 10-åriga omdrevet kommer vi att få ytterligare kunskap om hur snabbt vegetationen förändras.

Ett stort tack till alla som medverkat!

Helena Eriksson
Enhetschef
Naturvårdsenheten
Länsstyrelsen Jämtlands län

Irene Hedlund
Enhetschef
Enheten för miljöanalys och viltförvaltning
Länsstyrelsen Västernorrlands län

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	5
Sammanfattning	7
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Den nationella våtmarksinventeringen, VMI.....	9
1.3 Natura 2000	10
1.4 De svenska miljömålen	10
1.4.1 Generationsmålet.....	10
1.4.2 Miljökvalitetsmålen	11
1.5 Utveckling av satellitbaserad våtmarksövervakning	13
1.6 Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram	15
2 Metod - Satellitbaserad våtmarksövervakning	17
2.1 Förarbete	19
2.1.1 Kontakt	19
2.1.2 Val av satellitscener inklusive väderanalys	19
2.1.3 Skapa scenpar	19
2.2 Preparering	20
2.2.1 Fjällmask.....	20
2.2.2 "Öppen myr"-mask.....	20
2.2.3 Molnmask.....	20
2.3 Basklassning.....	20
2.4 Förändringsanalys.....	22
2.4.1 Stratifiering utifrån myrtypsregioner	22
2.4.2 Riktad förändringsanalys	23
2.4.3 Generalisering av delresultat	24
2.5 Utvärdering.....	26
2.5.1 Utvärderingsområden	26
2.5.2 Utvärderingsytor	26
2.5.3 Flygbildstolkning.....	26
2.5.4 Fältkontroll	27
2.6 Resultatsammanställning	28
2.6.1 Kvalitetskontroll och efterbearbetning.....	28
2.6.2 Indikatorer.....	28
2.6.3 Rapport.....	29
2.7 Leverans.....	29
3 Genomförande.....	31
3.1 Om undersökningsområdet.....	31
3.2 Val av satellitdata	31
3.2.1 Satellitscener tidpunkt 1 - "1990"	32
3.2.2 Satellitscener tidpunkt 2 - "2002"	33
3.2.3 Scenpar	34
3.2.4 Väderanalys	35
3.2.5 Satellitscensmosaiker	37
3.2.6 Undersökningsområdet.....	38
3.2.7 Analyserbart område.....	38
3.3 Basklassning.....	39

3.4	Förändringsanalys.....	40
3.4.1	Stratifiering utifrån myrtypsregioner	40
3.4.2	Riktad förändringsanalys.....	40
4	Resultat	41
4.1	Förändringsanalys.....	41
4.2	Indikator	42
4.2.1	Indikator - Kommun	42
4.2.2	Indikator - 10km x 10km ruta	43
4.2.3	Indikator - Myrtypsregion	43
4.2.4	Indikator - Naturgeografisk region	44
4.2.5	Indikator - Huvudavrinningsområde	44
4.2.6	Indikator - Delavrinningsområde.....	45
4.2.7	Indikator - Kommun och 10km x 10km ruta.....	45
5	Utvärdering	46
5.1	Genomförande av utvärderingen.....	46
5.2	Bildexempel från fältkontrollen.....	47
5.3	Utvärdering av resultat från förändringsanalysen	49
5.3.1	"Öppen myr"-mask problematik	49
5.3.2	Överensstämmelse FI-ytor	50
5.3.3	Överensstämmelse referensytor.....	51
5.3.4	Ingrepp/orsak	52
6	Leverans av resultat	54
7	Diskussion och slutsatser.....	56
7.1	Exempel på tillämpning av slutresultatet.....	56
	Referenser	58
	Bilaga A. Väderanalysdata.....	60

Sammanfattning

Miljöövervakning av våtmarker bedrivs inom Naturvårdsverkets programområde våtmark med syfte att långsiktigt följa utvecklingen av våtmarkernas tillstånd vad gäller hydrologisk orördhet och biologisk mångfald. För ett av delprogrammen används "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" för att upptäcka markanvändningsbetingade vegetationsförändringar i öppna myrar. Avsikten är att hela landet förutom fjällen ska täckas från norr till söder med ett omdrev på tio år.

Under perioden 2011-2013 utfördes övervakningsarbetet i Jämtlands och Västernorrlands län. För analysen används två set av satellitdata, ett från en äldre tidpunkt (främst från 1990 men även 1986 och 1987) och ett från en senare tidpunkt (främst från 2002 men även 1999, 2000 och 2003).

Metoden baseras på antagandet att spektralt och vegetationsmässigt homogena myrtyper uppträder likartat med avseende på fenologi och väder. Detta innebär att om myrtyperna avgränsas vid tidpunkt 1 så kan spektralt avvikande myrar, dvs. förändrade myrar, sökas genom riktad förändringsanalys inom grupperna vid tidpunkt 2. Förändringsriktningen som analyserats är ökad biomassa/igenväxning. Förändringarna redovisas i två förändringsklasser; "Potentiell förändringsindikation" och "Säker förändringsindikation".

Undersökningsområdet, d.v.s. "Öppen myr" -mask med undantag för fjällen, omfattar totalt ca 635 000 ha. Det analyserbara området, d.v.s. undersökningsområdet med undantag för moln mm, motsvarar ca 82 % av det totala undersökningsområdet.

Av det totala analyserbara området visade 7 400 ha (1,43 %) förändringsindikation (d.v.s. "Potentiell förändringsindikation" eller "Säker förändringsindikation").

Olika förslag till miljöindikatorer har testats i syfte att på ett tydligare sätt redovisa resultatet från förändringsanalysen. En lämplig och flexibel strategi är att redovisa resultatet som andel "Säker förändring" per "Analyserad myr" för olika områdes- eller regionsindelningar. Exempel på intressanta områdesindelningar är "10km x 10km" -rutor samt delavrinningsområden.

Utvärderingen, som utfördes med hjälp av flygbildstolkning och fältbesök, visar att överensstämmelsen för de 73 slumpmässigt valda förändringsindikationsytorna ligger minst på 71 % och max på 85 %. Motsvarande överensstämmelse för de 25 slumpmässigt valda referensytorna ligger minst på 56 % och max på 80 %.

Vid flygbildstolkning och fältbesök 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" (40 %), "Hygge" (21 %), "Ungskog" (13 %), "Väg" (6 %) och "Torvtäkt" (5 %).

Arbetet har genomförts av Brockmann Geomatics Sweden AB i nära samarbete med länsstyrelsen i Jämtlands och Västernorrlands län, och har finansierats av Naturvårdsverket med medel från den nationella miljöövervakningen.

Niklas Hahn, Kjell Wester, Thomas Hedvall, Katarina Eriksson, Saad Alsam
Brockmann Geomatics Sweden AB

1 Inledning

Efter ett omfattande utvecklingsarbete med tester, konsultationer och utvärderingar har Brockmann Geomatics Sweden AB tillsammans med Länsstyrelsen, Naturvårdsverket och Rymdstyrelsen utvecklat ett satellitbaserat övervakningsprogram för Sveriges våtmarker. Syftet har varit att ta fram en satellitbaserad metod för övervakning och uppföljning av förändringar av markanvändning i våtmarker.

Sedan 2007 ingår "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram och inom en tioårsperiod ska det första inventeringsvarvet vara genomfört i hela Sverige.

1.1 Bakgrund

Sverige är ett av de våtmarksrikaste länderna i världen och mer än 20 % av vårt land är täckt av våtmarker (Löfroth, 1991). Ca 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, 2007a).

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, 2007a). 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 slätterhåvd och betesdrift upphört. Skogsbruket med dess markanvändning och skogsbilnätet kan också påverka det hydrologiska mönstret i och i anslutning till våtmarker, vilket kan medföra förändrat växtsamhälle.

1.2 Den nationella våtmarksinventeringen, VMI

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 bedöms faktorer som grad och typ av ingrepp, beskoning, 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 blir med åren successivt inaktuell, framför allt gäller det skador på myrarnas vegetation och vattenföring som uppstår genom till exempel skogsbruk eller ny infrastruktur.

1.3 Natura 2000

Natura 2000 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. Inom Natura 2000 -uppföljningen finns ett flertal myrhabitat definierade för vilka nationella bevarandemål uppställts och parametrar har definierats för att det ska vara möjligt att övervaka att en gynnsam bevarandestatus bibehålls.

För att kunna följa de nationella och regionala miljömålen samt bevarandestatus för våtmarker inom Natura 2000 -nätverket behöver Naturvårdsverket och Länsstyrelserna 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.

1.4 De svenska miljömålen

Det svenska miljömålssystemet innehåller ett generationsmål, sexton miljökvalitetsmål och fjorton etappmål (från Miljömål.se, 2013):

- "Ett generationsmål anger inriktningen för en samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att nå miljökvalitetsmålen."
- "Miljökvalitetsmål anger det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till."
- "Etappmål anger steg på vägen till miljökvalitetsmålen och generationsmålet."

1.4.1 Generationsmålet

Riksdagens definition av generationsmålet (från Miljömål.se, 2013): "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 (från Miljömål.se, 2013):

- "Ekosystemen har återhämtat sig, eller är på väg att återhämta sig, och deras förmåga att långsiktigt generera ekosystemtjänster är säkrad."

- "Den biologiska mångfalden och natur- och kulturmiljön bevaras, främjas och nyttjas hållbart."
- "Människors hälsa utsätts för minimal negativ miljöpåverkan samtidigt som miljöns positiva inverkan på människors hälsa främjas."
- "Kretsloppen är resurseffektiva och så långt som möjligt fria från farliga ämnen."
- "En god hushållning sker med naturresurserna."
- "Andelen förnybar energi ökar och att energianvändningen är effektiv med minimal påverkan på miljön."
- "Konsumtionsmönstren av varor och tjänster orsakar så små miljö- och hälsoproblem som möjligt."

1.4.2 Miljökvalitetsmålen

Miljökvalitetsmålen anger det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska resultera i. För miljökvalitetsmålen finns det även förtydligande preciseringar vilka används i det löpande uppföljningsarbetet.

Det svenska miljömålssystemet innehåller sexton miljökvalitetsmål. "Myllrande våtmarker" är ett av dessa mål och riksdagens definition är (från Miljömål.se, 2013): "Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden."

Precisering av miljökvalitetsmålet "Myllrande våtmarker" (från Miljömål.se, 2013):

- "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."

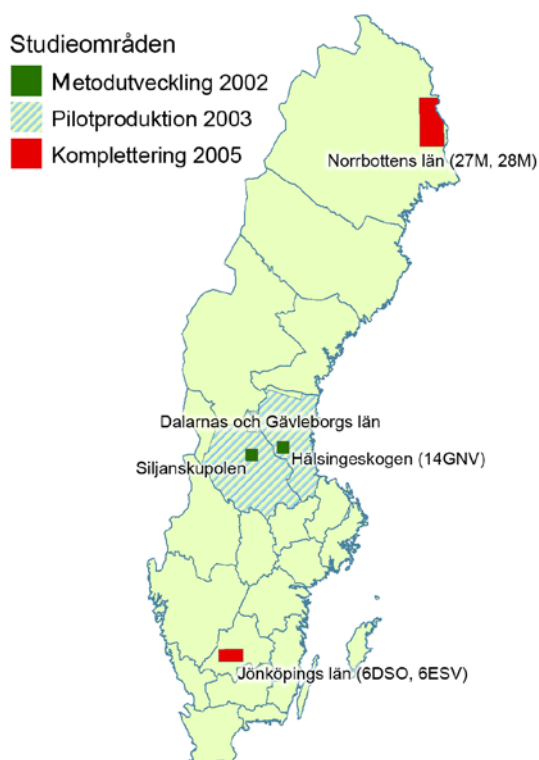
1.5 Utveckling av satellitbaserad våtmarksövervakning

För att kunna följa upp nationella och regionala miljömål samt status för våtmarker inom EU:s art- och habitatdirektiv behövde Naturvårdsverket och Länsstyrelserna 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 framtagna metod i Siljanskupolen i Dalarna respektive Hälsingeskogen i Gävleborgs län (figur 1). Båda områdena är myrrika och omfattar myrar av många olika typer.



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

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.

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).

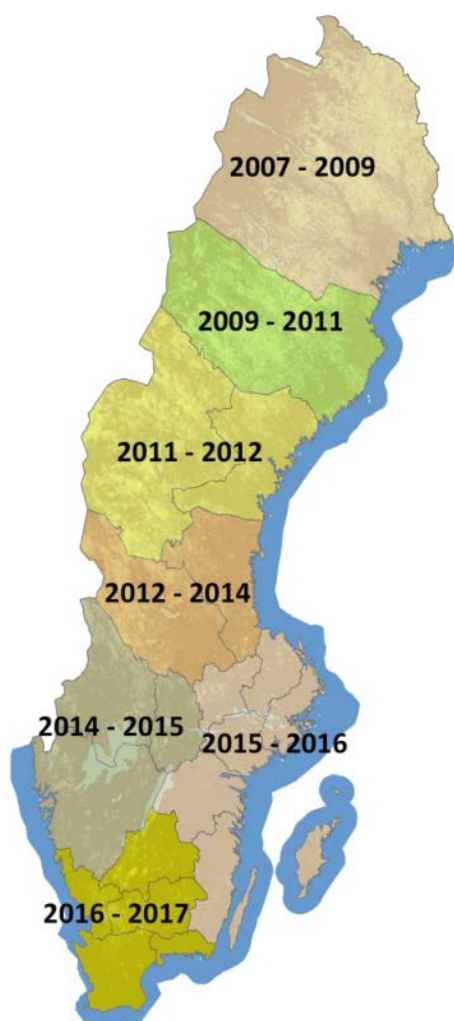
De utvidgade studierna sammanställdes till en rapport (Boresjö Bronge, 2006) där resultat och slutsatser ställts samman från de ovanstående utvecklingsuppdrag och denna ligger till grund för metodiken som används i detta förändringsanalysarbete.

Länsstyrelsen i Gävleborgs län 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 % 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 modellen och var ett första prov på metodens användbarhet. Metoden gör det möjligt att kostnadseffektivt framställa heltäckande, enhetliga och jämförbara övervakningsdata över större områden.

1.6 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.



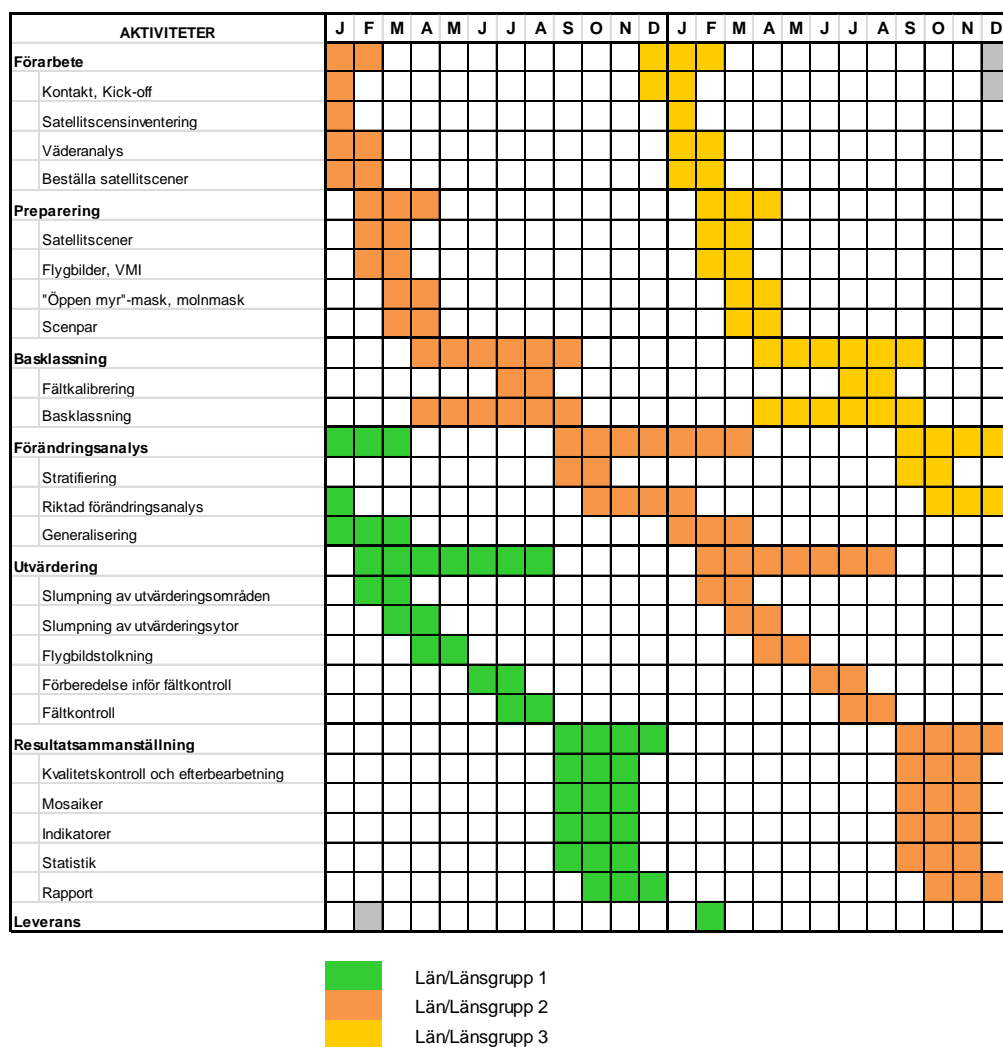
Figur 2. Tidplan för genomförande av första inventeringsvarvet.

Brockmann Geomatics är knuten som utförare till det nationella miljöövervakningsprogrammet genom ett ramavtal med Naturvårdsverket.

De större länen 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.

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.

Figur 3 visar de huvudsakliga aktiviteterna. 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 Metod - 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 vanligare förekommande felkälla beroende på kortare vegetationsperiod samt att kunskapen om våtmarkstyperna i fjällregionerna är sämre än nere i skogslandet där VMI har bidragit till en god kännedom om myrvegetation.



