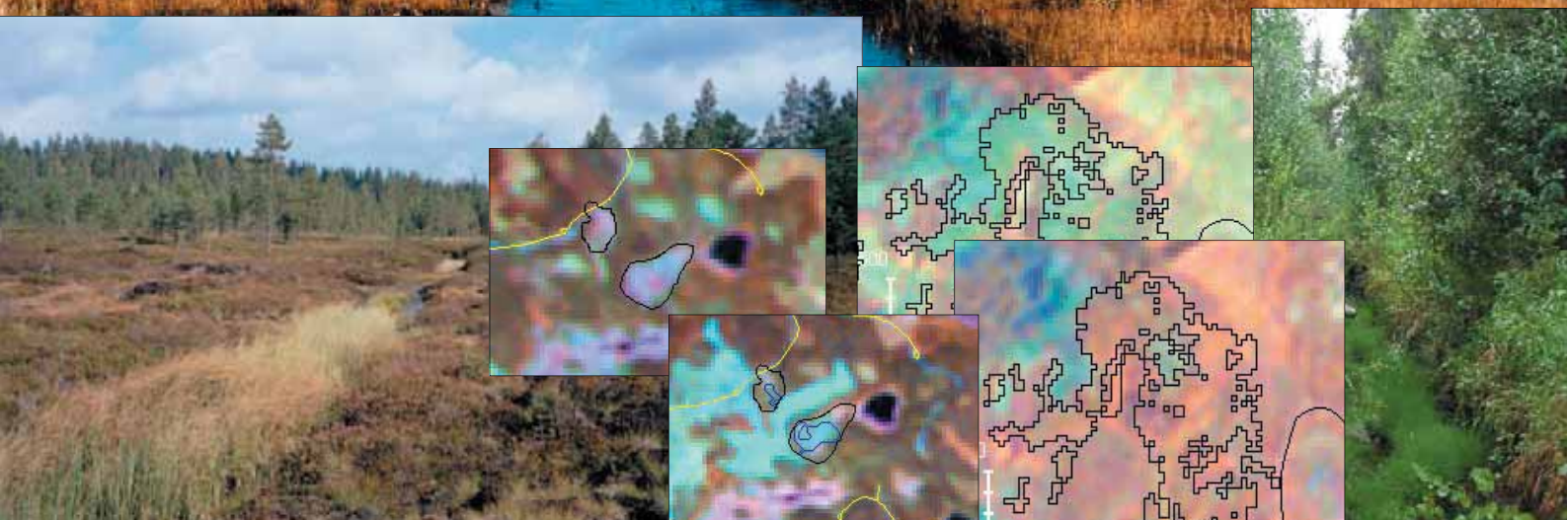




Länsstyrelserna



**Satellitdata för övervakning
av våtmarker - slutrapport**

Satellitdata för övervakning av våtmarker

Slutrapport

Laine Boresjö Bronge, Vattenfall Power Consultant



Länsstyrelsen
Gävleborg

Rapport 2006:36



LÄNSSTYRELSEN
DALARNAS LÄN

Rapport 2006:38

Förord

En av länsstyrelsernas uppgifter är att övervaka miljötillståndet i naturen. Våtmarker fyller många viktiga uppgifter i landskapet, både för vattenbalansen och som livsmiljö för många växter och djur. Det är därför angeläget att övervaka förändringar av våtmarkerna, samtidigt som det är svårt, eftersom de är spridda över så stora områden.

Föreliggande rapport redovisar metod och resultat från en pilotproduktion inom ett projekt som syftar till att utveckla en satellitbildsbaserad metod för övervakning av förändringar i våtmarker. Författare är Laine Boresjö Bronge vid Vattenfall Power Consultant (tidigare SwedPower).

Metodutvecklingen har presenterats i en tidigare rapport (Boresjö Bronge, 2002). Projektet har drivits i samverkan med länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län och Naturvårdsverket. Länsstyrelserna i Norrbottens och Jönköpings län har också bidragit till projektet. Finansiering har erhållits från Rymdstyrelsen, Naturvårdsverket och från Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län.

Fem av de 23 satellitbildsscener som varit tillgängliga för projektet har ställts till förfogande av RESE-projektet (Remote Sensing for the Environment).

Fältkontrollen för utvärderingen i Dalarna och Gävleborgs län, samt i Jönköpings län, har genomförts av Thomas Rafstedt, INFRA Kartläggning. I Norrbotten gjordes fältkontrollen av Sture Westerberg och Anna Högdahl från Länsstyrelsen.

Projektet genomfördes under åren 2002 till 2004 och den tekniska slutrapporteringen avslutades 2005. Under våren 2006 har Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län påbörjat en GIS-analys av förändringsinformationen för att demonstrera hur denna ska kunna användas av Länsstyrelserna vid en nationell tillämpning av metoden. Några första resultat och erfarenheter presenteras i kapitel 12.

Omslagsbilden visar en oförändrad myr med gölflarkar och strängkärr i sydvästra Dalarna. Infällda småbilder visar några exempel på förändringar orsakade av dikning. Till vänster visas en myr som dikats i Gävleborgs län med infällda små bilder som visar hur myren såg ut i Landsat TM-data från 1986-06-11 respektive 2001-08-15. Blå polygon visar förändrat område enligt förändringsanalysen. Till höger visas ett barrskogskärr i Norrbotten som dikats och nu är starkt förbuskat och igenväxt med täta videsnår. Förändringsresultatet (svart polygon) är pålagt Landsat TM-bilderna från 1987-08-10 respektive 2000-07-29.

För mer information kontakta:

Laine Boresjö Bronge (Laine.BoresjoBronge@vattenfall.com)

Jemt Anna Eriksson (jemt-anna.eriksson@w.lst.se)

Olle Kellner (olle.kellner@x.lst.se)

Johan Abenius (Johan.Abenius@naturvardsverket.se)

Innehåll

SAMMANFATTNING.....	5
SUMMARY	7
1 INTRODUKTION.....	9
1.1 Bakgrund och syfte	9
1.2 Användarbehov	10
1.3 Genomförande	11
1.4 Mål	12
2 STUDIEOMRÅDEN OCH DATAKÄLLOR.....	13
2.1 Studieområden	13
2.1.1 Metodutveckling	13
2.1.2 Område för pilotproduktion	13
2.1.3 Kompletterande områden.....	13
2.2 Datakällor.....	14
2.2.1 Satellitdata.....	14
2.2.2 Kartmasker	15
2.2.3 Indata för pilotproduktionen	15
2.2.4 Indata 6DSO/ 6ESV	17
2.2.5 Indata 27M Korpilombolo/ 28M Pajala.....	17
3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN	18
3.1 Område för pilotproduktion	18
3.1.1 Blått scenpar.....	19
3.1.2 Grönt scenpar	19
3.1.3 Orange scenpar.....	21
3.1.4 Rosa scenpar	23
3.1.5 Rött scenpar	23
3.2 Jönköpings län - 6DSO/ 6ESV	28
3.3 Norrbottens län - 27M Korpilombolo/ 28M Pajala	28
3.4 Bildexempel på fenologi och vädereffekter i de olika scenparen.....	31
3.5 Fältarbete	36
4 METOD – ÖPPEN MYR.....	38
4.1 Förutsättning	38
4.2 Hypotes	38
4.3 Metodbeskrivning	38
4.3.1 Steg 1 - basklassificering	39
4.3.2 Steg 2 – sökning av förändring	39
4.3.3 Analyserade förändringsriktningar	41
4.3.4 Förändringsklasser	41
4.3.5 Generering av resultat	42
5 METOD – SKOGKLÄDD MYR.....	44
5.1 Förutsättning	44
5.2 Beskrivning.....	44
5.3 Förändringsriktningar och klasser	44
6 PILOTPRODUKTION.....	45
6.1 Genomförande	45
6.1.1 Fältarbete.....	45