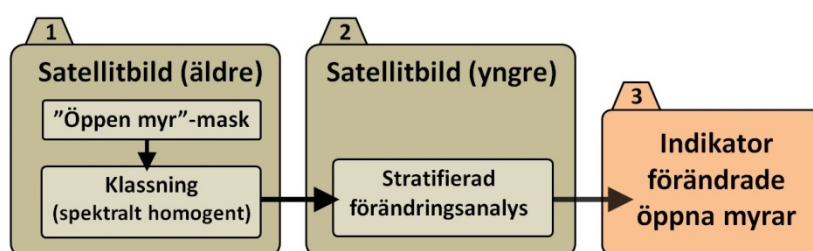
Figur 4. Nationellt övervakningsområde. Öppen myr visas i gult och fjällregionen i grått.

"Satellitbaserad övervakning av våtmarker" består av följande arbetsmoment.

1. Förarbete
2. Preparering
3. Basklassning
4. Förändringsanalys
5. Utvärdering
6. Resultatsammanställning
7. Leverans

Förenklat kan förändringsanalysen ses som en trestegsraket (figur 5).

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 fortfarande är spektralt homogena eller om de förändrats. Förändringsanalysen görs stratifierat, dvs. separat för varje basklass. Ytor inom basklassen som har förändrats mer än basklassen i stort ges en förändringsindikation. Indikationerna för samtliga basklasser läggs sedan samman 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. Analysen görs separat för respektive basklass och läggs sedan ihop till det slutliga resultatet. I steg 3 redovisas var och hur mycket den öppna myren förändrats under tioårsperioden.

2.1 Förarbete

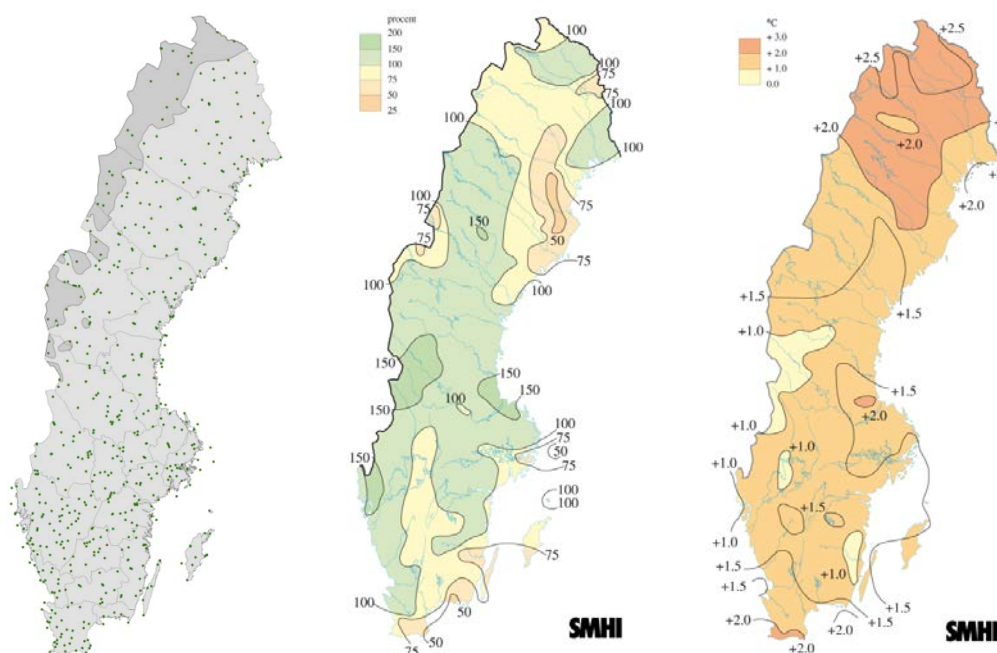
2.1.1 Kontakt

I inledningsskedet av arbetet etableras kontakt med berörda länsstyrelser där utvald personal bildar en projektgrupp och ansvar fördelas. Vid ett Kick-off möte ges information om vad som kommer att göras inom förändringsanalysen och vilken insats som behövs från respektive projektmedlem.

2.1.2 Val av satellitscener inklusive väderanalys

Förändringsanalysen baseras på Landsat TM/ETM satellitdata från två tidpunkter med ca 10-års mellanrum.

För att undvika att skillnader i väderförhållanden mellan olika år ska påverka analysen görs en analys av fenologi och väderförhållanden för de ingående scenerna. I urvalet eftersträvas scener som 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 se 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).

2.1.3 Skapa scenpar

Äldre scener matchas mot yngre så att scenpar erhålls inom vilka fortsatta förändringsanalyser görs.

2.2 Preparering

2.2.1 Fjällmask

Fjällregionen utgörs (figur 4 ovan), på samma sätt som VMI, av den alpina myrregionen som i sin tur definierats av ett antal naturgeografiska regioner.

2.2.2 "Öppen myr"-mask

Svenska MarktäckeData (SMD) används som underlagsdata för att skapa en mask över öppen myr. I datasetet ingår alla Sveriges markklasser, men eftersom analysen endast berör öppen myr kodas bara markklasserna "Limnologiska våtmarker", "Blöt myr", "Övrig myr" och "Torvtäkt" om för att bilda "Öppen myr"-mask, se figur 4 ovan.

2.2.3 Molnmask

För varje satellitscen skapas en molnmask för moln, molnskugga och molnslöja.

Moln klassas med TM1 (Landsat TM band 1). Då molnområden ofta uppvisar tunnare moln i anslutning till mer homogena utförs även en buffring för att inkludera områden inom 150 meters avstånd i molnmasken.

För att klassa molnskugga skapas en kvot mellan TM2 och TM1. Därefter klassas molnskuggor också fram genom spektral tröskling.

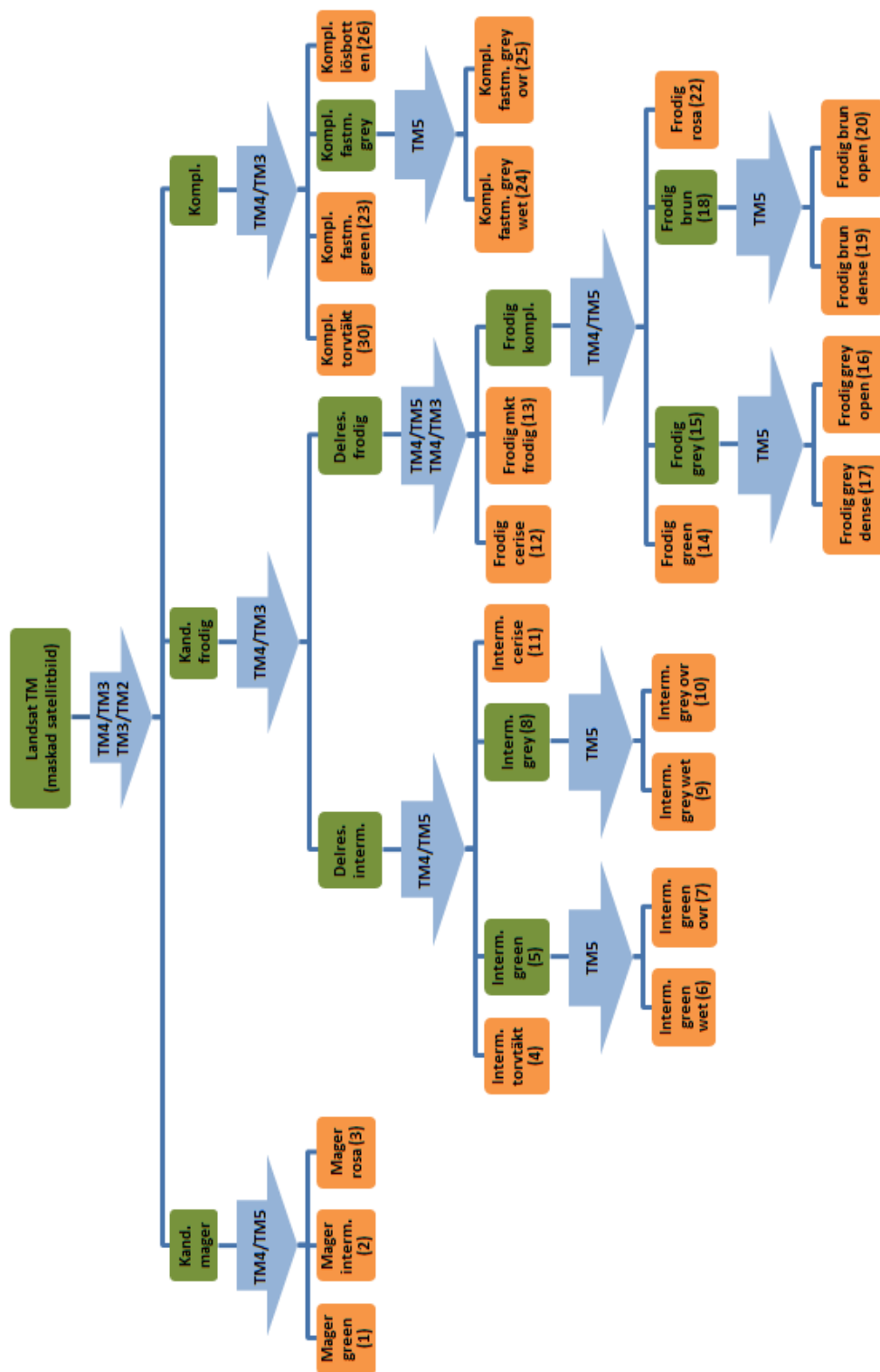
Molnslöja klassas manuellt.

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, se schematisk figur 7. De band och bandkvoter som används vid basklassningen är följande:

- TM5
- TM3/ TM2
- TM4/ TM3
- TM4/ TM5

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).



Figur 7. Klassningsstruktur för basklassningen.

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

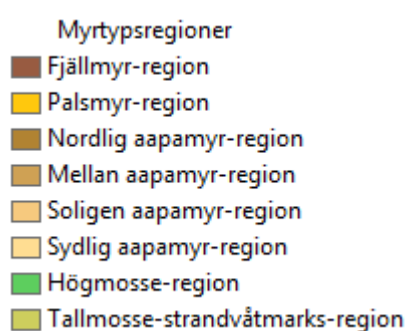
Basklassningen har utvärderats i Norrbotten, se Backe et al, (2012):

"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 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, 1998). En utvärdering av basklassningen som levererades i samband med förändringsanalysen har utförts av Länsstyrelsen. Syftet med utvärderingen av basklassningen är att beskriva klassernas innehåll samt sätta namn i form av välkända myrvegetationstyper för de basklasser som används vid förändringsanalysen."

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).

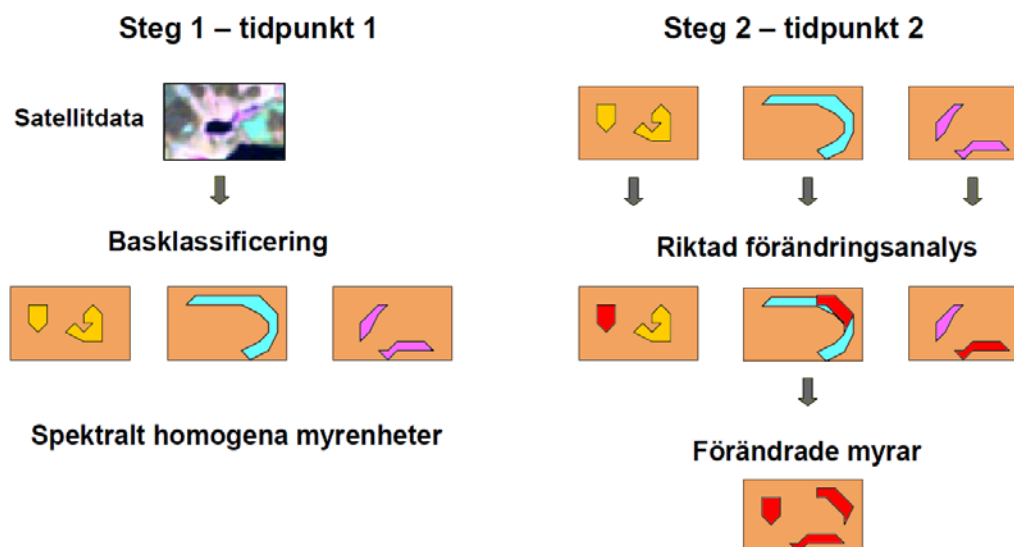


Figur 8. Myrtypsregioner. För att undvika skillnader som egentligen är av fenologisk natur stratifieras analysen utifrån myrtypsregioner (Gunnarsson & Löfroth, 2009).

Myrtypsregionerna som används är de som rekommenderas i VMI-rapporten (Gunnarsson & Löfroth, 2009).

2.4.2 Riktad förändringsanalys

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



Figur 9. Principskiss av den riktade förändringsanalysen. (Boresjö Bronge, 2006)

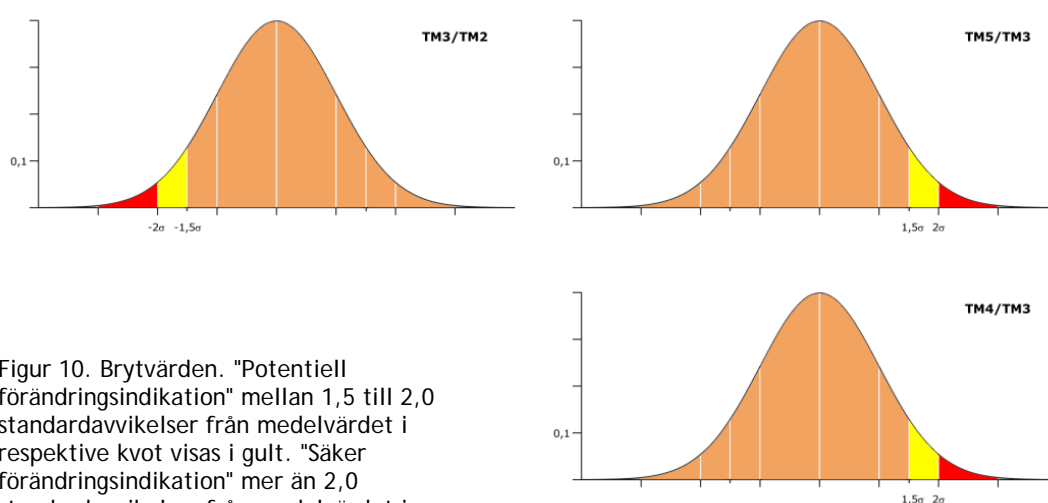
Förändringsriktningen som analyseras är ökad biomassa/igenväxning.

Förändringsanalysen görs utifrån objektspecifika spektrala parametrar och även här utnyttjas bandkvoter. I analysen används de basklasser som genererades i basklassningen som masker. Inom dessa söks avvikande våtmarker uttryckt i medelvärdet under mask i den yngre scenen med hjälp av olika antal standardavvikelser (std) enligt nedan. För att identifiera ökad biomassa/igenväxning används TM3/TM2-kvoten i kombination med TM4/TM3-kvoten och TM3/TM5-kvoten. För varje basklass beräknas "brytvärden" i standardavvikelse från medelvärdet i kvoterna enligt följande:

- Minskande: TM3/TM2 medelvärde - 1,5 std, respektive TM3/TM2 medelvärde - 2,0 std
- Ökande: TM5/TM3 medelvärde + 1,5 std, respektive TM5/TM3 medelvärde + 2,0 std
- Ökande: TM4/TM3 medelvärde + 1,5 std, respektive TM4/TM3 medelvärde + 2,0 std

Två förändringsklasser produceras för varje förändringsriktning/delresultat:

- "Potentiell förändringsindikation" - mindre stark förändringsindikation, mellan 1,5 till 2,0 standardavvikelser från medelvärdet i den kvot som använts (där tecken på standardavvikelsen beror på använd kvot), benämns även som förändringsklass 1 (figur 10).
- "Säker förändringsindikation" - stark förändringsindikation, mer än 2,0 standardavvikelser från medelvärdet i den kvot som använts (där tecken på standardavvikelsen beror på använd kvot), benämns även som förändringsklass 2 (figur 10).

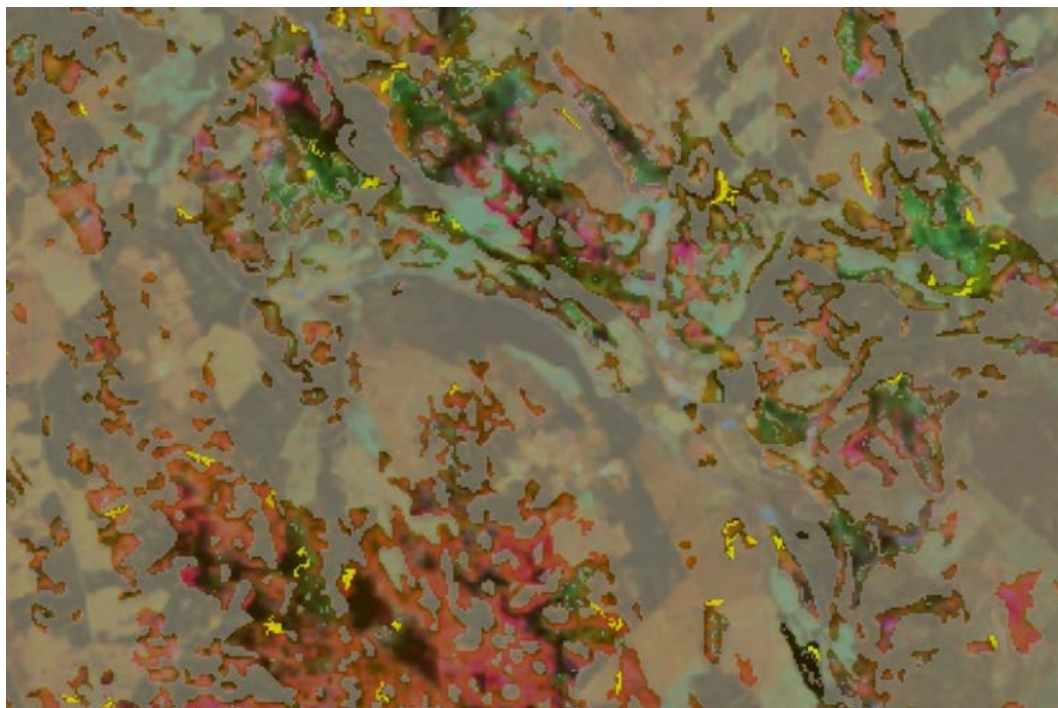


Figur 10. Brytvärden. "Potentiell förändringsindikation" mellan 1,5 till 2,0 standardavvikelser från medelvärdet i respektive kvot visas i gult. "Säker förändringsindikation" mer än 2,0 standardavvikelser från medelvärdet i respektive kvot visas i rött.

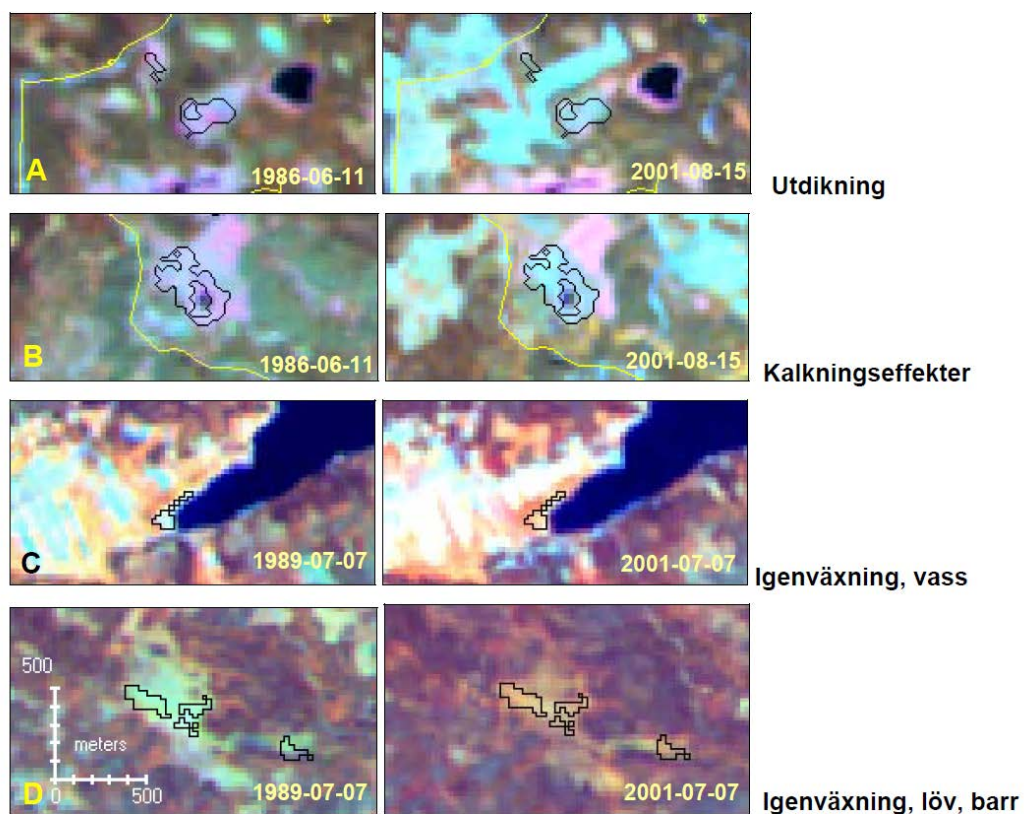
2.4.3 Generalisering av delresultat

De olika delresultaten läggs ihop för varje basklass (se "Riktad förändringsanalys" i figur 9) varefter förändringsklasserna generaliseras till en minsta karteringsenhet på 0,5 ha. Slutligen skapas ett slutresultat med förändringsklasser för samtliga basklasser (se "Förändrade myrar" i figur 9).

Exempel på förändringar om upptäckts med hjälp av den satellitbaserade förändringsanalysen visas i figur 11 och 12.



Figur 11. Öppen myr visas med satellitbildens klara färger (Landsat TM, RGB = Band 453), annan mark i halvtransparent gråton. Förändringarna som detekterats visas i gult.



Figur 12. Exempel på förändringar av myrar under åren 1986 till 2001. Förändringarna visas som svarta polygoner är också verifierade vid besök på plats. Som bakgrund visas Landsat satellitbilder (Boresjö Bronge, 2006).

2.5 Utvärdering

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

Inom respektive utvärderingsområde slumpas utvärderingsytor á 0,5 ha ut, både förändringsindikationsytor (FI-ytor) och oförändrade referensytor (Ref-ytor).

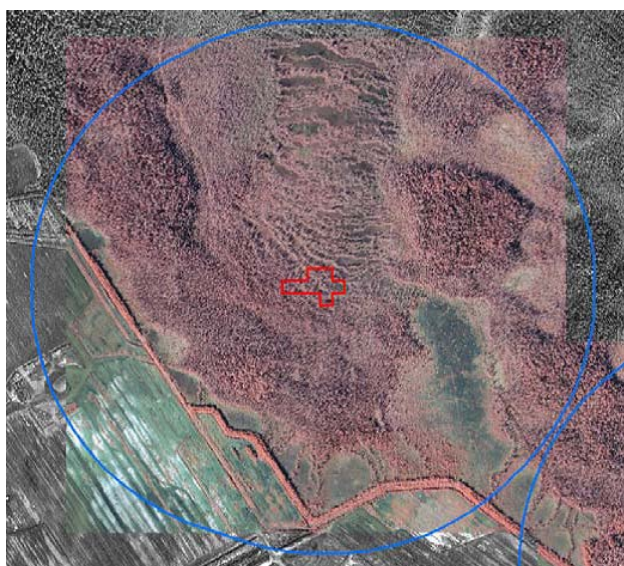
FI-ytorna bör utgöra ca 80 % av utvärderingsytorna och slumpas ut inom förändrad våtmark oavsett basklass eller grad av förändringsindikation (säker samt potentiell förändringsindikation).

Referensytorna bör således utgöra ca 20 % av utvärderingsytorna och slumpas ut inom de icke-förändrade områdena i "Öppen myr"-masken.

2.5.3 Flygbildstolkning

Ett syfte med flygbildstolkningen är att bekräfta om förändring skett och förklara vad anledningen till förändringen var. Ett annat syfte är att sälla bort ytor som inte 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.

Parametrar beskrivs dels inom den 0,5 ha stora utvärderingsytan 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.



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

Parametrar inom utvärderingsytan vid flygbildstolkning är följande (för utförligare beskrivning se Backe et al., 2012):

- "Passning av 'Öppen myr'-mask" - Kontroll om utvärderingsytan ligger inom öppen.
- "Krontäckning" - Krontäckning av trädskikt inom utvärderingsytan.
- "Typ av förändring" - Typ av förändring som kan ses vid jämförelse mellan det äldre och det yngre underlaget.

Parametrar inom radie på 500 m zon kring utvärderingsytan vid flygbildstolkning är följande:

- "Ingrepp" - Ingrepp inom 500 m radie kring utvärderingsytan. Avstånd och riktning till ingrepp samt relevans anges.
- "Förklaring till förändring" - Vilket betyder förklaring till förändringsindikationen, tre alternativ:
 - "Förklaras med tydliga ingrepp"
 - "Förklaras eventuellt med tydliga ingrepp"
 - "Förklaras inte med tydliga ingrepp"

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.

Parametrar inom utvärderingsytan vid fältkontroll är följande (för utförligare beskrivning se Backe et al., 2012):

- "Myrtyp" - Beskrivs med avseende på VMI delobjektstyp, hydrologisk vegetationstyp, vegetationens enhetlighet och Natura 2000 naturtyp.
- "Trädskikt" - Beskrivs med avseende på krontäckning, trädslag och trädålder.
- "Busk- och fältskikt" - Beskrivs med avseende på förekomst av buskar och frodigt fältskikt.
- "Ingrepp" - Ingrepp/orsak som kan förklara förändring. Inbördes relevans anges också.

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

- "Verifierad förändring" - 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 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" - Blöthet i den ena satellitscenen förklarar att ytan fallit ut som förändrad.
- "Inget som tyder på förändring" - Inget som tyder på förändrad vegetation. Inget uppslag av buskar eller träd. Liten mängd frodig vegetation.

2.6 Resultatsammanställning

2.6.1 Kvalitetskontroll och efterbearbetning

De preliminära resultaten från förändringsanalysen och utvärderingen granskas. Eventuella felaktigheter korrigeras och ett slutresultat sammanställs.

2.6.2 Indikatorer

För att kunna följa upp miljökvalitetsmål behövs miljöindikatorer. I Miljömålsportalen (Miljömål.se, 2013) står det att: "en indikator är ett hjälpmedel som förmedlar miljöutvecklingen och ger hjälp i uppföljning och utvärdering". En viktig del i arbetet har därför varit att hitta ett sätt att redovisa förändringsresultatet som en relevant och begriplig indikator.

Olika förslag till miljöindikatorer har testats i syfte att på ett tydligare sätt redovisa resultatet från förändringsanalysen. En lämplig och flexibel strategi är att redovisa resultatet som andel "Säker förändring" per "Analyserad myr" för olika områdes- eller regionsindelningar.

- Delavrinningsområden (SMHI)
- Huvudavrinningsområden (SMHI)
- Kommuner
- Län
- Myrtypsregioner
- Naturgeografiska regioner
- Rutnät 10km x 10km

2.6.3 Rapport

En rapport som redovisar övervakningsarbetet för länsgruppen skrivs.

2.7 Leverans

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.

Som ett exempel på en mosaik visas här en nationell mosaik som består av storleksordningen 100 satellitbilder (figur 14).



Figur 14. 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. Vid leverans ingår naturligtvis en mer detaljerad leveransdokumentation.

- Förändringsklassning
- Indikatorer
 - Delavrinningsområden (SMHI)
 - Huvudavrinningsområden (SMHI)
 - Kommuner
 - Län
 - Myrtypsregioner
 - Naturgeografiska regioner
 - Rutnät 10km x 10km
- Satellitscenmosaiker
 - Satellitscenmosaik tidpunkt 1
 - Satellitscenmosaik tidpunkt 2
- Basklassning
- Utvärdering och fältkalibrering
 - Shp-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 Genomförande

Arbetet har genomförts under perioden 2011 - 2013 av Brockmann Geomatics i nära samarbete med länsstyrelsen i Jämtlands och Västernorrlands län där Lisa Tenning respektive Jonas Salmonsson varit kontaktpersoner.

3.1 Om undersökningsområdet

Jämtlands och Västernorrlands län som ingår i denna länsgrupp har ca 800 000 ha öppen myr (exkl. torvtäkt), vilket motsvarar 10 % av ytan. Drygt 660 000 ha ligger i Jämtlands län och utgör ca 12 % av länets yta. I Västernorrlands län är det ca 130 000 ha, som motsvarar 5,6 % av länet. (Statistiska Centralbyrån, 2004).

Jämtland är ett våtmarksrikt län och har dessutom Sveriges största koncentration av rikkärr vilket är en mycket ovanlig naturtyp sett i ett nationellt och internationellt perspektiv (Sundberg, 2006).

Extremrikkärr benämns även kalkkärr och återfinns endast i landets mest kalkrika områden, däribland återfinns Jämtlands kambrosilurområde som ligger runt Storsjön (Nystrand, 2004). I dessa områden uppträder även bleke, som är en tät, något kornig jordart som är ett karaktäristiskt inslag vid lågvatten då det framträder som öppna och vidsträckta blekefält (Länsstyrelsen Jämtlands län, 2013).

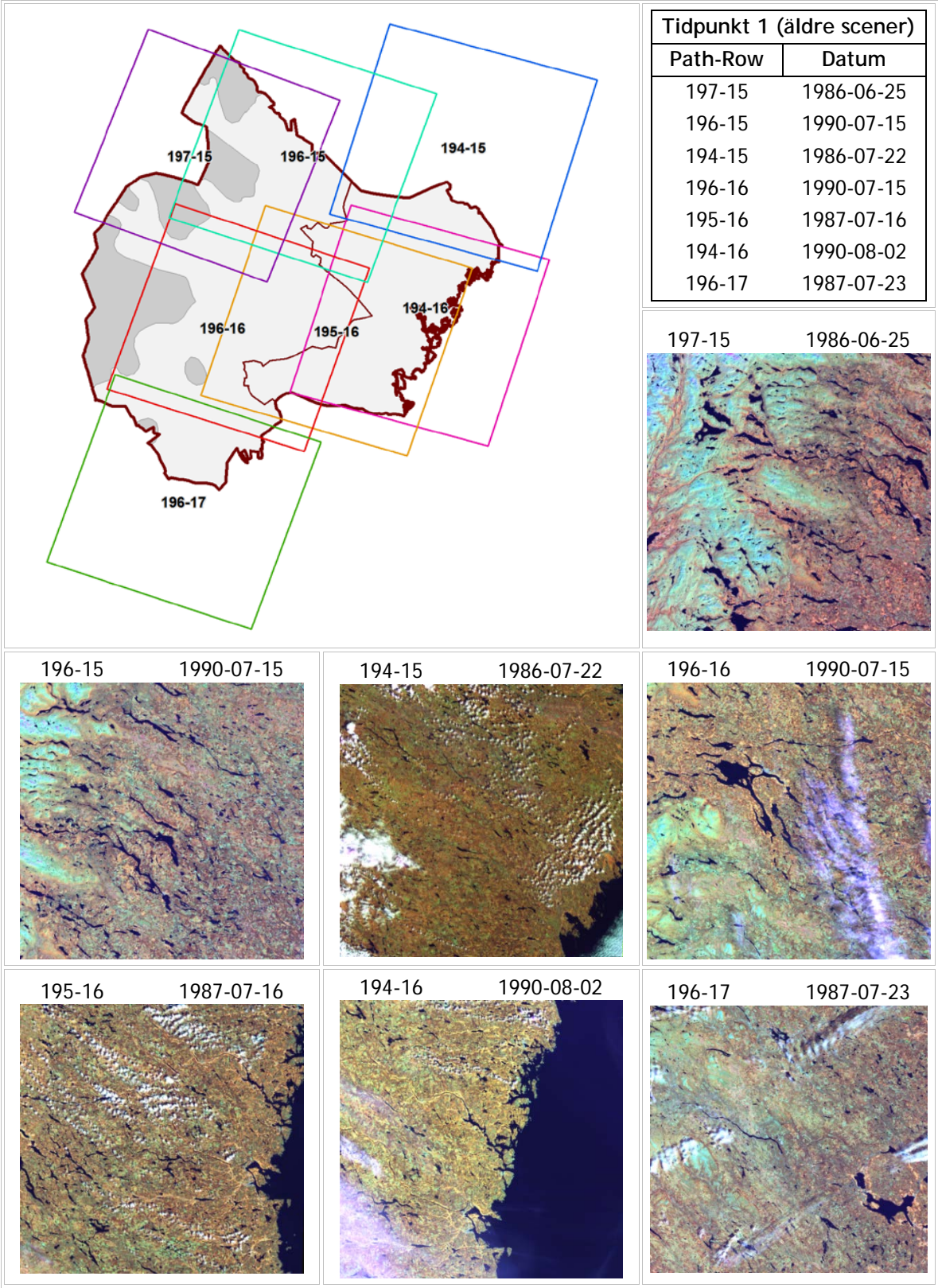
I Västernorrland är förekomsten av rikkärr ovanligare (Sundberg, 2006) men det finns områden främst i de västra delarna av länet mot gränsen till Jämtlands län som har en hög andel rikkärr (Naturvårdsverket, 2007b). I de centrala delarna av Västernorrland dominerar främst fattigare kärr av olika slag samt blandmyrar, d.v.s. en blandning av kärr och mosse. Längs kusten finns exempel på sydligare myrtyper, t.ex. enstaka högmossar samt ett betydande inslag av rikkärr, främst p.g.a. skalgrusförekomster och kalkrikare bergarter.

I denna länsgrupp finns det flera olika terrängtyper. Västernorrland domineras av ett storskaligt sprickdalslandskap som i Jämtland övergår i bergkullslätter och allra längst i öster återfinns fjällregion med välutbildade dalgångar (Fredén, 1998). Utmed kusten återfinns den sydliga aapamyr-regionen, trakterna runt Storsjön tillhör soligen aapamyr och i de västligaste delarna finns inslag av fjällmyr-region (Gunnarsson & Löfroth, 2009).