6.2	Producerat förändringsresultat.....	45
6.2.1	Blått scenpar.....	46
6.2.2	Grönt scenpar.....	46
6.2.3	Orange scenpar.....	46
6.2.4	Rosa scenpar.....	47
6.2.5	Rött scenpar.....	47
7	KOMPLETTERANDE FÖRÄNDRINGSANALYSER.....	48
7.1	Jönköpings län.....	48
7.1.1	Producerat förändringsresultat.....	48
7.1.2	Fältarbete.....	48
7.2	Norrbottnens län.....	48
7.2.1	Producerat förändringsresultat.....	48
7.2.2	Fältarbete.....	48
8	UTVÄRDERING.....	49
8.1	Pilotproduktion.....	49
8.1.1	Slumpning av toporutor.....	49
8.1.2	Slumpning av myrtytor.....	50
8.1.3	Fältmaterial.....	51
8.1.4	Ytor som inte behövde kontrolleras.....	51
8.1.5	Fältkontroll.....	51
8.2	Jönköpings län.....	52
8.3	Norrbottnens län.....	52
9	RESULTAT.....	53
9.1	Dalarna-Gävleborgs län.....	53
9.1.1	Förändringsanalys.....	53
9.1.2	Utvärdering.....	74
9.2	Jönköpings län.....	76
9.2.1	Förändringsanalys.....	76
9.2.2	Utvärdering.....	76
9.3	Norrbottnens län.....	78
9.3.1	Förändringsanalys.....	78
9.3.2	Utvärdering.....	82
9.4	Sammanfattning.....	87
10	ANVÄNDARUTVÄRDERING.....	89
10.1	Jemt Anna Eriksson, Länsstyrelsen i Dalarna & Olle Kellner, Länsstyrelsen i Gävleborgs län.....	89
10.2	Sture Westerberg, Länsstyrelsen i Norrbotten.....	90
11	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	91
12	HUR KAN FÖRÄNDRINGSINFORMATIONEN ANVÄNDAS AV LÄNSSTYRELSENA?.....	92
12.1	Introduktion.....	92
12.2	Utvärdering i x- & w-län av våtmarksförändringsstudien.....	92
12.2.1	Resultat.....	92
12.2.2	Fortsatt analys.....	93
	REFERENSER.....	94

SAMMANFATTNING

Riksdagen har antagit 16 nationella miljö kvalitetsmål. Målen beskriver de egenskaper som vår natur- och kulturmiljö måste ha för att samhällsutvecklingen ska vara ekologiskt hållbar. Ett av miljö kvalitetsmålen som Naturvårdsverket har ansvar för är ”Myllrande våtmarker” för vilket anges att ”Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet skall bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden” (Naturvårdsverkets web-sida <http://www.environ.se/>).

Naturvårdsverket har också det övergripande ansvaret i Sverige för att styra och koordinera det samlade arbetet med Natura 2000 där uppföljningssystemet utgör en integrerad del. Länsstyrelserna ska genomföra och följa upp arbetet med genomförandet av Natura 2000 i länet och även samordna insatserna med miljömålsuppföljningen. Inom Natura-2000-uppföljningen finns ett flertal myrhabitat definierade för vilka nationella bevarandemål uppställts och parametrar definierats för att det ska vara möjligt att övervaka att gynnsam bevarandestatus bibehålls.

För att kunna uppfylla de nationella och regionala miljömålen samt Natura-2000-uppföljningen behöver Naturvårdsverket och Länsstyrelserna kostnadseffektiva metoder som kan producera jämförbara resultat vid återkommande tillfällen.

Projektets syfte är att ta fram ett satellitbildsbaserat operationellt koncept för övervakning och uppföljning av förändringar i våtmarker. Målet har varit att utveckla en metod som kan användas för både regional och nationell uppföljning av tillståndet i våtmarkerna.

Projektet har genomförts på tre år i samarbete med Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län och Naturvårdsverket. Rymdstyrelsen och Naturvårdsverket har finansierat projektet, med bidrag från Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län. Medverkat i projektet har också Länsstyrelserna i Norrbottens och Jönköpings län.

Under 2002 genomfördes metodutveckling och test av framtagen metod inom två försöksområden i Dalarna och Gävleborgs län, nämligen Siljanskupolen och Hälsingeskogen (figur 1), som valts i samråd med Länsstyrelserna i dessa län. Framtagna resultat presenterades på Miljöövervakningsdagarna och en användarexkursion genomfördes för att förankra resultaten och få rekommendationer inför fortsatt arbete. En preliminär utvärdering av resultaten genomfördes också under hösten 2002. Utvecklingsarbetet 2002 finns beskrivet i Boresjö Bronge (2002).

Under 2003 genomfördes en pilotproduktion över ett större område (Dalarna och Gävleborgs län där lämpliga data fanns) (figur 1). För att få en utökad verifiering av metodens användbarhet i ett nationellt perspektiv med avseende på de stora myrregionerna i landet utvidgades projektet med stöd från Naturvårdsverket så att metoden kunde testas i ytterligare två strategiskt valda områden i Jönköpings län respektive Norrbotten, innan slutgiltig metodik lades fast. Utvärdering av förändringsanalysen över Dalarna och Gävleborgs län utfördes under hösten 2003. En preliminär utvärdering av klassningsresultatet inom testområdet i Jönköping utfördes också.

Projektet slutfördes under 2004 med kompletterande utvärdering i Norrbottens och Jönköpings län samt med användarförankring.

Den metod som utvecklats baseras på antagandet att spektralt och vegetationsmässigt homogena myrenheter/myrtyper uppträder likartat med avseende på fenologi och väder. Detta innebär att om dessa enheter kan avgränsas vid tidpunkt 1 så kan spektralt avvikande myrar, d v s förändrade myrar, sökas inom grupperna vid tidpunkt 2 utan att data behöver kalibreras. Förändringsanalysen genomförs därmed i två steg (figur 22).

I ett första steg görs basklassificering av spektralt och vegetationsmässigt homogena myrenheter baserad på gränivåklippning i kvoter eller enskilda band i steg enligt likartat koncept som är beskrivet av Boresjö Bronge och Näslund-Landenmark (2002). Basklassificeringen är mycket viktig för att erhålla ett bra resultat i den riktade förändringsanalys som genomförs i nästa steg. Basklassificeringen måste göras i satellitdata för att garantera att myrenheterna är spektralt homogena.

Den riktade förändringsanalysen genomförs för varje delmängd som särskiljts i basklassificeringen. Beroende på förväntad förändring sökes avvikelser för aktuell myrenhet vid tidpunkt 2 uttryckt som $\pm x$ standardavvikelser kring medelvärdet i den kvot mellan banden som bäst ger utslag på sökt förändringsriktning.

De olika delresultaten läggs ihop till ett samlat resultat och generaliseras till minsta redovisningsenhet 0.5 ha (figur 25). I huvudsak två förändringsriktningar analyseras, förändring av bottenskiktet (kalkningseffekter, uttorkning p g a dikning, bottenskiktet skyms av förtätat starrskikt) respektive ökad biomassa/igenväxning. Förändringarna redovisas i två klasser, säker respektive potentiell förändring.

Förändringsresultatet från pilotproduktionen över Dalarna och Gävleborgs län samt resultaten från de två kompletterande områdena i Norrbottens och Jönköpings län har utvärderats genom fältkontroll av slumpade myrtytor (figur 27, 29, tabell 28). En analys av vädret gjordes för aktuella år och registreringsdatum för använda satellitbiler. Följande slutsatser kan dras baserat på totalt 212 fältbesökta slumpade myrtytor:

- Detektering av igenväxning har mycket hög säkerhet ($\geq 90\%$).
 - Analysen är tämligen okänslig för vädervariationer.
 - För upptäckt av förändring på frodiga myrar är dock registreringsdatumen viktiga (ej för tidiga scener).
- Detektering av förändring av bottenskiktet är mer osäker.
 - Analysen är känslig för extrem torka - kontroll av väder behövs.
 - För upptäckt av förändring på blöta myrar är registreringsdatumen viktiga (ej för tidiga scener).
- Metoden hittar inte alla förändringar (17 % av referensytorna hade förändrats).
 - Förändringen måste vara detekterbar med tekniken.