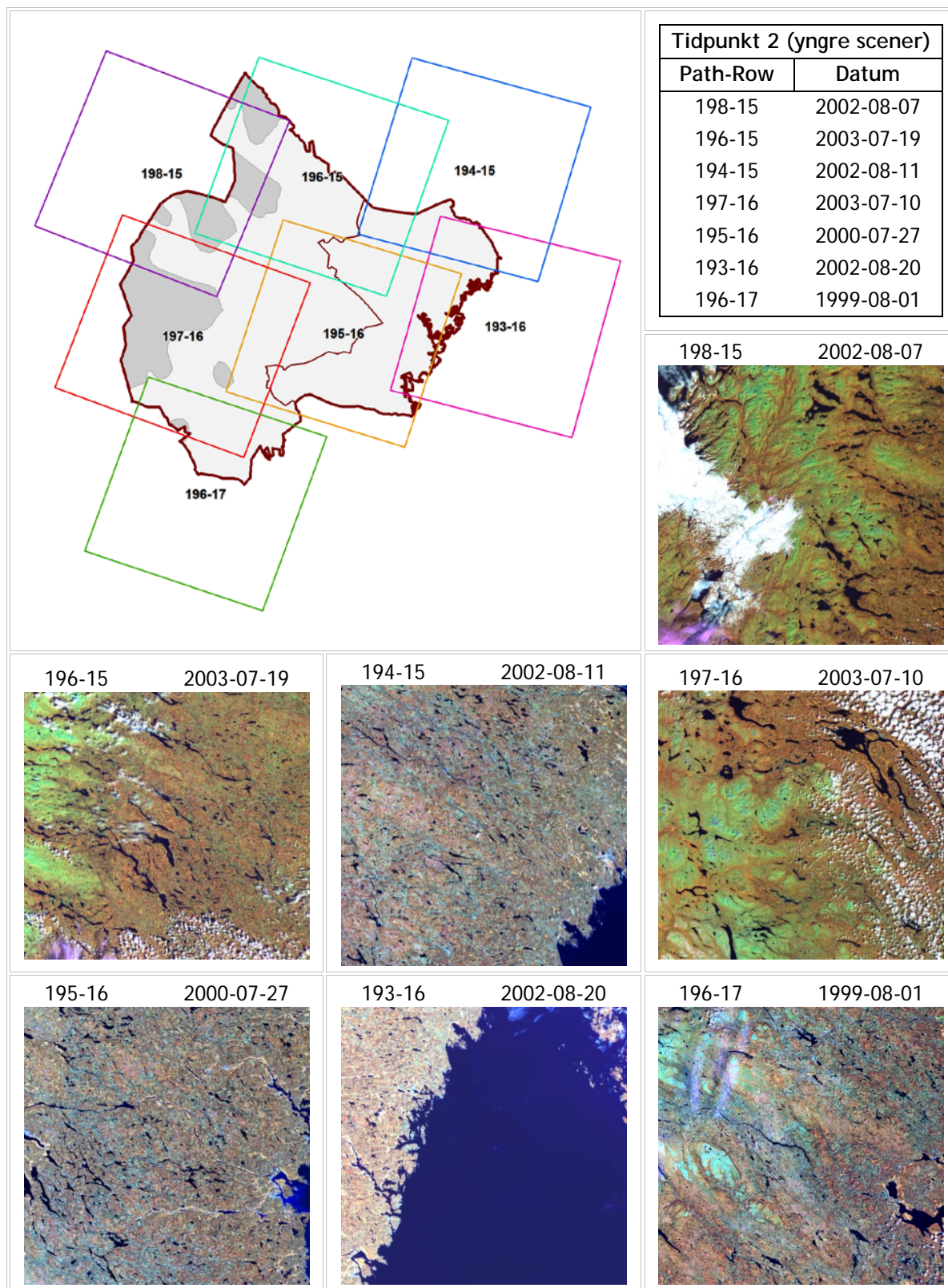
3.2 Val av satellitdata

För analysen används två set av satellitdata, ett från en äldre tidpunkt (främst från 1990 men även 1986 och 1987, figur 15) och ett från en yngre tidpunkt (främst från 2002 men även 1999, 2000 och 2003, figur 16). 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 - "1990"



3.2.2 Satellitscener tidpunkt 2 - "2002"



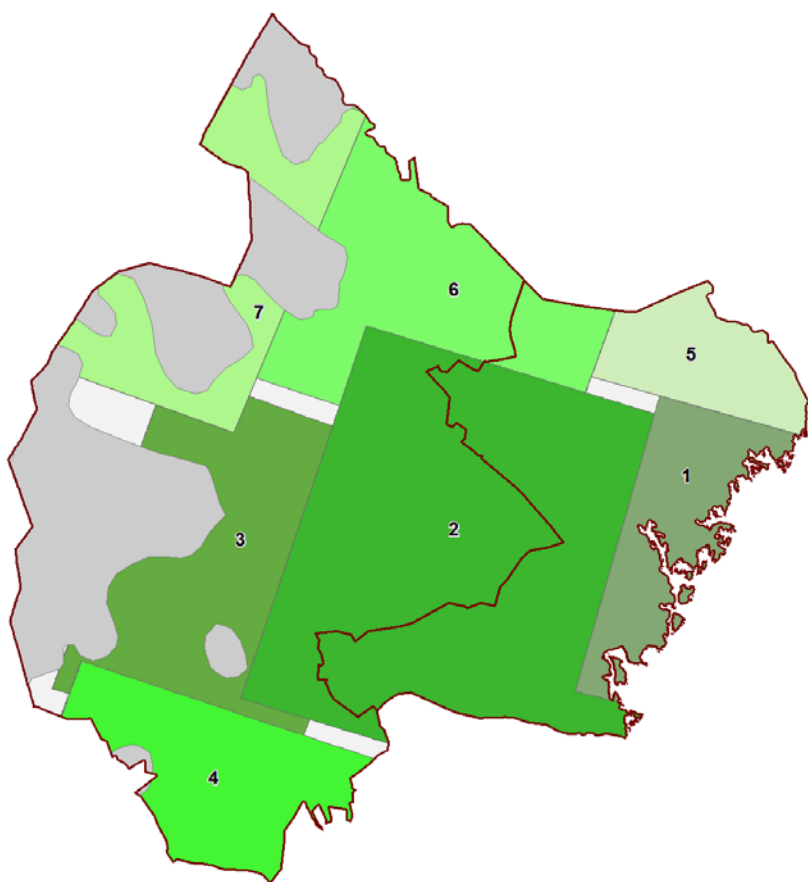
Figur 16. De yngre satellitscenerna är främst från 2002. (Landsat TM, RGB = Band 453)

3.2.3 Scenpar

Äldre scener matchas mot yngre så att scenpar erhålls inom vilka förändringsanalyser görs. För en täckande analys av undersökningsområdet krävdes sju scenpar, se figur 17.

Alla scener är mycket 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.

Scenpar	Tidpunkt 1 (äldre scener)		Tidpunkt 2 (yngre scener)	
	Path-Row	Datum	Path-Row	Datum
1	194-16	1990-08-02	193-16	2002-08-20
2	195-16	1987-07-16	195-16	2000-07-27
3	196-16	1990-07-15	197-16	2003-07-10
4	196-17	1987-07-23	196-17	1999-08-01
5	194-15	1986-07-22	194-15	2002-08-11
6	196-15	1990-07-15	196-15	2003-07-19
7	197-15	1986-06-25	198-15	2002-08-07

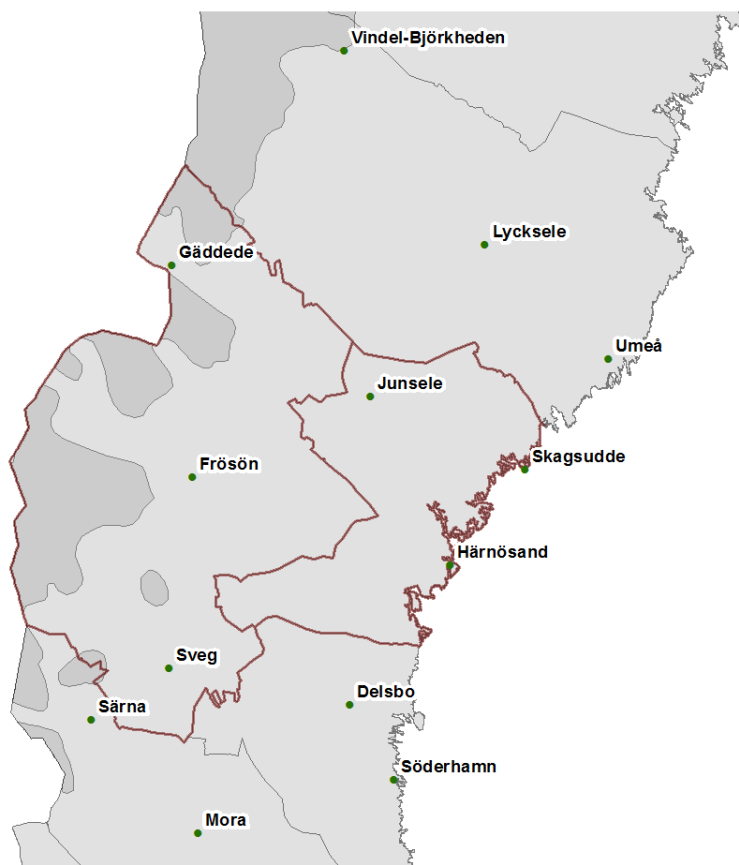


Figur 17. Figuren visar de sju scenparen.

3.2.4 Väderanalys

Väderanalys görs för att undvika att skillnader i väderförhållanden mellan olika år ska påverka analysen.

Till grund för väderanalysen sammanställs väderdata in för sommarsäsongen, vilket i detta arbete avser juni, juli och augusti månad. Väderdata från utvalda väderstationer är hämtade från Väder och Vatten (SMHI) för berörda år (figur 18).



Figur 18. SMHIs väderstationer som använts i väderanalysen.

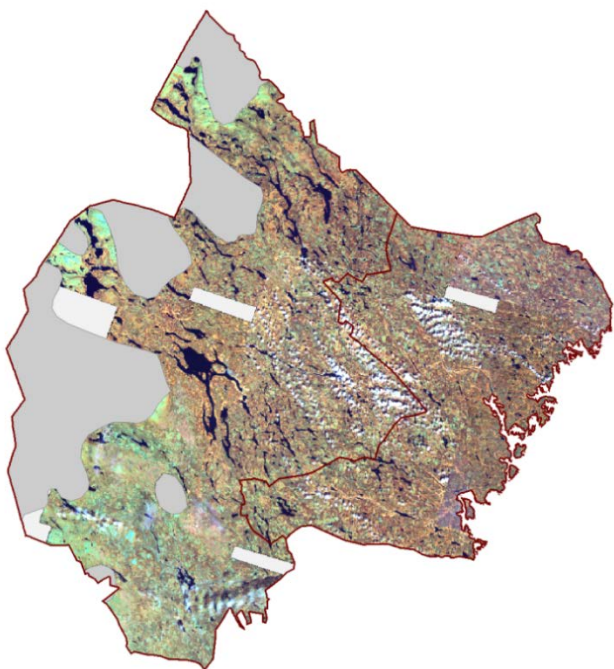
En jämförelse av väderförhållandena sinsemellan scenparen är redovisad i tabell 1. I Bilaga A finns en fullständig sammanställning av väderdata.

Tabell 1. Bedömning av väderförhållande för respektive scenpar.

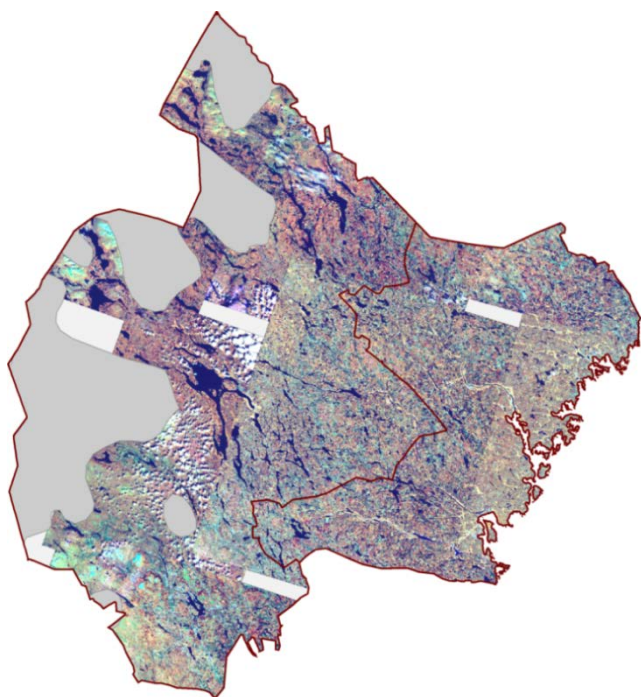
Scen-par	Scener	Väderförhållanden
1	194-16 1990-08-02 mot 193-16 2002-08-20	<p>Temperaturen sett över hela sommarsäsongen (juni-aug) är normal för 1990 och över det normala för 2002. Temperaturen i augusti 2002 var mkt över det normala.</p> <p>En frostnatt i juni och en i juli, i de västra delarna 1990.</p> <p>Nederbörden sett över hela sommarsäsongen var normal för 1990 och 2002, då variationen till normalen eller sinsemellan inte var speciellt stor, dock med en något större månadsvariation. Mer nederbörd i juli 1990 men normala nivåer under 2002, förutom i Jämtland där det var mindre nederbörd än normalt i juni och mer än normalt i juli månad. Skillnaden mellan scenerna är störst under juli månad i Västernorrland.</p>
2	195-16 1987-07-16 mot 195-16 2000-07-27	<p>Temperaturen normal eller något under både för 1987 och 2000.</p> <p>En frostnatt i Jämtland i början av juni 2000.</p> <p>Både 1987 och 2000 har mer nederbörd än normalt sett över säsongen men en blöt juli månad 2000 skapar stora skillnader mellan scenerna.</p>
3	196-16 1990-07-15 mot 197-16 2003-07-10	<p>Temperaturen satt över hela sommarsäsongen är normala för 1990 och något över det normala 2003. Temperatur var över det normala i juli 2003 men normal 1990.</p> <p>En frostnatt tidigt i början av juni i både 1990 och 2003.</p> <p>Nederbörden sett över hela sommarsäsongen var normal för 1990 och något över för 2003. Mer nederbörd än normalt i juli 1990 och något mindre nederbörd än normalt 2003 vilket gav lokalt stora skillnad mellan scenerna.</p>
4	196-17 1987-07-23 mot 196-17 1999-08-01	<p>Temperaturen över hela sommarsäsongen är normal för 1999 och något under det normala 1987, speciellt för juni månad.</p> <p>Inga frostnätter som påverkar.</p> <p>Sett över hela sommarsäsongen var det normal nederbörd 1999, men mer nederbörd än normalt 1987.</p>
5	194-15 1986-07-22 mot 194-15 2002-08-11	<p>Temperaturen över säsongen var normal för 1986 och över det normala 2002. Sett till månaderna var det 1986 något över i juni och under i augusti, medan det var något mer eller mindre över det normala för alla sommarmånader under 2002, speciellt augusti var varmare än normalt.</p> <p>Inga frostnätter som påverkar.</p> <p>Normal nederbörd över hela sommarsäsongen för både 1986 och 2002. För juni månad är 1986 under normalen och 2002 är något över vilket leder till att visa lokaler har stora skillnader.</p>
6	196-15 1990-07-15 mot 196-15 2003-07-19	<p>Temperaturen sett över hela sommarsäsongen är normala för 1990 och något över det normala 2003. Temperatur var över det normala i juli 2003 men normal 1990.</p> <p>En frostnatt tidigt i början av juni i både 1990 och 2003.</p> <p>Nederbörden sett över hela sommarsäsongen var normal för 1990 och något över för 2003. Mer nederbörd än normalt i juli 1990 och något mindre nederbörd än normalt 2003 vilket gav lokalt stora skillnad mellan scenerna.</p>
7	197-15 1986-06-25 mot 198-15 2002-08-07	<p>Temperaturen var sett till månaderna över det normala för både 1986 och 2002.</p> <p>Nederbörden varierar 1986, men var under den normala 2002.</p>

3.2.5 Satellitscensmosaiker

Satellitscensmosaiker visualiserar tydligt vilka enskilda satellitscener som använts i förändringsanalysen. Den äldre satellitscensmosaiken visas i figur 19 och den yngre i figur 20. Mosaikerna ingår i leveransen till Länsstyrelsen och kan till exempel användas som bakgrundsinformation vid analys av slutresultatet.



Figur 19. Satellitscensmosaik tidpunkt 1 - "1990". (Landsat TM, RGB = Band 453)



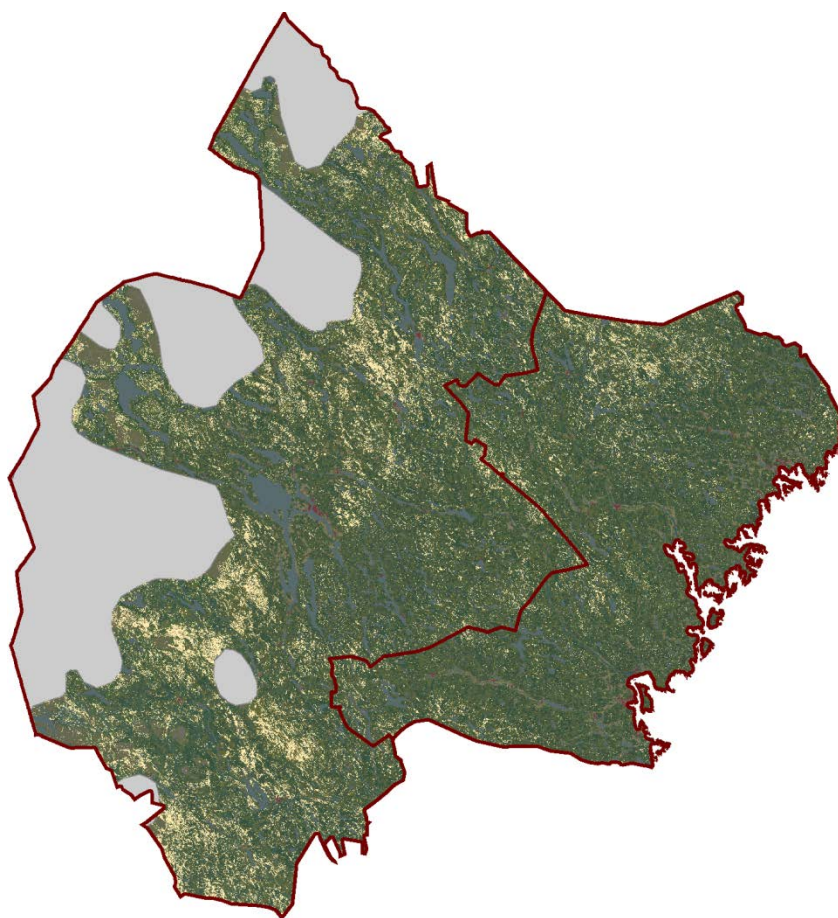
Figur 20. Satellitscensmosaik tidpunkt 2 - "2002". (Landsat TM, RGB = Band453)

3.2.6 Undersökningsområdet

Undersökningsområdet definieras som den öppna myren inom länsgruppen, med undantag för fjällen (figur 21).

Den öppna myren definieras av markklasserna "Limnologiska våtmarker", "Blöt myr", "Övrig myr" och "Torvtäkt" från Svenska MarktäckeData (SMD).

Fjällregionen utgörs av den alpina myrregionen.



Figur 21. Undersökningsområdet. Öppen myr visas i gult och fjällregionen i grått.

3.2.7 Analyserbart område

När scenerna prepareras behövs en mask över just det område som de täcker. Genom att kombinera molnmaskerna och "Öppen myr"-masken, så kommer bara de analyserbara myrarna inom den aktuella scenen att kvarstå.

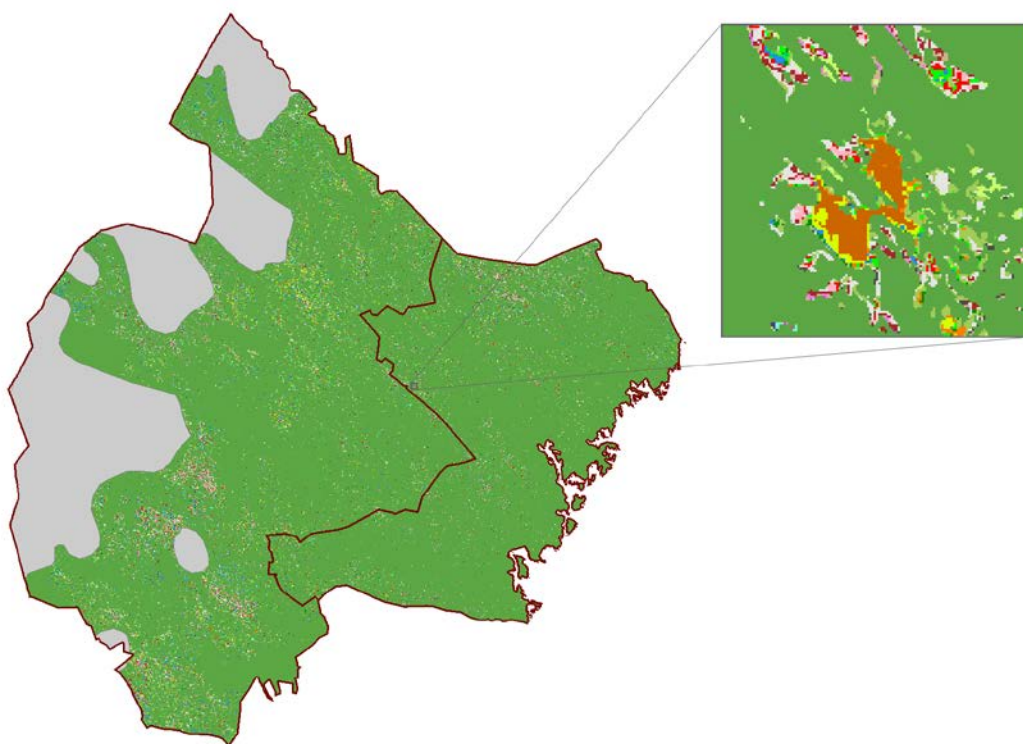
3.3 Basklassning

Fältkalibrering för basklassning genomfördes i Jämtlands län mellan den 15-17 augusti 2011 av Lisa Tenning (Länsstyrelsen Jämtland) och Katarina Eriksson (Brockmann Geomatics).

Motsvarande fältkalibrering för Västernorrlands län genomfördes mellan den 12-14 september 2011 av Jonas Salmonsson (Länsstyrelsen Västernorrland) och Katarina Eriksson (Brockmann Geomatics).

Totalt samlades 41 kalibreringspunkter in där fältprotokoll gällande myrtyp och växlighet fylldes i, inklusive fotodokumentation.

I basklassningen urskiljdes 22 spektralt homogena våtmarksenheter (figur 22).

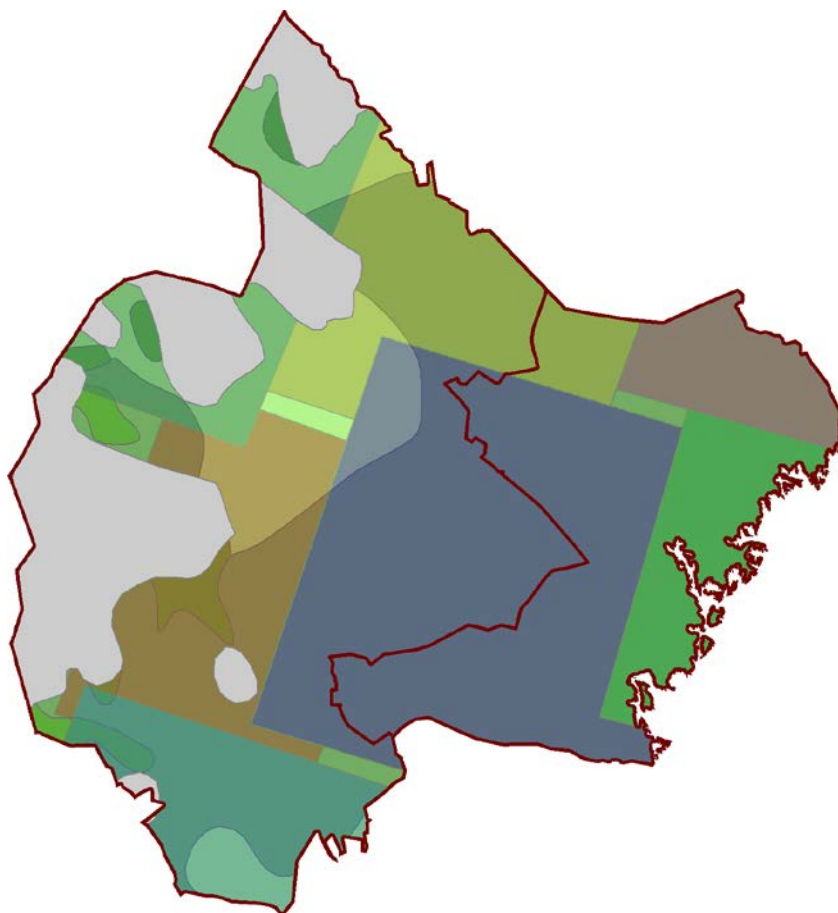


Figur 22. Basklassningen för hela undersökningsområdet, samt ett exempel på hur basklassningen kan se ut för ett ca 10 km² stort område.

3.4 Förändringsanalys

3.4.1 Stratifiering utifrån myrtypsregioner

Vid förändringsanalysen stratifierades varje scenpar utifrån myrtypsregionerna enligt nedan (figur 23).



Figur 23. Scenparen stratifierades utifrån myrtypsregioner.

3.4.2 Riktad förändringsanalys

Förändringsanalysen genomfördes i sju scenpar som var stratifierade i tre myrtypsregioner vilka i sin tur var indelade i 22 basklasser. Förändringsriktningen ökad biomassa/igenväxning söktes i tre delresultat, och för varje delresultat producerades två förändringsklasser, "Potentiell förändringsindikation" respektive "Säker förändringsindikation". Efter sammanslagning av delresultat så genomfördes en rumslig generalisering med villkoret att förändringar ska ha en minsta storlek på 0,5 ha.

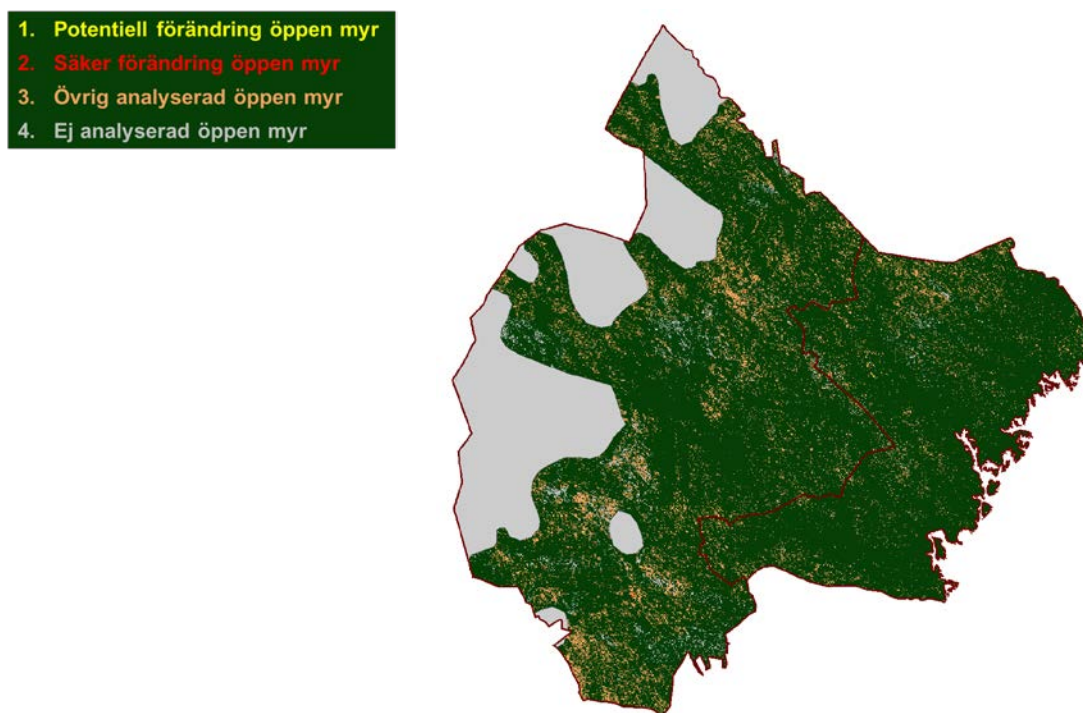
4 Resultat

Undersökningsområdet, d.v.s. "Öppen myr" -mask med undantag för fjällen, omfattar för Jämtlands län ca 496 000 ha och för Västernorrlands län ca 139 000 ha, d.v.s. totalt ca 635 000 ha.

Det analyserbara området, d.v.s. undersökningsområdet med undantag för moln mm, motsvarar ca 82 % av det totala undersökningsområdet. Detta får anses vara en relativt god andel då erfarenheter från satellitbildsinventeringar visar att molnfria satellitbilder är en bristvara. Tittar man motsvarande siffra per län blir andelen ca 80 % för Jämtlands län och ca 88 % för Västernorrlands län.

4.1 Förändringsanalys

Förändringsanalysen resulterar i en förändringsklassning med fyra klasser som tillsammans bildar den öppna myren (figur 24).



Figur 24. Förändringsklassning (Gult - Potentiell förändring, Rött - Säker förändring, Brunt - Övrig analyserad öppen myr, Ljusgrått - Ej analyserad öppen myr, Grått - Fjäll)

Av det totala analyserbara området visade ca 7 400 ha (1,43 %) förändringsindikation (dvs "Potentiell förändringsindikation" eller "Säker förändringsindikation").

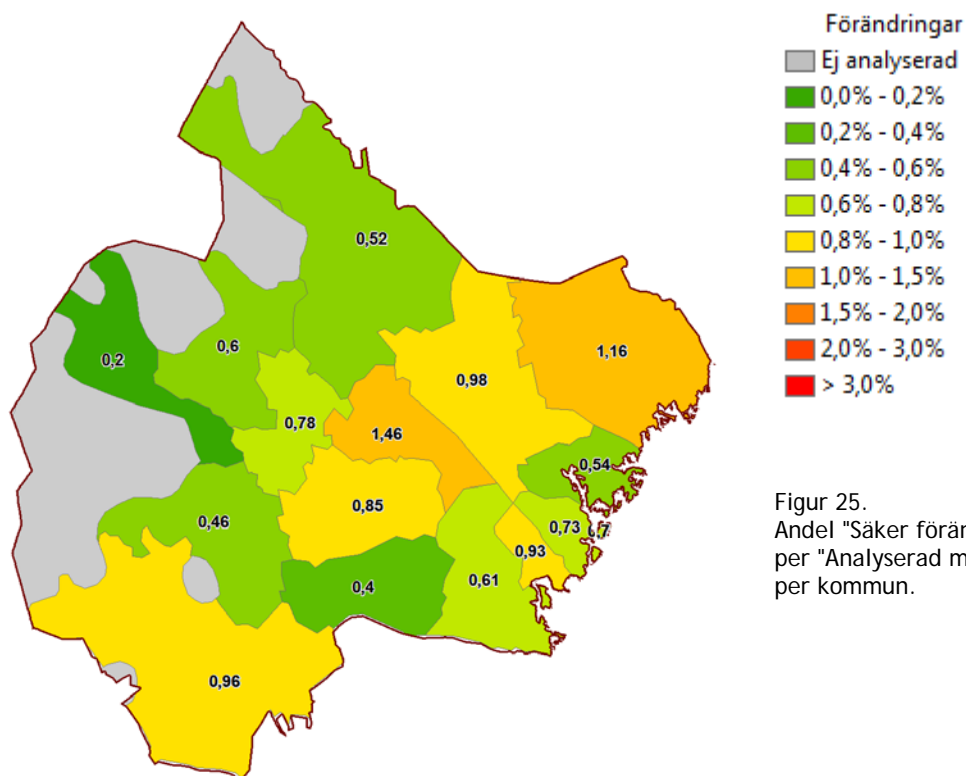
I Jämtlands län så utgjorde förändringsindikationen ca 5 400 ha (1,36 %) och i Västernorrlands län ca 2 000 ha (1,63 %)

4.2 Indikator

Indikatorerna redovisar resultatet som andelen "Säker förändring" per "Analyserad myr" för följande områdes- eller regionsindelningar (figur 25 - 31):

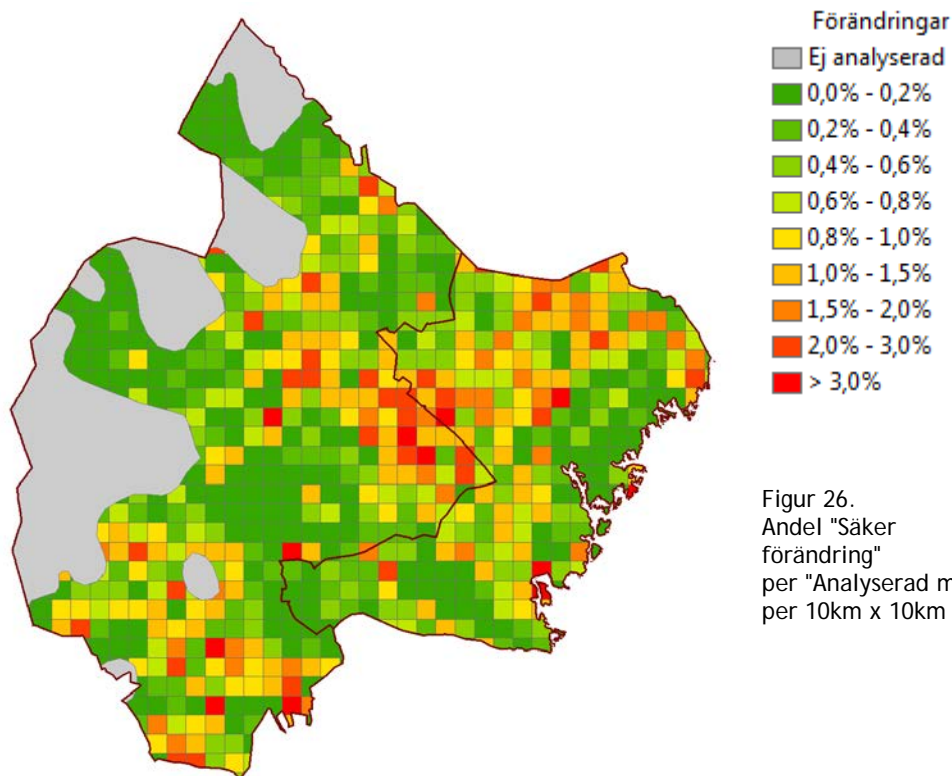
- Kommuner
- Rutnät 10km x 10km
- Myrtypsregioner
- Naturgeografiska regioner
- Huvudavrinningsområden (SMHI)
- Delavrinningsområden (SMHI)
- Rutnät 10km x 10km

4.2.1 Indikator - Kommun



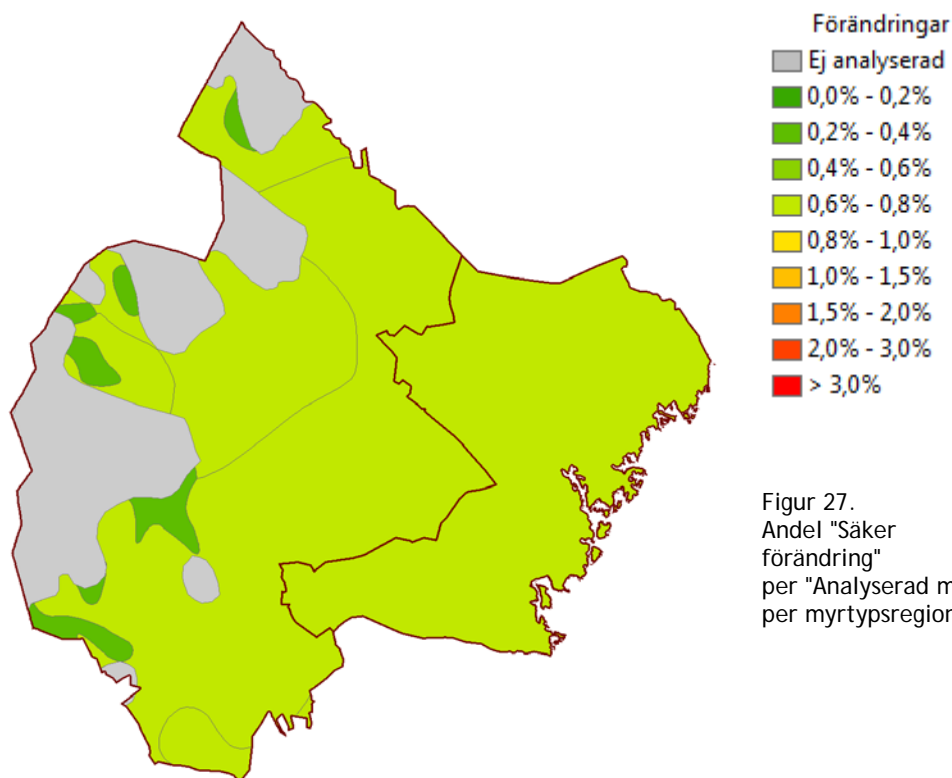
Figur 25.
Andel "Säker förändring"
per "Analyserad myr"
per kommun.