Sammanfattningsvis kan konstateras att den satellitbildsbaserade metod som utvecklats inom projektet kan producera förändringsinformation för igenväxning/ökad biomassa med mycket hög tillförlitlighet, samt att metoden är tillämpbar från söder till norr. De problem som funnits och skapat osäkerheter i resultatet har framför allt varit förknippade med för tidiga satellitbilsregistreringar och avvikande väder i form av extrem torka. Följande rekommendationer ges för operationell tillämpning:

- Satellitdata bör vara registrerade från ca 20 juni - 15 augusti, med optimal tidpunkt i juli. Tidpunkten är något beroende av var i Sverige tillämpning sker samt väder aktuellt år.
- Vid en tillämpning bör delmängden igenväxning/ökad biomassa (2/3-kvot kompletterad med 4/3-kvot, i Norrland också 5/3-kvot) prioriteras.
- Förändrat bottenskikt ger komplementär information. Om delmängden används bör kontroll av väder ske, så att framförallt scener med extrem torka undviks. Dessutom bör en manuell översyn/editering av förändringsinformationen göras och delmängden redovisas som ett separat skikt.

SUMMARY

The Swedish Parliament has established 16 objectives for environmental quality. They describe the qualities our environment and our common natural and cultural resources must have in order to be ecologically sustainable. One of the objectives that the Swedish Environmental Protection Agency (SEPA), and on a regional level the County Administrations, have the responsibility for is "Flourishing wetlands", for which it is stated: "The ecological and water-regulating function of wetlands in the landscape must be preserved, and valuable wetlands must be preserved for the future" (SEPA, web site <http://www.environ.se/>).

The SEPA also has the overall responsibility in Sweden to guide and coordinate the Natura 2000 implementation and management. The County Administrations have the responsibility to implement the Natura 2000 in the counties.

In order to fulfil the national and regional environmental goals the SEPA and the County Administrations need cost-effective methods that can produce comparable results at recurrent occasions.

The purpose of the project is to develop a satellite-data based method for monitoring of Swedish wetlands suited for both regional and national levels.

The project has been carried out during three years in cooperation with the County Administrations in Dalarna and Gävleborg and with the SEPA. The Swedish National Space Board and the SEPA have supported the project financially with contribution from the County Administrations in Dalarna and Gävleborg. The County Administrations of Norrbotten and Jönköping counties have also taken part in the project.

During 2002 method development and test of developed method were carried out in two test areas in Dalarna and in the county of Gävleborg, Siljanskupolen and Hälsingeskogen (Figure 1). A preliminary evaluation was also carried out. The method development is described by Boresjö Bronge (2002).

During 2003 a pilot production was carried out over Dalarna and the County of Gävleborg (Figure 1). Complementary analysis was also made in two test areas in Norrbotten and the County of Jönköping for verification of the usefulness of the method in a national perspective. The results from Dalarna and the County of Gävleborg were evaluated during autumn 2003.

The project was finished 2004 with complementary evaluation of the results from Norrbotten and the Jönköping Counties.

The developed method for detection of changes is based on a two-step approach (Figure 22). In the first step a detailed classification of the mires into homogeneous mire types/units is performed (homogeneous units both with regard to spectral characteristics and vegetation) by using level slicing in single bands and ratios between bands in a stepwise interactive approach. In the second step these mire units are used as masks for directed analysis of change within each mire type. The hypothesis is that homogeneous mire types will react similarly on phenology and weather and spectrally deviating mires therefore are mires that have changed during the time period.

Two main change types are distinguished, changes in the bottom layer (effects of liming, drying up of the bottom layer due to ditching, increased density of field layer covering the bottom layer) and increased biomass/overgrowth (mainly caused by drainage of the mires). The pixel-wise classification result is generalised to a minimum mapping unit of 0.5 ha and two change classes are produced "certain change" and potential change".

The change results from the pilot production and the two complementary test areas in Norrbotten and the County of Jönköping were evaluated by field control of randomly selected mire areas (Figures 27, 29, Table 28). An analysis of the weather situation was performed for actual years and recording dates for involved satellite images used. The following conclusions were drawn based on in total 212 field visited areas:

- Detection of increased biomass/overgrowth has very high classification accuracy ($\geq 90\%$).
 - The analysis is relatively insensitive for weather variations.
 - For the detection of changes on mires with high biomass the recording dates of the satellite images are important (too early scenes cannot be used).
- Detection of changes in the bottom layer is more uncertain.
 - The analysis is sensitive for extreme drought – control of the weather is necessary.
 - For the detection of changes on wet mires the recording dates of the satellite images are important (too early scenes cannot be used).
- Not all changes can be detected with the method (17 % of the reference control mires had been changed).
 - The changes have to be detectable with the method.

In summary it can be concluded that the developed method can produce change information of increased biomass/overgrowth with very high accuracy, and that the method can be used in northern Sweden as well as in the southern part. The problems with reduced accuracy that were encountered in some areas have mainly been connected to too early satellite image recordings and to deviating weather in the form of extreme drought. The following recommendations are given for operational application:

- The satellite images should be recorded between approximately 20 June – 15 August, with an optimal period in July. The exact recommended time period is depending on where in Sweden the change analysis is performed and on the weather situation.
- In an application the detection of increasing biomass/overgrowth should be given the highest priority.
- The detection of changes in the bottom layer gives complementary information. If this change direction is to be used, control of the weather situation is necessary so that images recorded at extreme drought can be avoided. Manual control and editing of the change information are also recommended, and that the result is kept as a separate result layer.

1 INTRODUKTION

1.1 Bakgrund och syfte

Riksdagen har antagit 16 nationella miljö kvalitetsmål. Målen beskriver de egenskaper som vår natur- och kulturmiljö måste ha för att samhällsutvecklingen ska vara ekologiskt hållbar. För varje miljö kvalitetsmål finns en ansvarig myndighet. Naturvårdsverket har ansvaret för tio av de sexton målen, medan Statens strålskyddsinstitut, Kemikalieinspektionen, Sveriges geologiska undersökning, Skogsstyrelsen, Jordbruksverket och Boverket har huvudansvaret för vart och ett av de övriga sex målen. Länsstyrelser och kommuner ansvarar för att utveckla regionala respektive lokala mål som grundas på de nationella miljömålen.

Ett av miljö kvalitetsmålen är ”Myllrande våtmarker” för vilket anges att ”Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet skall bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden” (Naturvårdsverkets web-sida <http://www.environ.se/>).

Miljö kvalitetsmålet Myllrande våtmarker bör, enligt regeringen, i ett generationsperspektiv innebära bland annat följande:

- I hela landet finns våtmarker av varierande slag, med bevarad biologisk mångfald och bevarade kulturhistoriska värden.
- Hotade arter har möjlighet att sprida sig till nya lokaler inom sina naturliga utbredningsområden så att långsiktigt livskraftiga populationer säkras.
- Främmande arter och genetiskt modifierade organismer som kan hota den biologiska mångfalden introduceras inte.
- Torvbrytning sker på lämpliga platser med hänsyn till natur- och kulturmiljön och den biologiska mångfalden.
- Våtmarker skyddas så långt möjligt mot dränering, torvtäkter, vägbyggen och annan exploatering.
- Våtmarkernas värde för friluftsliv värnas.

Delmål för miljö kvalitetsmålet Myllrande våtmarker enligt proposition 2000/01:130 är:

1. En nationell strategi för skydd och skötsel av våtmarker och sumpskogar ska tas fram senast till år 2005.
2. Samtliga våtmarksområden i Myrskyddsplan för Sverige ska ha ett långsiktigt skydd senast år 2010.
3. Senast år 2004 ska inte skogsbilvägar byggas över våtmarker med höga natur- eller kulturvärden eller så att dessa våtmarker påverkas negativt på annat sätt.
4. I odlingslandskapet ska minst 12 000 hektar våtmarker och småvatten anläggas eller återställas fram till år 2010.
5. Åtgärdsprogram ska finnas senast till år 2005 och ha inletts för de hotade arter som har behov av riktade åtgärder.