4.2.2 Indikator - 10km x 10km ruta



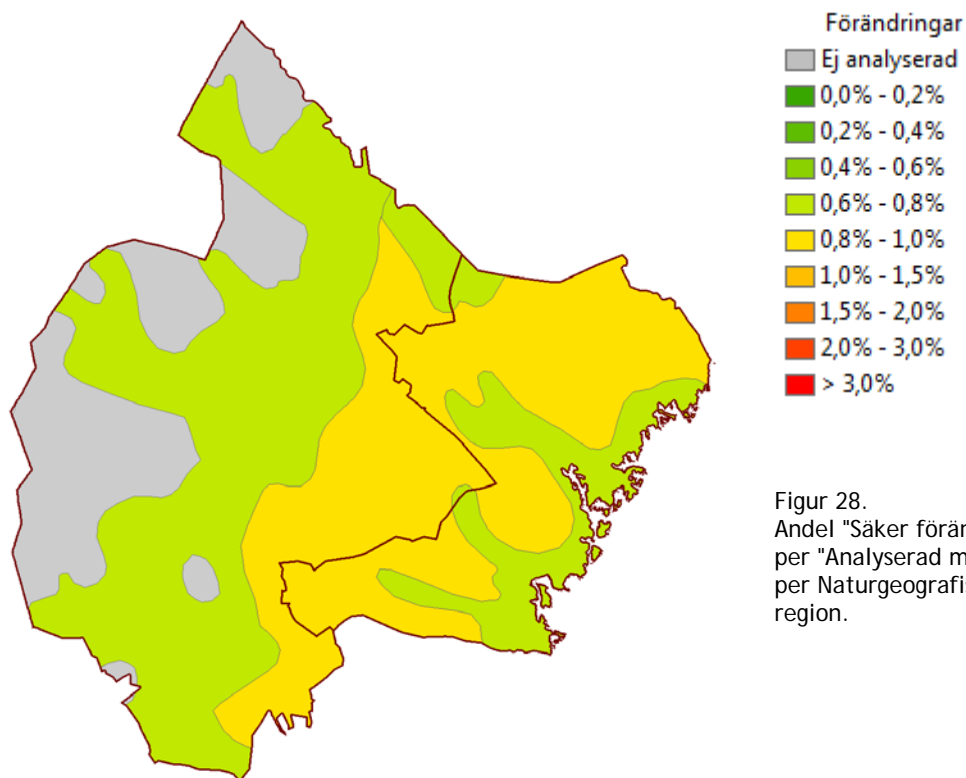
Figur 26.
Andel "Säker
förändring"
per "Analyserad myr"
per 10km x 10km ruta.

4.2.3 Indikator - Myrtypsregion



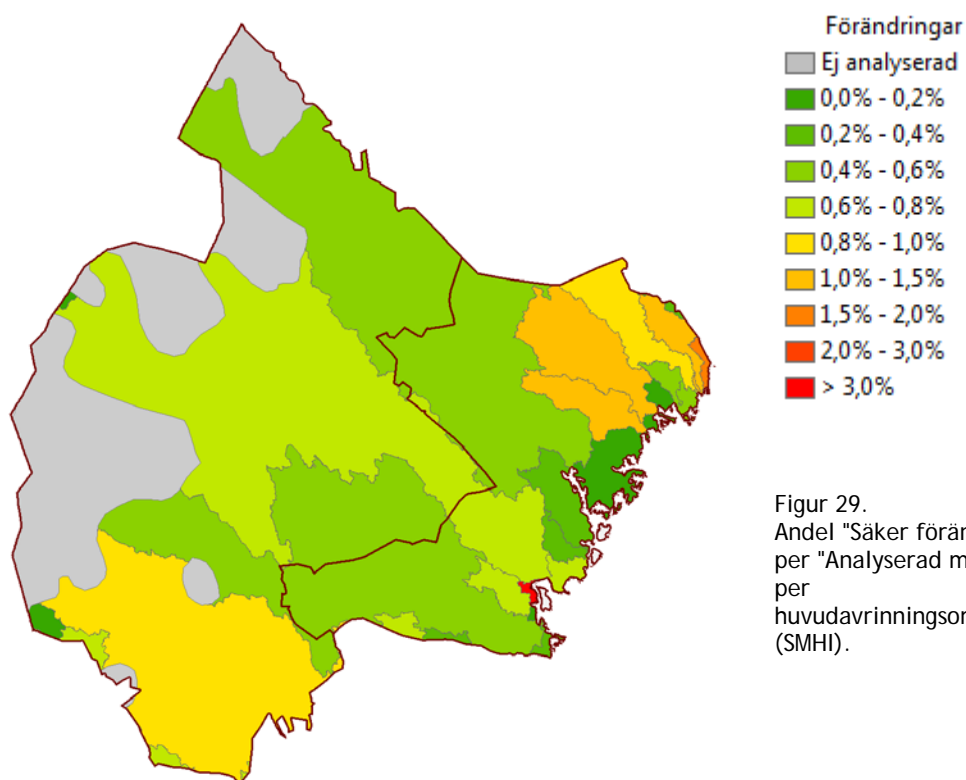
Figur 27.
Andel "Säker
förändring"
per "Analyserad myr"
per myrtypsregion.

4.2.4 Indikator - Naturgeografisk region



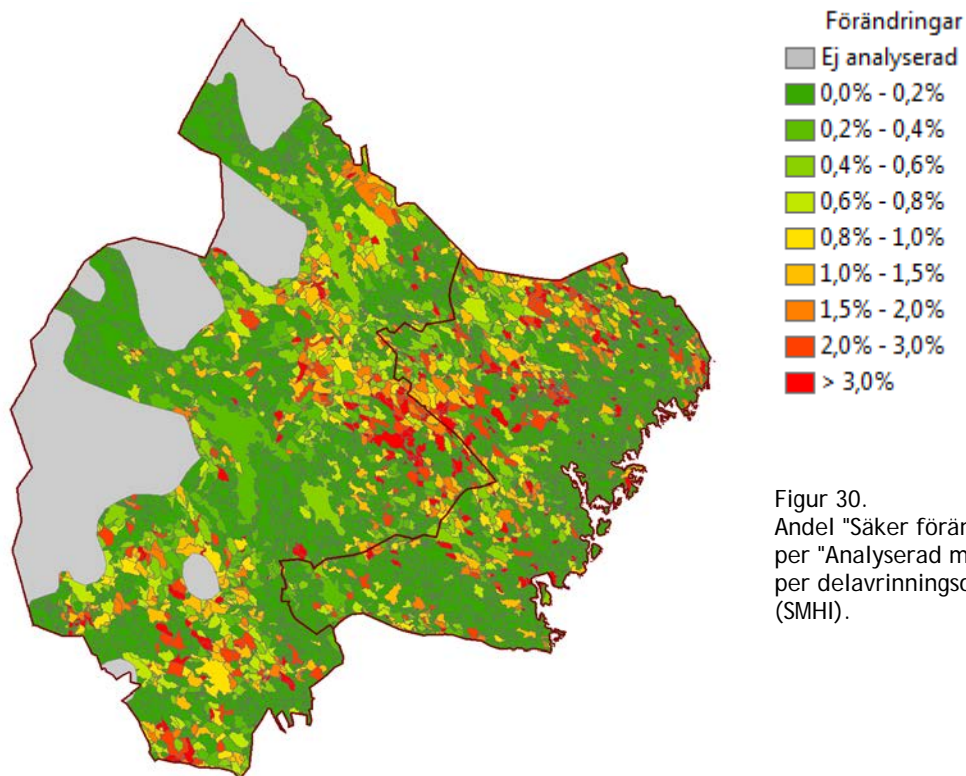
Figur 28.
Andel "Säker förändring"
per "Analyserad myr"
per Naturgeografisk
region.

4.2.5 Indikator - Huvudavrinningsområde



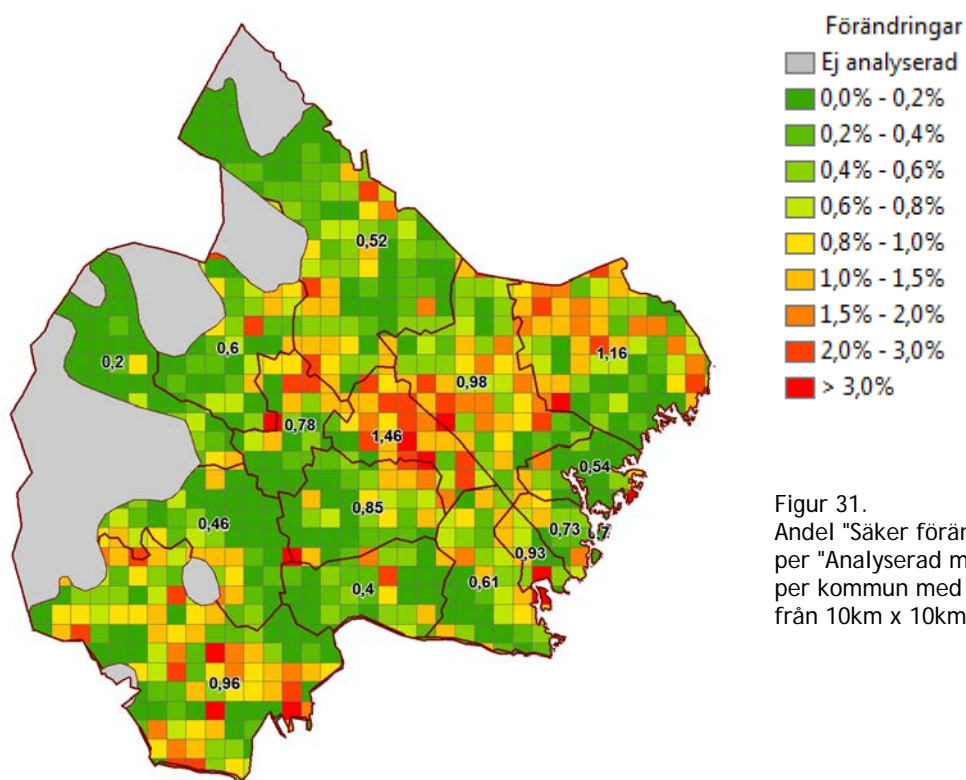
Figur 29.
Andel "Säker förändring"
per "Analyserad myr"
per
huvudavrinningsområde
(SMHI).

4.2.6 Indikator - Delavrinningsområde



Figur 30.
Andel "Säker förändring"
per "Analyserad myr"
per delavrinningsområde
(SMHI).

4.2.7 Indikator - Kommun och 10km x 10km ruta

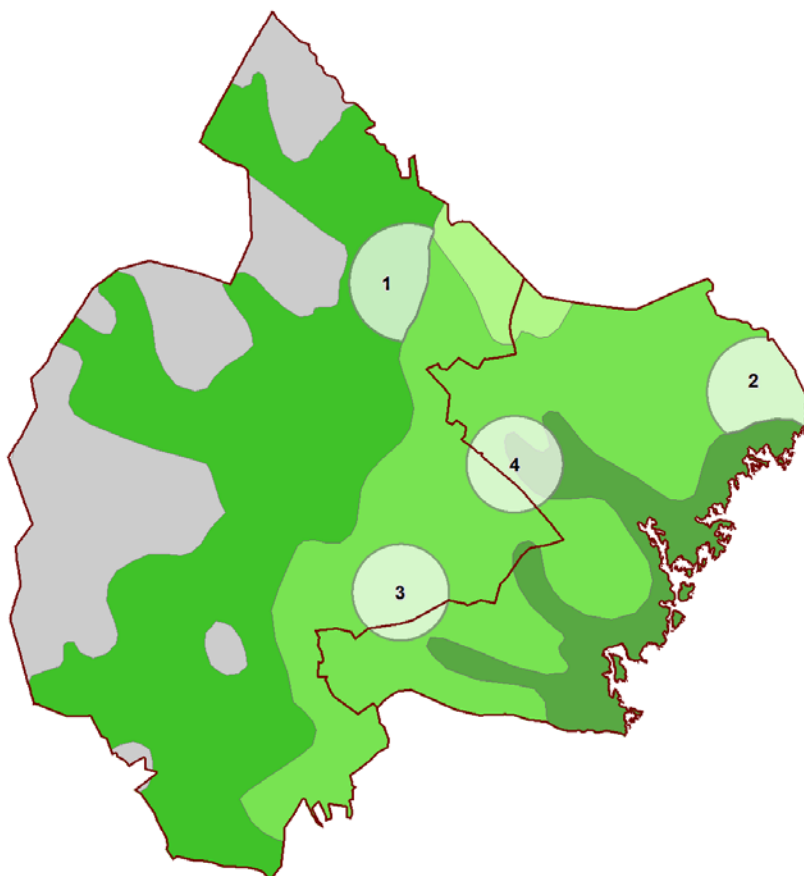


Figur 31.
Andel "Säker förändring"
per "Analyserad myr"
per kommun med färger
från 10km x 10km rutor.

5 Utvärdering

5.1 Genomförande av utvärderingen

Fyra utvärderingsområden á 1 500 km² slumpades ut inom undersökningsområdet (figur 32). Ett krav i samband med fördelningen var att de skulle fördelas på olika myrtypsregioner.



Figur 32. De fyra utvärderingsområdena.

Totalt fördelades 124 utvärderingsytor slumpmässigt ut inom de fyra utvärderingsområdena.

80 % av utvärderingsytorna var FI-ytor vilka slumpades ut inom förändrad våtmark oavsett basklass eller grad av förändringsindikation (säker samt potentiell förändringsindikation).

20 % av utvärderingsytorna var referensytor vilka slumpades ut inom de icke-förändrade områdena i "Öppen myr"-masken.

Flygbildstolkning för utvärdering genomfördes av Tommy Löfgren (NaturGIS) under maj 2012.

Flygbildstolkning genomfördes för alla 124 utvärderingsytor.

De ytor där förändringen kunde förklaras av tydliga ingrepp som syns i flygbild eller där felaktigheter i "Öppen myr"-masken var stor, sällades i regel bort och fältkontrollerades inte.

Fältkontroll för utvärdering genomfördes mellan den 6-8 augusti 2012 av Lisa Tenning (Länsstyrelsen Jämtland), Jonas Salmonsson (Länsstyrelsen Västernorrland) och Niklas Hahn (Brockmann Geomatics).

Fältkontroll utfördes på 46 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, dels från helikopter dels från marken.

5.2 Bildexempel från fältkontrollen

I samband med utvärderingen dokumenterades de besökta ytorna för vidare analys. Några exempel på förändringar som detekteras visas i nedan (figur 33 - 35).



Figur 33. "Verifierad förändring" i utvärderingsyta nr 3-28 med kommentar "Förklaras med tydliga ingrepp, dikning". (Foto: Jonas Salmonsson, Länsstyrelsen Västernorrlands län)



Figur 34. "Verifierad förändring" i utvärderingsyta nr 4-31 med kommentar "Förklaras med tydliga ingrepp, torvtäkt, dikning". (Foto: Jonas Salmonsson, Länsstyrelsen Västernorrlands län)

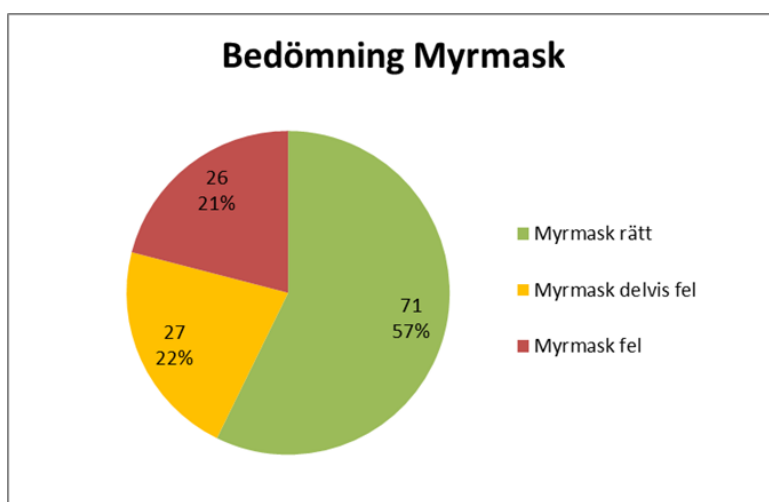


Figur 35. "Inget som tyder på förändring" i utvärderingsyta nr 2-21, referensyta. (Foto: Jonas Salmonsson, Länsstyrelsen Västernorrlands län)

5.3 Utvärdering av resultat från förändringsanalysen

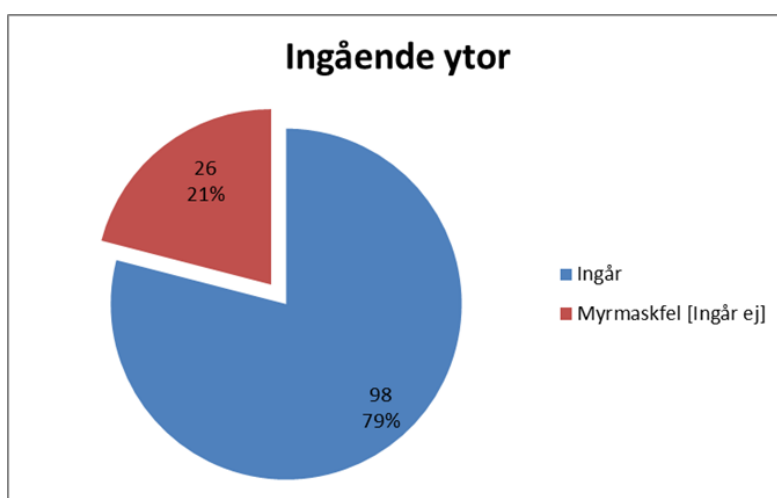
5.3.1 "Öppen myr"-mask problematik

I de flesta fall låg utvärderingsytorna inom eller till största delen inom "Öppen myr"-masken. Av de ingående 124 utvärderingsytorna var det 57 % som verkligen låg inom öppen myr medan 22 % låg delvis inom öppen myr. 21 % av ytorna låg till största delen inom icke-öppen myr, dvs hade krontäckning mer än 30 % eller låg inom andra naturtyper än myr, se figur 36.



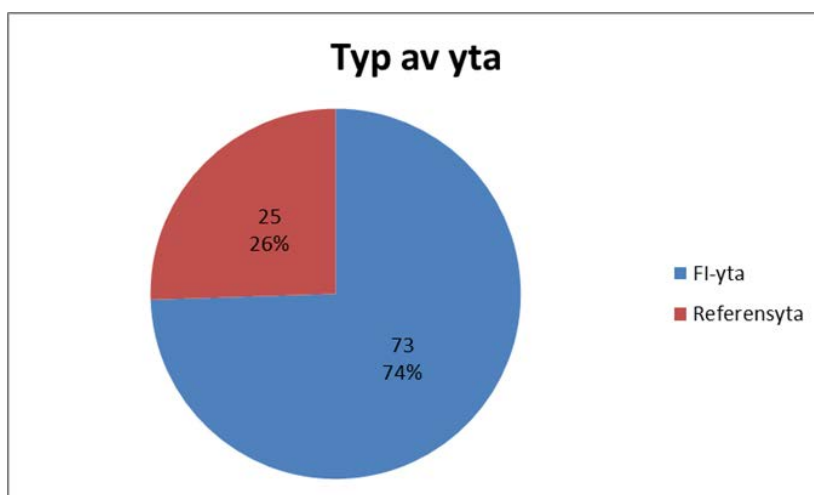
Figur 36. Bedömning myrmask.