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.

I Sverige har Naturvårdsverket det övergripande ansvaret för att styra och koordinera det samlade arbetet med Natura 2000 där uppföljningssystemet utgör en integrerad del. Länsstyrelserna ska genomföra och följa upp arbetet med genomförandet av Natura 2000 i länet och även samordna insatserna med miljömålsuppföljningen. Inom Natura-2000-uppföljningen finns ett flertal myrhabitat definierade för vilka nationella bevarandemål uppställts och parametrar definierats för att det ska vara möjligt att övervaka att gynnsam bevarandestatus bibehålls.

För att kunna uppfylla de nationella och regionala miljömålen samt Natura-2000-uppföljningen behöver Naturvårdsverket och Länsstyrelserna kostnadseffektiva metoder som kan producera jämförbara resultat vid återkommande tillfällen.

Sverige är ett av de våtmarksrikaste länderna i världen. Mer än 20 % av vårt land är täckt av våtmarker (Löfroth, 1991; Naturvårdsverket, 1994). Ca 40 % av dessa är öppna myrar. Våtmarkerna har stor variationsrikedom och är värdefulla för såväl arter knutna till våtmarkerna som arter knutna till kringliggande ekosystem och för rastande flyttfåglar.

Våtmarkerna har sedan drygt ett sekel i stor utsträckning omförts till andra marktyper framför allt inom ramen för skogs- och jordbruket (Naturvårdsverkets web-sida <http://www.viron.se/>). Detta är särskilt påtagligt i de delar av landet där våtmarkerna tidigt togs i anspråk för uppodling.

I skogslandskapet har under 1900-talet en omfattande markavvattning ägt rum, framför allt i syfte att öka skogsproduktionen på våtmarker, att säkra skogsmarkens produktionsförmåga samt genom utbyggnaden av skogsbilvägnätet. De våtmarker som finns kvar är i stor utsträckning påverkade av sådana vattenståndsförändringar.

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.

En del av våtmarkernas djur och växter har missgynnats av igenväxning av tidigare öppna våtmarker. Sådan igenväxning har orsakats av markavvattning, tillförsel av luftburna näringsämnen och av att traditionell slätterhävd och betesdrift upphört.

Projektets syfte är att ta fram ett satellitbildsbaserat operationellt koncept för övervakning och uppföljning av förändringar i våtmarker. Målet är att utveckla en metod som kan användas för både regional och nationell uppföljning av tillståndet i våtmarkerna.

1.2 Användarbehov

För att kunna uppfylla de nationella och regionala miljömålen samt Natura-2000-uppföljningen behöver Naturvårdsverket och Länsstyrelserna återkommande information om våtmarkernas status. Detta inkluderar information både vad gäller våtmarkstyp och förändring, liksom information om förändringar i omgivningen. För att möta de nationella behoven har Naturvårdsverket sammanställt en Myrskyddsplan baserad på den nationella våtmarksinventeringen (VMI). Hela landet utom fjällkedjan har hittills inventerats. VMI baseras på tolkning av IR-färgflygbilder (initialt användes svartvita flygbilder) i kombination med översiktlig fältinventering för beskrivning av myrelementen. Vid flygbildstolkningen bedöms faktorer som grad och typ av ingrepp, beskogning, blöthet och hydrotopografi (Löfroth, 1991). Vissa län har genomfört en återinventering av status baserad på tolkning av svartvita flygbilder (endast nya ingrepp tolkas), men det är osäkert när eller om alla län kommer att ha möjlighet till att genomföra en förnyad inventering. Tillgång till färsk flygbilder är ett problem. Basinventeringen i Norrbottens län har t ex

nyligen genomförts med IR-färgflygbilder tagna på 80-talet eller tidigare. VMI omfattar vidare endast våtmarker större än 10 ha (> 50 ha i Norrbotten).

Mot bakgrund av detta är satellitbildstekniken av stort intresse då den möjliggör återkommande, aktuella analyser av både våtmarksvegetationen själv och ingrepp i omgivningen. Tekniken innebär att heltäckande homogena och jämförbara resultat simultant kan produceras kostnadseffektivt över större regioner.

1.3 Genomförande

Projektet har genomförts på tre år i samarbete med Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län som också bidragit till finansieringen tillsammans med Rymdstyrelsen och Naturvårdsverket. Medverkat i projektet har också Länsstyrelserna i Norrbottens- och Jönköpings län.

Under 2002 genomfördes metodutveckling och test av framtagen metod inom två försöksområden i Dalarna och Gävleborgs län, Siljanskupolen och Hälsingeskogen, som valts i samråd med Länsstyrelserna i dessa län. Framtagna resultat presenterades på Miljöövervakningsdagarna och en användarexkursion genomfördes för att förankra resultaten och få rekommendationer inför fortsatt arbete. En preliminär utvärdering av resultaten genomfördes också under hösten 2002. Utvecklingsarbetet 2002 omfattade följande arbetsmoment (Boresjö Bronge, 2002):

- test av olika metoder för kalibrering av data,
- analys av spektrala signaturer för olika myrvegetationskomponenter (inklusive beaktande av väder och fenologi),
- analys av möjliga förändringsriktningar med avseende på myrtyp och spektral respons,
- basklassificering av myrtyp och riktad förändringsanalys utgående från typ av myr och resultat från signaturanalysen, utveckling av metod,
- test av metod inom nytt område,
- preliminär utvärdering av klassningsresultat och förändringsanalys,
- preliminär utvärdering av metodens användbarhet för övervakning av våtmarksförändringar,
- beskrivning av metod,
- inhämtande av användarrekommandationer,
- rapportering.

Under 2003 genomfördes en pilotproduktion över ett större område (Dalarna och Gävleborgs län där lämpliga data fanns). För att få en utökad verifiering av metodens användbarhet i ett nationellt perspektiv med avseende på de stora myrregionerna i landet utvidgades projektet med stöd från Naturvårdsverket så att metoden kunde testas i ytterligare två strategiskt valda områden, Jönköpings län respektive Norrbotten, innan slutgiltig metodik lades fast. Utvärdering av förändringsanalysen över Dalarna och Gävleborgs län utfördes under hösten 2003. En preliminär utvärdering av klassningsresultatet inom testområdet i Jönköping utfördes också.

Följande moment genomfördes 2003:

- baskartering/förändringsanalys inom Dalarna och Gävleborgs län med beskriven metod,
- utvärdering av klassningsnoggrannhet,
- kompletterande förändringsanalys i Norrbotten och Jönköpings län,

Projektet slutfördes under 2004 med kompletterande utvärdering i Norrbotten och Jönköpings län samt användarförankring. Följande moment genomfördes 2004:

- utvärdering av förändringsanalysen i Norrbotten och Jönköpings län,
- utvärdering av användbarhet för uppföljning av tillståndet i våtmarker,
- användarförankring,
- modifiering av metod,
- framtagande av riktlinjer och rekommendationer för operationell tillämpning.

1.4 Mål

Målen för utvecklingsarbetet är följande:

- utveckla en satellitbildsbaserad metod för övervakning av våtmarker som kan användas för både regional och nationell uppföljning av tillståndet i våtmarkerna,
- genomföra pilotproduktion över en stor del av Dalarna och Gävleborgs län,
- testa metoden över ytterligare två mindre områden i andra regioner,
- utvärdera resultaten med avseende på tillförlitlighet och användbarhet för miljömålsuppföljning,
- användarförankring,
- specificering för operationellt bruk.

2 STUDIEOMRÅDEN OCH DATAKÄLLOR

2.1 Studieområden

2.1.1 Metodutveckling

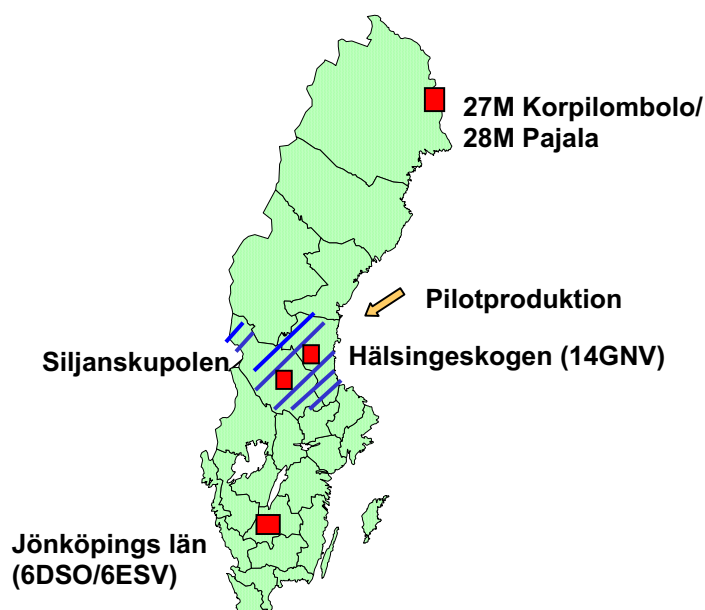
Metodutveckling och test av framtagen metod har skett inom Siljanskupolen i Dalarna respektive Hälsingeskogen i Gävleborgs län (figur 1). Båda områdena är myrrika och omfattar myrar av många olika typer. Metodutvecklingen har huvudsakligen bedrivits inom Siljanskupolen över vilken ett stort antal överlappande satellitscener (totalt 11 st) har funnits att tillgå. Detta har givit möjlighet till en ingående analys av olika myrars spektrala signaturer och uppträdande i tiden med avseende på fenologi och väderförhållanden (Boresjö Bronge, 2002). Framtagen metod testades sedan i Hälsingeskogen (topografiska kartbladet 14G NV) och en preliminär utvärdering genomfördes med lovande resultat.

2.1.2 Område för pilotproduktion

Framtagen metodik har använts för produktion av förändringsinformation över Dalarna och Gävleborgs län där lämpliga satellitdata funnits att tillgå (figur 1). Båda länen har täckts med undantag av nordligaste Gävleborgs län och nordvästra Dalarna (figur 2).

2.1.3 Kompletterande områden

För att få ett utökat underlag för metodens användbarhet i ett nationellt perspektiv och få bättre möjligheter att specificera metod och kostnader för operationell våtmarksuppföljning har kompletterande tester av metoden genomförts inom Norrbottens- och Jönköpings län. I Jönköpings län har förändringsanalys genomförts för de topografiska kartbladen 6DSO och 6ESV. I Norrbotten har 27M Korpilombolo och 28M Pajala analyserats (figur 1). Val av område har bestämts i samråd med berörda länsstyrelser.



Figur 1. Studieområden och område för pilotproduktion.

2.2 Datakällor

Indata i projektet utgörs av satellitdata (Landsat TM/ETM) (tabell 1) med 25 m pixelstorlek, masker från topografiska kartan (Terrängkartan, Vägkartan), samt IR-färgflygbilder och VMI-data för kalibrering. Information om kända förändringar som funnits tillgänglig hos Länsstyrelsen har också utnyttjats.

2.2.1 Satellitdata

Totalt 23 Landsat-scener har använts i projektet (tabell 1), varav fem ställts till förfogande av RESE-projektet¹. Av dessa 23 scener är tio stycken äldre scener från mitten till slutet av 1980-talet, 10 stycken ”färska” scener och tre stycken från en mellanperiod (90-tal). RESE-scenerna, den färska Norrbottensscenen samt 90-tals-scenerna har erhållits precisionskorrigerade. Övriga scener har beställts systemkorrigerade och sedan geokodats mot de precisionskorrigerade scener som erhållits från RESE-projektet eller mot andra precisionskorrigerade data som SwedPower förfogar över.

Tabell 1. Satellitdata som använts i projektet. Blå text visar äldre scener från 80-talet, röd text ”färska scener” från 1999-2002. Gröna scener utgör en mellangrupp från 90-talet.

Satellit	scen id	datum	Data ställts till förfogande av	Geografiskt område	Metodutv. Siljans-kupolen	Metodutv. Hälsing-skogen
Landsat 5	194/013	1987-08-10	Köpt av projektet	Norrbotten		
Landsat 5	193/017	1986-06-13	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län		
Landsat 5	193/018	1989-07-07	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län		
Landsat 5	195/017	1985-09-12	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	Ja
Landsat 5	195/017	1986-06-11	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	Ja
Landsat 5	195/018	1989-08-22	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län		
Landsat 5	196/017	1986-06-18	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	
Landsat 5	196/017	1987-07-23	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	
Landsat 5	196/017	1987-08-24	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	
Landsat 5	194/020	1985-06-01	Köpt av projektet	Jönköpings län		
Landsat 5	194/017	1992-05-19	Lst W och X-län	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	Ja
Landsat 5	196/017	1995-06-27	Lst W och X-län	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	
Landsat 5	194/017-18	1997-08-21	Lst W och X-län	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	Ja
Landsat 7	193/013	2000-07-29	Lst BD-län	Norrbotten		
Landsat 7	194/017	2001-07-07	RESE	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	Ja
Landsat 7	194/018	2001-07-07	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län		
Landsat 5	194/018	2000-07-28	RESE	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	
Landsat 7	195/017	2001-08-15	RESE	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	Ja
Landsat 7	196/017-18	2001-07-05	RESE	Dalarna/Gävleborgs län	Ja	
Landsat 7	196/018	2001-07-05	Köpt av projektet	Dalarna/Gävleborgs län		
Landsat 5	197/017	1999-07-31	RESE	Dalarna/Gävleborgs län		
Landsat 7	194/020	1999-09-04	Lst F-län	Jönköpings län		
Landsat 7	194/020	2002-07-10	Köpt av projektet	Jönköpings län		

¹RESE Remote Sensing for the Environment

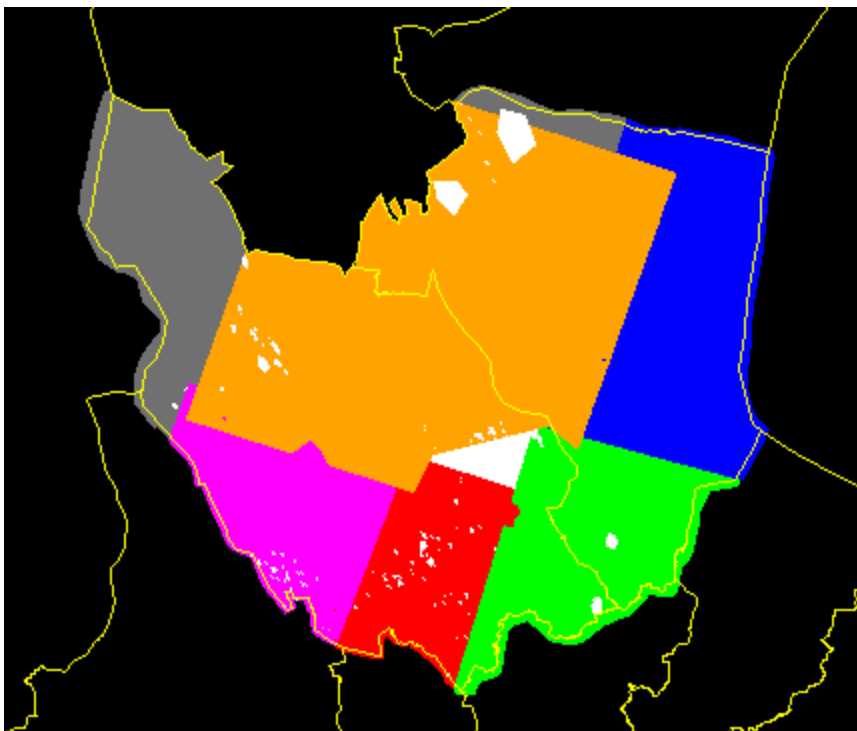
2.2.2 Kartmasker

Terrängkartans masker ”våtmark” respektive ”skog” har använts för att definiera område för analys för pilotproduktionen. I Jönköpings län och delvis också i Norrbotten har ekonomiska kartans indelning använts (se nedan). Projektets ambition har varit att omfatta både öppen myr och skogklädd myr men förändringsanalys inom skogklädd myr har p g a tidsbrist bara kunnat genomföras inom ”orange scenpar” över Dalarna och Gävleborgs län (se figur 2).