De utvärderingsytor som till övervägande del låg inom icke-öppen myr plockades bort från vidare bearbetning i utvärderingen. Av de 124 utvärderingsytorna var det 26 som fick utgå p.g.a. fel i "Öppen myr"-mask. I de fall där "Öppen myr"-masken varit delvis felaktig har ytorna behållits i utvärderingen men då har enbart den delen av ytan som var myrmark utvärderats (figur 37).



Figur 37. Ingående ytor.

Initialt utgjordes utvärderingsytorna av 80 % FI-ytor samt 20 % referensytor. Av de 98 ingående ytorna blev fördelningen istället 74 % FI-ytor samt 26 % referensytor (figur 38).

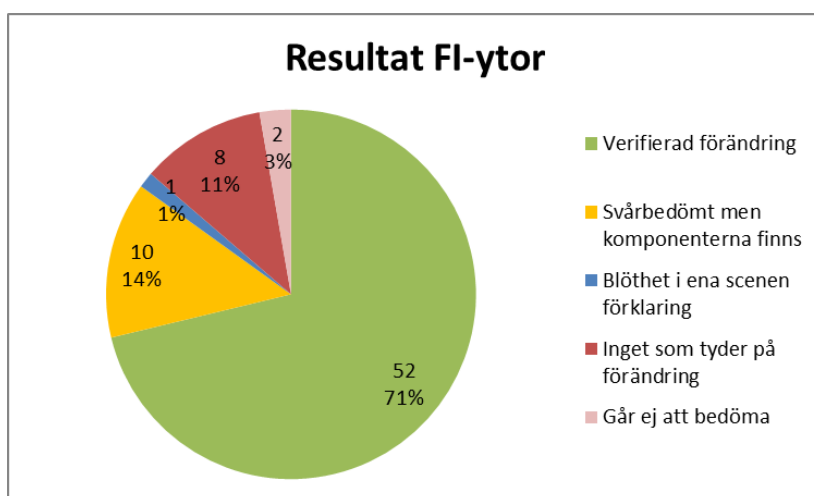


Figur 38. Typ av yta.

5.3.2 Överensstämmelse FI-ytor

Under utvärderingen beskrevs varje yta utifrån de parametrar som listades i metodkapitlet. Därefter gjordes en bedömning utifrån följande alternativ "Verifierad förändring", "Svårbedömt men komponenterna finns" och "Inget som tyder på förändring". Utöver dessa fanns även "Blöthet i ena scenen är förklaringen" och "Går ej att bedöma (t.ex. molnskugga)"

Av de 73 FI-ytorna som tolkats i fält eller med hjälp av flygbilder var det 52 ytor (71 %) som bedömdes som "Verifierad förändring", 10 ytor (14 %) bedömdes som "Svårbedömt men komponenterna finns" och 8 ytor (11 %) bedömdes som "Inget som tyder på förändring" (figur 39).

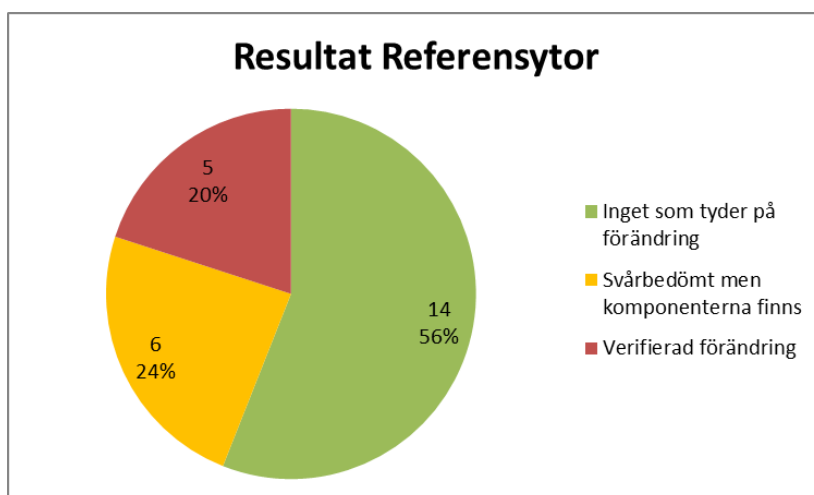


Figur 39. Resultat FI-ytor. Överensstämmelsen för de slumpmässigt valda FI-ytorna ligger minst på 71 % och max på 85 %.

De ytor som bedömts som "Svårbedömt men komponenterna finns" hade frodig vegetation som eventuellt fått en ökad biomassa mellan tidpunkterna, men i dessa fall kunde det inte med säkerhet verifieras. Det kan alltså vara så att en riktig förändring identifierats i analysen, men att det sedan inte går att dokumentera den i fält eller med hjälp av flygbilder. Utvärderingen visar att överensstämmelsen för de slumpmässigt valda FI-ytorna ligger minst på 71 % och max på 85 %.

5.3.3 Överensstämmelse referensytor

För de 25 referensytorna var det 14 ytor (56 %) som bedömdes som "Inget som tyder på förändring", 6 ytor (24 %) bedömdes som "Svårbedömt men komponenterna finns" och 5 ytor (20 %) bedömdes som "Verifierad förändring". Utvärderingen visar att överensstämmelsen för de slumpmässigt valda referensytorna ligger minst på 56 % och max på 80 % (figur 40).



Figur 40. Resultat FI-ylor. Överensstämmelsen för de slumpmässigt valda referensytorna ligger minst på 56 % och max på 80 %.

Efter en ingående detaljstudie av referensytorna hittades en gemensam nämnare för de referensylor där man noterat förändring i flygbildstolkning eller fältutvärdering, nämligen att bortgeneraliserade förändringar mindre än 0,5 ha finns i anslutning till de förändrade referensytorna.

5.3.4 Ingrepp/orsak

Vid flygbildstolkning och fältbesök dokumenteras alla ingrepp/orsaker som syns i ytorna och inom en 500 meter buffertzoon. För respektive ingrepp redovisas även en inbördes relevans. Figur 41 visar exempel på en yta med ingreppen "Dikning", "Väg" och "Hygge" där "Dikning" har den högsta relevansen.

Kontroll Yta: 2012 YZ Utvärdering - Omr 3 Yta 28

Flygbildstolkning

Flygbildstolkare: Tommy Löfgren (Naturgis)

Datum: 2012-05-24

Myrmask bedömning: Myrmask delvis fel

Krontäckning: 60 %

Förändringstyp: Trädutväxt

Ingrepp	Avst.	Rikt.	Relevans	Jmf A	Jmf B
Dikning	0		1 (relativt hög)	Nej	Ja
Väg	120	NO	2 (relativt medel)	Ja	Ja
Hygge	160	NV	3 (relativt låg)	Ja	Nej

Ingrepp förklaring: K...

Fält

Generellt

Datum: 2012-08-06

Klockslag: 14:44

Besökstyp: Helikopter ej landning

Inventerare: Jonas Samuelsson (LstY)

Lisa Håhus (LstZ)

Niklas Hahn (BG)

Myrtyp

VMityp: *

Hydrologisk vegtyp: *

Natura2000: *

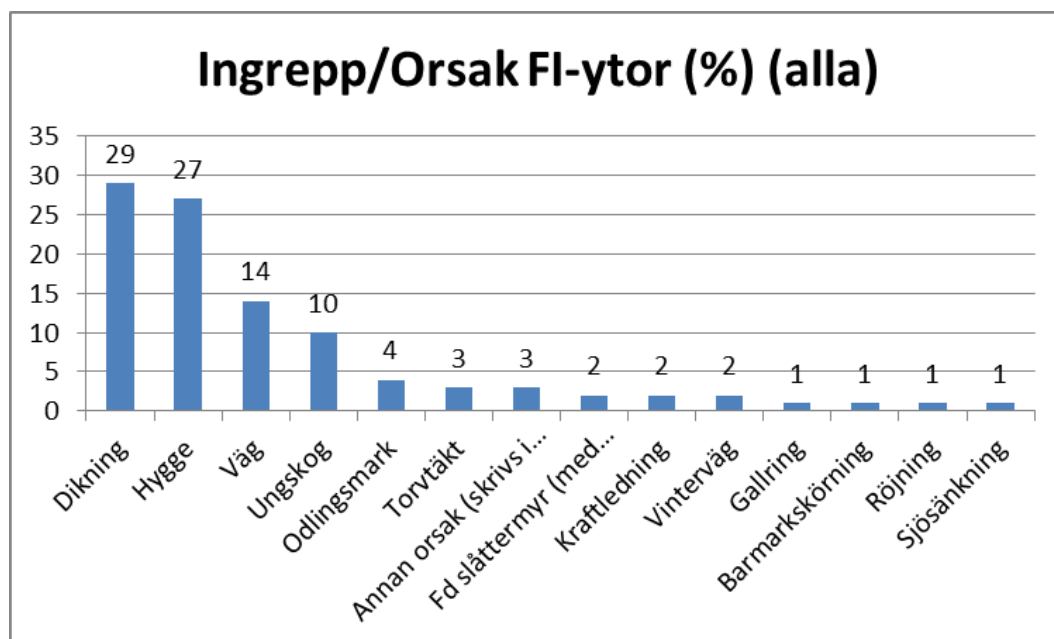
Trädskikt

Art: Björk, Gran, Tall

Frekvei: Dominans, Dominans, Dominans

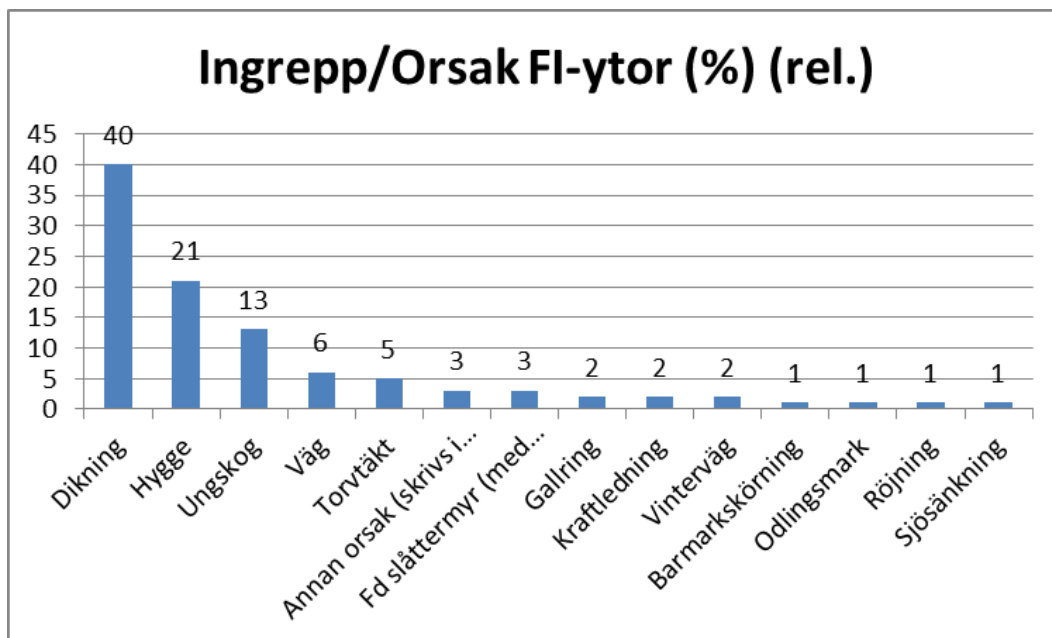
Figur 41. Utvärderingsprotokoll för en yta med ingreppen "Dikning", "Väg" och "Hygge". "Dikning" har här den högsta relevansen.

Figur 42 visar fördelningen av alla noterade ingrepp (oavsett relevans) kring FI-ytorna. Där framgår det att det vanligaste ingreppet var "Dikning" (29 %). Därefter var fördelningen "Hygge" (27 %), "Väg" (14 %), "Ungskog" (10 %) och "Odlingsmark" (4 %).



Figur 42. Alla ingrepp/orsaker för FI-ylor.

Om man istället endast tittar på de ingrepp som har högst relevans för respektive utvärderingsyta framträder "Dikning" mer tydligt med 40 % av andelen (figur 43). Därefter var fördelningen "Hygge" (21 %), "Ungskog" (13 %), "Väg" (6 %) och "Torvtäkt" (5 %).



Figur 43. Ingrepp/orsaker med högst relevans för respektive FI-yta.

6 Leverans av resultat

Följande data ingår i leveransen till länsstyrelsen i Jämtlands och Västernorrlands län:

Förändringsklassning

Förändringsklassningen är själva slutresultatet av hela förändringsanalysen.

Beskrivning av förändringsklasserna:

- Fklass 1: Potentiell förändring öppen myr
- Fklass 2: Säker förändring öppen myr
- Fklass 3: Övrig analyserad öppen myr
- Fklass 4: Ej analyserad öppen myr

Indikatorer

Ett syfte är med indikatorerna är att göra förändringsklassningen mer överskådlig. Värdet som beräknas är andelen "Säker förändringsindikation" per "Analyserad öppen myr", eller $\text{"Fklass 2"} / (\text{"Fklass 1"} + \text{"Fklass 2"} + \text{"Fklass 3"})$. Dessa värden beräknas sen för följande områden vilket ger olika indikatorer:

- Delavrinningsområden (SMHI)
- Huvudavrinningsområden (SMHI)
- Kommuner
- Län
- Myrtypsregioner
- Naturgeografiska regioner
- Rutnät 10km x 10km

Satellitscenmosaiker för tidpunkt 1 och 2

Satellitscenmosaikerna är bakgrundsinformation som till exempel kan användas vid analys av förändringsklassningen. Mosaikerna som täcker undersökningsområdet består av sammanfogade satellitbilder, och finns i olika färgkombinationer:

- IR-komp: Landsat TM, RGB = Band 432
- Naturliga färger: Landsat TM, RGB = Band 321
- Veg.komp: Landsat TM, RGB = Band 453

Basklassning

Basklassningen är ett delresultat i förändringsanalysen. Principskiss för klassningsstruktur finns i rapporten.

Utvärdering och fältkalibrering

All data från utvärderingen och fältkalibreringen finns sammanställd enligt följande:

- Shp-filer som visar var ytorna finns.
- Prokokoll i Excel-format med data från flygbildstolkning och fältbesök för samtliga ytor.
- Fotodokumentation för alla fältbesökta ytor.

Områdesgränser

Följande områdesgränser ingår:

- Undersökningsområde
- Scenparsgränser
- Utvärderingsområden

Dokument

- Detaljerad leveransdokumentation som innehåller beskrivningar, kommentarer, filnamn, filstorlek och filformat.
- Slutrapport för länsgruppen (detta dokument).

7 Diskussion och slutsatser

I arbetet med "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" bedrivs, i samråd med Länsstyrelsen och Naturvårdsverket, en kontinuerlig utveckling och förbättring av tillvägagångssätt, utvärdering, användningsområden, presentation av resultat, mm.

För att effektivisera och säkerställa kvalitén har grunddata (t.ex. Svenska MarktäckeData) införskaffats på nationell nivå så långt det är möjligt. I samband med detta säkerställdes att all indata hade referenssystemet SWEREF99 TM, i vilket all leverans till Länsstyrelsen har.

I urvalet av satellitscener eftersträvas de som är registrerade mellan 20 juni och 15 augusti, vilket lyckades bra. Stor möda lades på att hitta satellitscener med så lite moln som möjligt. Moln var mycket vanligt förekommande i Jämtland under sommarperioderna för berörda år. Eftersom satelliternas (TM och ETM) banor är något förskjutna från varandra blev några mindre områden utan täckning, vilket framgår av satellitmosaikerna. Trots problematiken med moln och satellitscenstäckning gick det att analysera ca 82 % av det totala undersökningsområdet.

I flygbildstolkningen och fältutvärderingen kunde man lita till den långa erfarenhet som Tommy Löfgren respektive Lisa Tenning har från liknade insatser. Ett digitalt inmatningsprotokoll utvecklades för att underlätta framtagning av statistik.

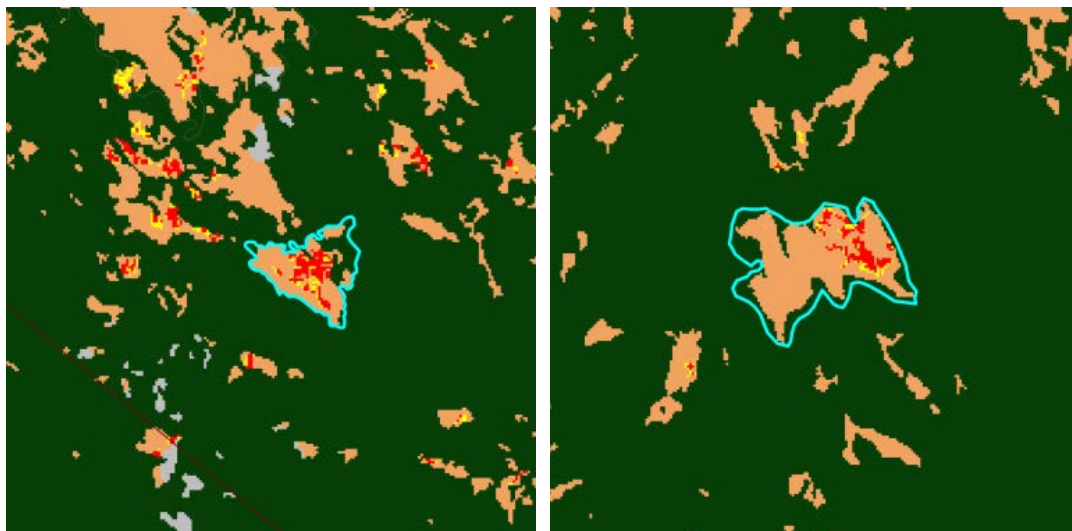
Det intressanta med slutresultatet från förändringsanalysen torde vara hur förändringarna fördelar sig över undersökningsområdet. Själva slutresultatet är utmärkt för ingående analyser, men det är svårt att få en bra överblick och där är istället miljöindikatorer till stor hjälp. Nya områdes- och regionsindelningar har testats. Exempel på intressanta områdesindelningar är "10km x 10km" -rutor samt delavrinningsområden.