2.2.3 Indata för pilotproduktionen

2.2.3.1 Satellitdata

För att täcka Dalarna och Gävleborgs län har det varit nödvändigt att lägga ihop flera scenpar i mosaik. Figur 2 visar hur många scenpar som är inblandade (totalt 5 st). Vitt visar okarterade områden p g a av moln och grått är område där data saknats och kartering därför ej genomförts. Nordvästra delarna av Dalarna liksom en liten remsa av norra Hälsingland har inte kunnat täckas in.



Scenpar	Registreringsdatum
Orange	1986-06-11 2001-08-15
Blått	1986-06-13 2001-07-07
Grönt	1989-07-07 2001-07-07
Rött	1989-08-22 2000-07-28
Rosa	1989-08-22 2001-07-05

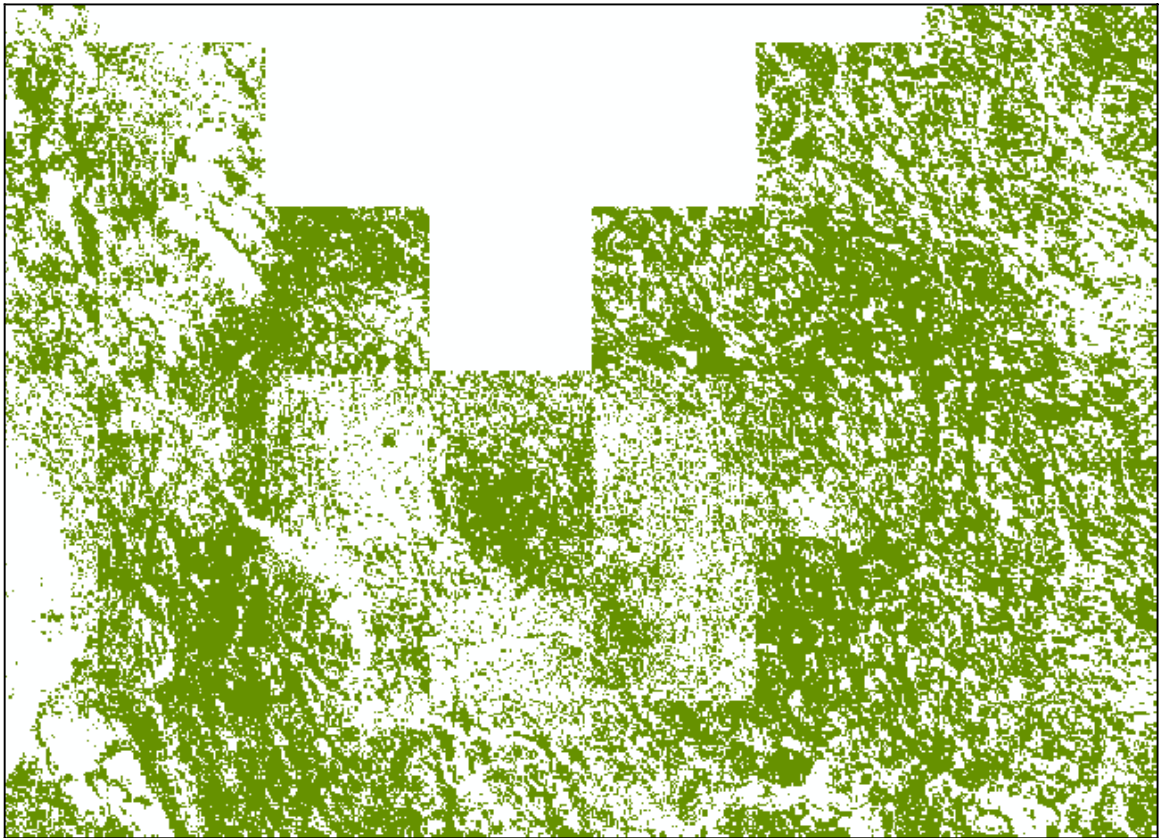
Figur 2. Täckning av scenpar som används för förändringsanalysen över Dalarna och Gävleborgs län. Grått = område där data saknats och kartering ej genomförts. Vitt = ej karterat område p g a moln eller molnskuggor.

2.2.3.2 Myrmasker

Terrängkartans myrmasker (öppen respektive skogklädd våtmark) inom Dalarna och Gävleborgs län har använts för att avgränsa område för analys. Maskerna erhöles från Länsstyrelsen i Dalarna som en mosaik i GRID-format med 5 m upplösning. Maskerna importerades till Erdas Imagine och pixelstorleken reducerades till 25 m med hjälp av funktionen ”Degrade” som gör det möjligt att bestämma hur stor andel av den nya 25 m pixeln som måste utgöras av myr för att den ska få värdet ”myr” (ERDAS, 2003). I

föreliggande analys krävdes mer än 50 % myr i ursprungsupplösningen för att den nya pixeln skulle få värdet ”myr”. De olika maskerna, skogsklädd myr, öppen brunmyr och öppen blåmyr, har behandlats separat och sedan lagts ihop med prioritets ordning för att undvika ”hål” i slutresultatet.

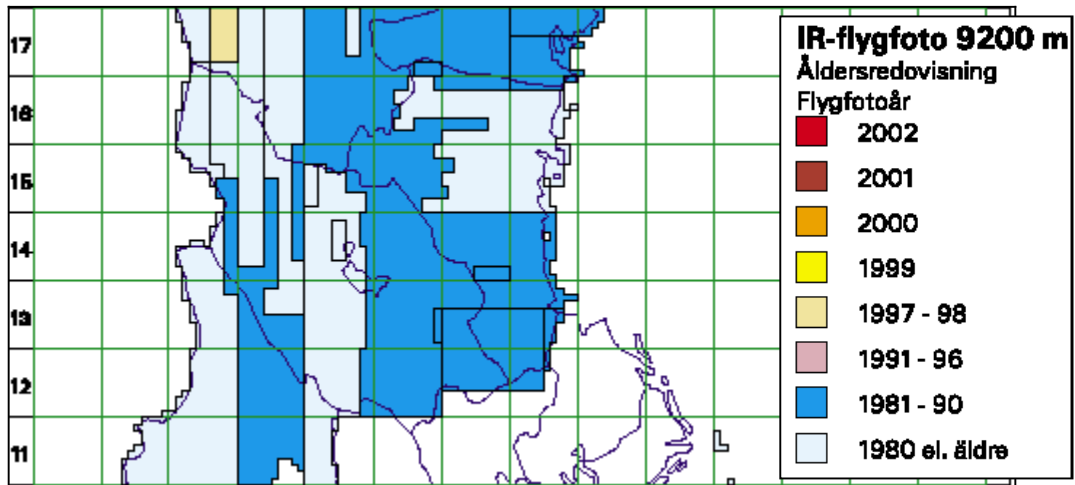
Någon genomgång av maskernas aktualitet har inte gjorts, men då ett så pass stort område mosaikats ihop är det rimligt att anta att underlagsmaterialet representeras av kartor med olika utgivningsår och därmed varierande aktualitet vad gäller myrmarkens avgränsning mot skogsmarken och även avgränsningen öppen myr mot skogsklädd myr. Även tolkningen kan variera mellan olika kartblad. Ett exempel på detta ges i figur 3, som visar skogsklädd myr inom de olika kartbladen i norra delen av området, där de ingående kartbladsgränserna tydligt kan urskiljas. Någon motsvarande uppenbar skillnad har inte konstaterats för den öppna myren, men någon systematisk genomgång har inte gjorts.



Figur 3. *Fördelning av skogsklädd myr inom de olika topografiska kartbladen (terrängkartan, skala 1:50 000) över del av norra Dalarna och Gävleborgs län.*

2.2.3.3 IR-färgflygbilder

De IR-färgflygbilder som Länsstyrelserna haft tillgängliga över länen är i skala 1:60 000 och från tidigt 80-tal eller äldre (figur 4). Flygbilderna har främst använts vid utvärderingen.



Figur 4. Åldersredovisning av IR-färgflygbilder i skala 1:60 000. Från Lantmäteriets hemsida (www.lm.se/kartplan/lmv).

2.2.4 Indata 6DSO/ 6ESV

Vid förändringsanalysen i Jönköpings län användes satellitdata från 1985-06-01 respektive 2002-07-10.

Myrmaskerna hämtades från ekonomiska kartan (skala 1:10 000). De ekonomiska kartbladen över området levererades från Länsstyrelsen i shape-format. Shapefilen rasterades i ArcGIS till .img-format med 25 m upplösning.

2.2.5 Indata 27M Korpilombolo/ 28M Pajala

Vid förändringsanalysen i Norrbotten användes satellitdata från 1987-08-10 respektive 2000-07-29.

Myrmaskerna hämtades från vägkartan (28 M Pajala, skala 1:100 000) och fastighetskartan (Korpilombolo, skala 1:10 000).

Vägartan beställdes i rasterformat (skiktad raster) från Lantmäteriverket och levererades i Tiff-format med 10 m upplösning. Myrmaskerna (blå- respektive brunmyr) importerades till Erdas Imagine och pixelstorleken reducerades till 25 m med hjälp av funktionen "Degrade" som beskrivits tidigare (se 2.2.3.2). Då funktionen inte klarar en "degrade-faktor" som inte är ett heltal fick maskerna först samplas upp till 5 m med hjälp av "Geo correction tool".

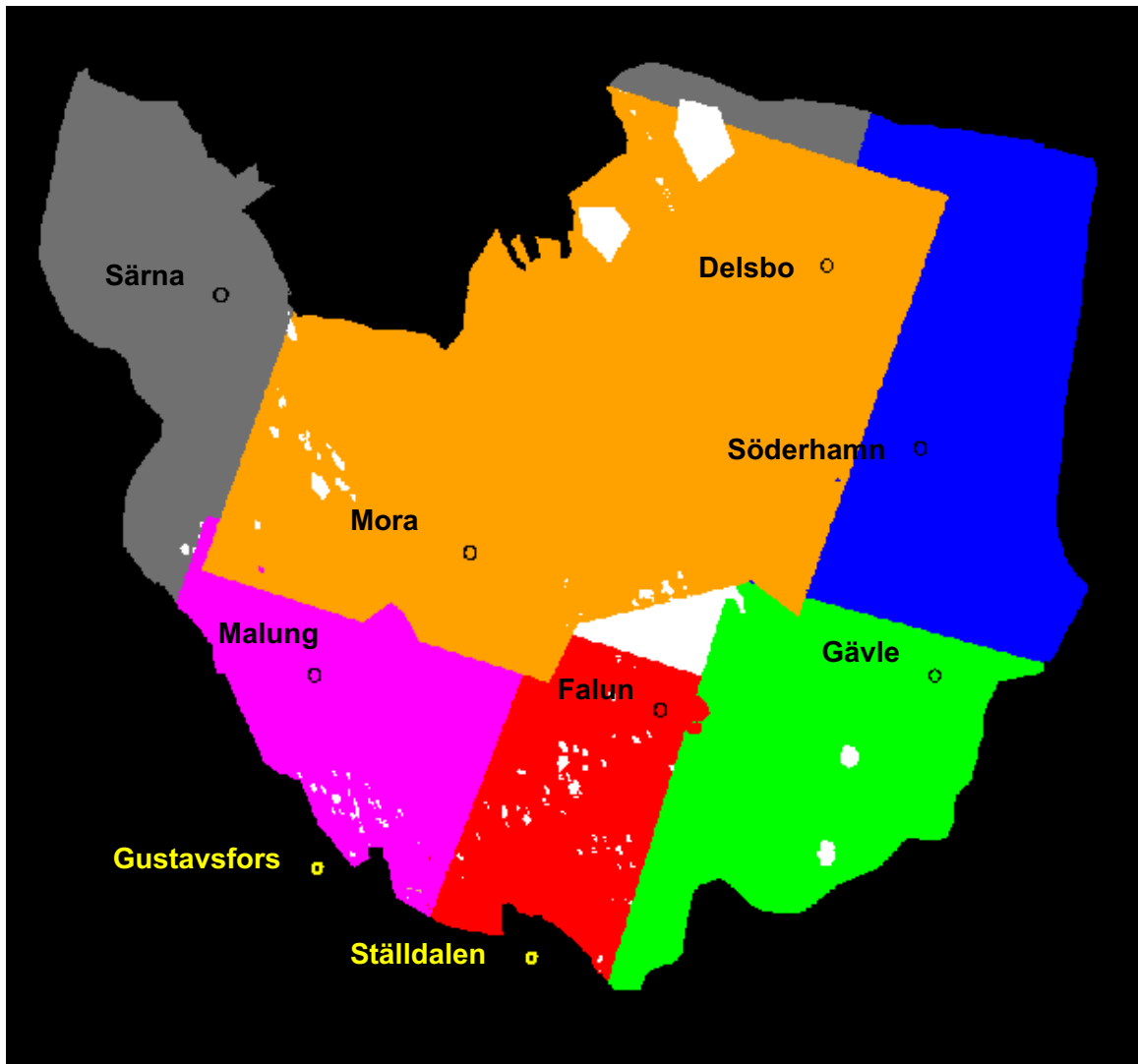
Fastighetskartan levererades från Länsstyrelsen i shape-format. Shapefilen rasterades i ArcGIS till .img-format med 25 m upplösning.

3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN

Väderförhållandena under de år som förändringsanalysen baserar sig på är naturligtvis viktiga för tolkningen av resultatet, då vädret påverkar myrarnas hydrologiska förhållanden och vegetations utveckling i tiden. En grov sammanställning av temperatur och nederbörd för aktuella år och berörda områden har därför gjorts. För utvärderingen har det också varit av intresse att få en uppfattning om väderförhållandena 2003 då fältkontrollen genomfördes.

3.1 Område för pilotproduktion

För att täcka Dalarna och Gävleborgs län har det varit nödvändigt att lägga ihop flera scenpar i mosaik, där de ingående scenparen är registrerade under olika år och vid fenologiskt sett olika tidpunkter (se figur 2). Redovisningen av temperatur- och nederbördsstatistik har därför delats upp så att jämförelser mellan åren för de ingående scenparen underlättas. Figur 5 visar det geografiska läget för de meteorologiska väderstationer från vilka data sammanställts.



Figur 5. Geografiskt läge för de meteorologiska väderstationer inom Dalarna och Gävleborgs län från vilka temperatur och nederbördsdata sammanställts.

3.1.1 Blått scenpar

Förändringsanalysen inom blått scenpar baserar sig på två satellitbilder registrerade 1986-06-13 respektive 2001-07-07. Tabell 2 och figur 6 visar temperatur och nederbördsdata för tre meteorologiska stationer i nära anslutning till området. Tabell 3 visar dagliga nederbördsmängder upp till 7 dagar innan satellitbilderna registrerades.