Indikatorerna påvisar höga värden i det centrala området av länsgruppen i och omkring Ragunda kommun. Exempel på andra områden med höga värden återfinns nära Solberg i norra delen av Örnsköldsviks kommun, samt i södra Härjedalen. Däremot är förändringsindikationerna relativt låga i Åre kommun, Bergs kommun och Ånge kommun.

7.1 Exempel på tillämpning av slutresultatet

I samband med leveransen hölls också en praktisk workshop där slutresultatet från förändringsanalysen kombinerades med respektive läns naturvärdesklassningar från VMI.

Förutom själva kunskapsutbytet togs det fram en indikator med andel "Säker förändring" per "Analyserad myr" för de olika VMI-objekten. Nedan visas de två objekt i Västernorrland med "Mycket högt naturvärde" som har högst förändringsandel (figur 44).



Figur 44. Till vänster: Objektet "PRÄSTFLON 10 KM SV GIDEÅBERG" med en förändringsandel på ca 20 %. Till höger: Objektet "DEGERMYRAN 9 KM N HUSUM" med en förändringsandel på ca 8 %.

Exemplet visar hur resultatet från övervakningsarbetet kan användas för att detektera vegetationsförändringar i enskilda VMI-objekt. På detta sätt kan man identifiera/prioritera vilka VMI-objekt som närmare behöver följas upp och eventuellt åtgärdas.

Referenser

- Backe, S., Eriksson, K. & Gunnarsson, U., 2012. *Markanvändningsrelaterade vegetationsförändringar inom öppen myr*. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 2012:4.
- Boresjö Bronge, L. & Näslund-Landenmark, 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.
- Fredén, C. (red), 1998. *Berg och jord*. SNA Förlag.
- Gunnarsson, U. & Löfroth, M., 2009. *Våtmarksinventeringen - resultat från 25 års inventeringar*. Naturvårdsverket, Rapport 5925.
- Jonson, M., 2007. *Vegetationsförändringar i våtmarker med höga naturvärden - En fältuppföljning av förändringsindikationer från satellitbild*. Länsstyrelsen Gävleborgs län, Rapport 2007:19.
- Länsstyrelsen Jämtlands län - Blekeområden, 2013. <http://www.lansstyrelsen.se/jamtland/Sv/djur-och-natur/hotade-vaxter-och-djur/vatmarker/blekeomraden/Pages/index.aspx?keyword=bleke> (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, 2005. *Nationell strategi för Myllrande våtmarker*. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2007a. *Myllrande våtmarker - Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Naturvårdsverket, Rapport 5771.
- Naturvårdsverket, 2007b. *Myrskyddsplan för Sverige - Huvudrapport över revidering 2006*. Naturvårdsverket, Rapport 5667.
- Nystrand, P.-O., 2004. *Rikkärr i Jämtlands kambrosilurområde*. Länsstyrelsen Jämtlands län, 2004:2.
- Olofsson, F., 2009. *Länsprogram för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 i Västernorrlands län*. Länsstyrelsen Västernorrlands län, Rapport 2009:14.

SMHI, 1986. *Väder och Vatten*. Nr 6-9.

SMHI, 1987. *Väder och Vatten*. Nr 6-9.

SMHI, 1990. *Väder och Vatten*. Nr 6-9.

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

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

SMHI, 2002. *Väder och Vatten*. Nr 7-9.

SMHI, 2003. *Väder och Vatten*. Nr 7-9.

Statistiska Centralbyrån, 2004. *Markanvändning enligt Svenska MarktäckeData (SMD)*. MI67.

Sundberg, S., 2006. *Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr*. Naturvårdsverket, Rapport 5601.

Bilaga A. Väderanalysdata

Väderanalysdata 1986 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Västerbotten	Vindeln-Björkheden			Lycksele			Umeå		
1986	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13,3	13	9,2	15,8	14,4	9,9	14,8	15	11,1
T (°C) Normal 1961-90	10	14	11,6	11,9	15,2	13,1	12,6	16	14,5
Antal frostnätter	0	0	5	0	0	2	0	0	0
Nb (mm)	5	93	37	6	64	69	14	60	75
Nb (mm) Normal 1931-60	-	-	-	69	87	81	49	63	77

Jämtland	Gäddede			Frösön			Sveg		
1986	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13,3	13	9,6	14,3	13,1	9,8	15,3	14	10,2
T (°C) Normal 1961-90	9,9	14	12	11,4	14,5	13	11,9	15	12,7
Antal frostnätter	0	1	3	0	0	0	0	0	2
Nb (mm)	7	88	35	57	73	99	72	106	152
Nb (mm) Normal 1931-60	65	76	71	60	68	67	69	94	80

Västernorrland	Junsele			Skagsudde			Härnösand		
1986	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	15,7	14,5	-	12,9	14	11,3	15,1	15	11,6
T (°C) Normal 1961-90	12,4	15,4	-	11	15	14,7	12,7	16	15
Antal frostnätter	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	21	86	-	11	64	73	17	50	181
Nb (mm) Normal 1931-60	57	80	-	38	46	60	54	64	80

Dalarna	Särna			Mora		
1986	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	14,1	13,1	9,5	16	15	11,4
T (°C) Normal 1961-90	11,4	14	12,1	13,8	16	14,5
Antal frostnätter	0	0	2	0	0	0
Nb (mm)	108	106	141	123	81	180
Nb (mm) Normal 1931-60	80	96	83	64	84	77

Gävleborg	Delsbo			Söderhamn		
1986	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	-	-	11,5	15,7	16	12,1
T (°C) Normal 1961-90	-	-	14,5	13,1	16	15
Antal frostnätter	-	-	0	0	0	0
Nb (mm)	-	-	199	36	39	186
Nb (mm) Normal 1931-60	-	-	72	48	60	69

Väderanalysdata 1987 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Västerbotten	Vindeln-Björkheden			Lycksele			Umeå		
1987	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	9,8	12	8,6	11,6	13	9,8	10,7	14	10,5
T (°C) Normal 1961-90	10	14	11,6	11,9	15	13,1	12,6	16	14,5
Antal frostnätter	0	0	6	0	0	4	0	0	2
Nb (mm)	113	87	111	86	162	108	125	47	97
Nb (mm) Normal 1931-60	-	-	-	69	87	81	49	63	77

Jämtland	Gäddede			Frösön			Sveg		
1987	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	9,7	12	9,1	10	13	9,7	10,2	13	10,3
T (°C) Normal 1961-90	9,9	14	12	11,4	15	13	11,9	15	12,7
Antal frostnätter	0	0	3	0	0	0	0	0	1
Nb (mm)	89	90	124	130	111	116	175	88	88
Nb (mm) Normal 1931-60	65	76	71	60	68	67	69	94	80

Västernorrland	Junsele			Skagsudde			Härnösand		
1987	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	11,5	14	10,3	9,1	14	11,8	10,4	15	11,8
T (°C) Normal 1961-90	12,4	15	13,2	11	15	14,7	12,7	16	15
Antal frostnätter	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	95	91	81	78	31	58	98	17	95
Nb (mm) Normal 1931-60	57	80	70	38	46	60	54	64	80

Dalarna	Särna			Mora		
1987	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	9,7	13	9,6	11,4	15	11,6
T (°C) Normal 1961-90	11,4	14	12,1	13,8	16	14,5
Antal frostnätter	0	0	1	0	0	0
Nb (mm)	150	44	62	115	77	100
Nb (mm) Normal 1931-60	80	96	83	64	84	77

Gävleborg	Delsbo			Söderhamn		
1987	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	11,4	15	11,3	10,5	15	11,8
T (°C) Normal 1961-90	13,3	16	14,5	13,1	16	15
Antal frostnätter	0	0	1	0	0	0
Nb (mm)	118	68	100	81	73	67
Nb (mm) Normal 1931-60	54	63	72	48	60	69

Väderanalysdata 1990 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Västerbotten	Vindelns-Björkheden			Lycksele			Umeå		
1990	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	11,3	13,2	12,1	12,5	15	13	13,2	15,3	14,6
T (°C) Normal 1961-90	10	13,6	11,6	11,9	15,2	13,1	12,6	16,2	14,5
Antal frostnätter	0	1	1	1	0	1	0	0	0
Nb (mm)	33	154	59	37	116	102	27	73	56
Nb (mm) Normal 1931-60	63	88	82	69	87	81	49	63	77

Jämtland	Gäddede			Frösön			Sveg		
1990	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	11	12,6	12,3	12,1	13,3	13,3	12,9	14	13,4
T (°C) Normal 1961-90	9,9	13,5	12	11,4	14,5	13	11,9	14,6	12,7
Antal frostnätter	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	32	136	88	19	62	59	64	75	88
Nb (mm) Normal 1931-60	65	76	71	60	68	67	69	94	80

Västernorrland	Junsele			Skagsudde			Härnösand		
1990	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	12,8	14,7	13,7	12	14,9	15,1	12,7	15,3	15,3
T (°C) Normal 1961-90	12,4	15,4	13,2	11	15,2	14,7	12,7	16,3	15
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	60	144	44	47	86	37	44	119	36
Nb (mm) Normal 1931-60	57	80	70	38	46	60	54	64	80

Dalarna	Särna			Mora		
1990	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	12	13	12,4	14	15,4	14,7
T (°C) Normal 1961-90	11,4	14	12,1	13,8	16,1	14,5
Antal frostnätter	0	0	1	0	0	0
Nb (mm)	77	78	60	91	96	73
Nb (mm) Normal 1931-60	80	96	83	64	84	77

Gävleborg	Delsbo			Söderhamn		
1990	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13,3	15,1	14,9	13,4	15,2	15,8
T (°C) Normal 1961-90	13,3	16,2	14,5	13,1	16,2	15
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	43	167	31	41	122	31
Nb (mm) Normal 1931-60	59	69	79	48	60	69

Väderanalysdata 1999 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Västerbotten	Vindelns-Björkheden			Lycksele			Umeå		
1999	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	14,1	16	12,2	13,8	15	11,3	13,8	16	12,6
T (°C) Normal 1961-90	13,1	15	12,6	13	14	12,1	13	15	13,5
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Nb (mm)	59	38	48	104	62	17	42	34	33
Nb (mm) Normal 1931-60	51	70	81	40	64	59	41	55	74

Jämtland	Gäddede			Frösön			Sveg		
1999	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	11,7	12	10,5	12,7	14	11,7	13,2	15	11,9
T (°C) Normal 1961-90	10,6	13	11,5	11,8	13	12,3	12,8	14	12,5
Antal frostnätter	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	96	138	68	87	53	67	78	45	64
Nb (mm) Normal 1931-60	62	92	82	57	76	60	64	83	71

Västernorrland	Junsele			Skagsudde			Härnösand		
1999	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13,9	15	12,1	11,8	15	13,6	13,9	17	14,1
T (°C) Normal 1961-90	13,1	14	12,6	11,7	15	13,8	13,3	15	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	89	70	26	50	35	37	76	37	76
Nb (mm) Normal 1931-60	51	82	61	30	45	48	44	58	77

Dalarna	Särna			Mora		
1999	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	12,2	14	11,3	14,5	17	13,5
T (°C) Normal 1961-90	12,1	13	11,8	14,1	15	13,8
Antal frostnätter	1	-	6	0	0	1
Nb (mm)	99	44	55	101	42	37
Nb (mm) Normal 1931-60	70	85	71	58	75	70

Gävleborg	Delsbo			Söderhamn		
1999	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	14,9	17	13,5	15	17	13,9
T (°C) Normal 1961-90	14	15	13,7	13,6	16	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	58	39	54	61	31	61
Nb (mm) Normal 1931-60	46	69	65	46	61	77

Väderanalysdata 2000 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Västerbotten	Vindeln-Björkheden			Lycksele			Umeå		
2000	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	12,1	15	12,5	11,5	15	12,7	12	15	13,2
T (°C) Normal 1961-90	13,1	15	12,6	13	14	12,1	13	15	13,5
Antal frostnätter	-	-	0	1	0	0	0	0	0
Nb (mm)	75	-	122	74	156	105	71	180	92
Nb (mm) Normal 1931-60	52	71	82	40	64	59	41	55	74

Jämtland	Gäddede			Frösön			Sveg		
2000	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	8,8	13	11,3	10	13	12,2	10,7	13	12,1
T (°C) Normal 1961-90	10,6	13	11,5	11,8	13	12,3	12,8	14	12,5
Antal frostnätter	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Nb (mm)	112	113	109	64	214	82	88	224	44
Nb (mm) Normal 1931-60	62	92	82	57	76	60	64	83	71

Västernorrland	Junsele			Skagsudde			Härnösand		
2000	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	11,8	15	13	10,7	15	13,9	12,5	15	14,3
T (°C) Normal 1961-90	13,1	14	12,6	11,7	15	13,8	13,3	16	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	63	122	78	48	157	53	61	165	57
Nb (mm) Normal 1931-60	51	82	61	30	45	48	44	58	77

Dalarna	Särna			Mora		
2000	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	10,1	13	10,8	12,7	15	13,4
T (°C) Normal 1961-90	12,1	13	11,8	14,1	15	13,8
Antal frostnätter	-	-	-	1	0	0
Nb (mm)	70	-	54	90	170	84
Nb (mm) Normal 1931-60	70	85	71	58	75	70

Gävleborg	Delsbo			Söderhamn		
2000	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13	15	13,7	13,2	15	14,2
T (°C) Normal 1961-90	14	15	13,7	13,6	16	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	69	151	36	59	151	54
Nb (mm) Normal 1931-60	46	69	65	46	61	77

Väderanalysdata 2002 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Västerbotten	Vindelns-Björkheden			Lycksele			Umeå		
2002	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	14,8	16	16,7	14,9	16	16,4	15,5	17	17
T (°C) Normal 1961-90	12,6	14	12,2	12,7	14	12	13	15	13,5
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	76	83	38	64	112	29	39	64	16
Nb (mm) Normal 1931-60	46	69	73	38	62	56	41	54	75

Jämtland	Gäddede			Frösön			Sveg		
2002	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13,7	15	16	14,4	15	17,9	14,1	15	17,2
T (°C) Normal 1961-90	10,6	13	11,5	11,8	13	12,3	12,8	14	12,5
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	77	52	32	90	39	46	88	76	60
Nb (mm) Normal 1931-60	57	84	75	57	76	60	64	88	69

Västernorrland	Junsele			Skagsudde			Härnösand		
2002	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	15,1	17	17,2	15	17	18,3	16,1	18	18,5
T (°C) Normal 1961-90	13,1	14	12,6	11,3	15	13,6	13,3	15	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	63	88	68	33	49	10	62	115	9
Nb (mm) Normal 1931-60	51	82	61	30	46	46	44	58	77

Dalarna	Särna			Mora		
2002	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13,4	15	16,4	15,6	17	18
T (°C) Normal 1961-90	12,1	13	11,7	14,1	15	13,5
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	77	75	68	125	116	40
Nb (mm) Normal 1931-60	67	80	68	53	69	67

Gävleborg	Delsbo			Söderhamn		
2002	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	16	17	18,1	16,2	18	18,4
T (°C) Normal 1961-90	14	16	13,8	13,6	16	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	64	90	24	133	95	20
Nb (mm) Normal 1931-60	43	61	60	47	61	77

Väderanalysdata 2003 hämtat från Väder och Vatten, SMHI.

Västerbotten	Vindelns-Björkheden			Lycksele			Umeå		
2003	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	12,2	18	13,2	12,4	18	13,1	12,7	19	14,8
T (°C) Normal 1961-90	12,6	14	12,2	12,7	14	12	13	15	13,5
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Nb (mm)	34	103	138	38	37	134	35	24	102
Nb (mm) Normal 1931-60	46	69	73	38	62	56	41	54	75

Jämtland	Gäddede			Frösön			Sveg		
2003	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	11,6	17	12,6	12,2	18	13,2	12,4	17	13,1
T (°C) Normal 1961-90	10,6	13	11,5	11,8	13	12,3	12,7	14	12,4
Antal frostnätter	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	73	45	78	57	68	106	99	113	90
Nb (mm) Normal 1931-60	57	84	75	57	76	60	64	88	69

Västernorrland	Junsele			Skagsudde			Härnösand		
2003	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13	18	13,7	11,5	18	15,6	12,9	19	16
T (°C) Normal 1961-90	13,1	14	12,6	11,3	15	13,6	13,3	15	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	46	53	127	43	30	130	72	23	165
Nb (mm) Normal 1931-60	51	82	61	30	46	46	44	58	77

Dalarna	Särna			Mora		
2003	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	12,4	17	12,9	14,2	18	14,7
T (°C) Normal 1961-90	12,1	13	11,7	14,1	15	13,5
Antal frostnätter	3	0	0	0	0	0
Nb (mm)	82	87	103	137	105	60
Nb (mm) Normal 1931-60	67	80	68	53	69	67

Gävleborg	Delsbo			Söderhamn		
2003	Juni	Juli	Augusti	Juni	Juli	Augusti
T (°C)	13,4	19	14,9	13,5	19	15,5
T (°C) Normal 1961-90	14	16	13,8	13,6	16	14,2
Antal frostnätter	0	0	0	0	0	0
Nb (mm)	112	64	139	116	29	145
Nb (mm) Normal 1931-60	43	61	60	47	61	77



Länsstyrelserna

Jämtland
Västernorrland

För mer information eller för att beställa fler exemplar, kontakta:

Länsstyrelsen Jämtlands län

Rapport 2013:11

831 86 Östersund

Tel: 010-225 30 00

www.lansstyrelsen.se/jamtland

Länsstyrelsen Västernorrland

Rapport 2013:05

871 86 Härnösand

Tel: 0611-34 90 00

www.lansstyrelsen.se/vasternorrland