Maj månad 1986 blev varmare än normalt i hela landet. Varmast var det vid Upplandskusten där ett temperaturöverskott på ca 5 grader över normalt kunde uppmätas (SMHI, 1986). Nederbörden blev ojämnt fördelad. Svealand som helhet fick mindre nederbördsmängder jämfört med det genomsnittliga. Juni månad 1986 inleddes för södra Sverige med svalt och ostadigt väder, men den 9:e började ett högtryck att förstärkas över Nordeuropa och den följande dryga veckan blev varm och solig i stort sett hela landet.

Maj månad 2001 bjöd på sommarvärme i början av månaden med en svalare avslutning. Slutfacit för hela månaden blev medeltemperaturer nära de normala i nästan hela landet. Landets västra delar fick i allmänhet mindre nederbörd än normalt medan landets östra delar fick mer nederbörd. Juni månad 2001 inleddes med kyligt väder där lågtryck och regn kom att prägla vädret framför allt i norra Sverige. I Sydöstra Norrland och östra Svealand var det dock betydligt torrare. I Gävle föll bara 6 mm regn (jämför med figur 6), den minsta junimängden sedan mätningarnas början 1859 (SMHI, 2001). Från och med midsommar stabiliserades vädret och det blev högsommartemperaturer i hela landet. Torkan i sydöstra Norrland och norra Uppland var rekordartad. Uppmätta nederbördsmängder i Delsbo, Söderhamn och Gävle var långt under de normala (figur 6). Juli månad inleddes med värmebölja med över 30° på många håll i södra Sverige. Allra varmast var det i Hudiksvall den 5 juli med 33°. Av tabell 3 framgår också att inte någon nederbörd uppmättes dagarna innan registrering i Särna och Falun.

Ur registreringssynpunkt kan konstateras att maj månad 1986 var varmare än normalt och att juni efter en sval inledning kom att präglas av högtrycksväder åtminstone fyra dagar före registreringstillfället. Myrarna torde därmed ha haft en för årstiden normal vegetationsutveckling. Nederbördsmängderna var något under de normala för sammanställda väderstationer.

Under 2001 däremot rådde en extrem torka under juni månad i området och juli inleddes med värmebölja med över 30° på många håll, bl a uppmättes 33° i Hudiksvall den 5:e, två dagar före satellitpassage. Nederbördsmängderna var mycket under de normala i juli för sammanställda väderstationer. Detta bör ha påverkat myrvegetationen, särskilt *Sphagnum*-dominerade myrar (vitmosssdominerade) med glest fåltskikt där man kan förvänta sig att ytskiktet kan torka ut.

3.1.2 Grönt scenpar

Förändringsanalysen inom grönt scenpar baserar sig på två satellitbilder registrerade 1989-07-07 respektive 2001-07-07. Tabell 4 och figur 7 visar temperatur och nederbördsdata för tre meteorologiska stationer i nära anslutning till området. Tabell 5 visar dagliga nederbördsmängder upp till 7 dagar innan satellitbilderna registrerades.

Juni månad 1989 blev varmare än normalt i hela landet. Månaden var också torr med nederbördsunderskott på de flesta håll (SMHI, 1989). I Ställdalen och Gävle var nederbördsmängderna långt under de normala (Figur 7). Även juli månad 1989 bjöd på torrt och soligt väder, i södra och mellersta Sverige också tidvis med rekordtemperaturer. Trots detta blev medeltemperaturerna ungefär de normala beroende på en kylig period mitt i månaden. Nederbördsmängderna var små, med mindre än hälften av den

normala nederbördsmängden på många håll i landets östra delar. Av tabell 5 framgår också att i princip inte någon nederbörd uppmättes en vecka före registreringstillfället i Särna och Falun.

Även under 2001 rådde mycket torrt och soligt väder under juni och juli (se sammanfattning under 3.1.1). Nederbördsmängderna i juni tycks dock ha varit närmare de normala lite längre in i landet än vid kusten (jämför Falun och Ställdalen med Gävle i figur 7). Ingen nederbörd uppmättes i Särna eller Falun under veckan närmast före registreringstillfället.

Ur registreringssynpunkt kan konstateras att åren bör ha varit ganska jämförbara. Möjligan kan torkan generellt sett ha varit mer extrem 2001 med högre temperaturer i juli.

3.1.3 Orange scenpar

Förändringsanalysen inom orange scenpar baserar sig på två satellitbilder registrerade 1986-06-11 respektive 2001-08-15. Tabell 6 och figur 8 visar temperatur och nederbördsdata för fyra meteorologiska stationer inom eller i nära anslutning till området. Tabell 7 visar dagliga nederbördsmängder upp till 7 dagar innan satellitbilderna registrerades.

Maj månad 1986 blev varmare än normalt i hela landet med i allmänhet ett par graders temperaturöverskott (SMHI, 1986). Nederbörden blev ojämnt fördelad. Sammanställda väderstationer uppvisar nederbördsmängder nära de normala (figur 8). Juni månad 1986 inleddes för södra Sverige med svalt och ostadigt väder, men den 9:e började ett högtryck att förstärkas över Nordeuropa och den följande dryga veckan blev varm och solig i stort sett hela landet. I stort sett föll ingen nederbörd i Särna och Falun ett par dagar innan satellitpassage (tabell 7).

Som beskrivits tidigare (se sammanfattning under 3.1.1) var juni och juli 2001 mycket torra och soliga månader med rekordartad torka i juni i sydöstra Norrland och norra Uppland. Juli inleddes med värmebölja och avslutades också med värmebölja efter en period med passerande kallfronter med lokalt kraftiga åskväder. För sammanställda väderstationer var nederbördsmängderna i juli nära de normala utom för Falun som hade lägre nederbörd än normalt (figur 8). Augusti månad 2001 var något varmare än normalt över hela landet. Nästan hela landet fick mer nederbörd än normalt. Mest, mer än dubbla normalmängden, föll främst i mellersta och södra Norrland. För sammanställda väderstationer var nederbördsmängderna i augusti högre eller mycket högre utom för Falun som hade lägre nederbörd än normalt (figur 8). I stort sett ingen nederbörd föll i Särna och Falun ett par dagar innan satellitpassage (tabell 7). I Falun uppmättes dock nederbörd dagligen före dess.

Ur registreringssynpunkt kan konstateras att maj månad 1986 var varmare än normalt och att juni efter en sval inledning kom att präglas av högtrycksväder åtminstone två dagar före registreringstillfället. Nederbördsmängderna var nära de normala för sammanställda väderstationer. Myrarna torde därmed ha haft en för årstiden normal vegetationsutveckling.

Juni och juli 2001 var torra och soliga månader, dock med nederbördsmängder nära de normala för sammanställda väderstationer. Augusti var nederbördsrik med en sval och ostadig inledning med flera passerande regnområden. Det är troligt att myrarna uppvisat normal blöthet eller varit något blötare än normalt.

3.1.4 Rosa scenpar

Förändringsanalysen inom rosa scenpar baserar sig på två satellitbilder registrerade 1989-08-22 respektive 2001-07-05. Tabell 8 och figur 9 visar temperatur och nederbördsdata för två meteorologiska stationer, inom respektive strax söder om, området. Tabell 9 visar dagliga nederbördsmängder upp till 7 dagar innan satellitbilderna registrerades.

Juni månad 1989 blev varmare än normalt i hela landet. Månaden var också torr med nederbördsunderskott på de flesta håll (SMHI, 1989). I Malung och Gustavsfors var nederbördsmängderna under de normala (figur 9). Även juli månad 1989 bjöd på torrt och soligt väder, i södra och mellersta Sverige också tidvis med rekordtemperaturer. Trots detta blev medeltemperaturerna ungefär de normala beroende på en kylig period mitt i månaden. Nederbördsmängderna var små, med mindre än hälften av den normala nederbörden på många håll i landets östra delar. I Malung och Gustavsfors var nederbördsmängderna långt under de normala (figur 9). Augusti månad 1989 var kallare än normalt i nästan hela landet (SMHI, 1989). Nederbördsmängderna blev tämligen normala i stora delar av landet. I Malung och Gustavsfors var de något under de normala. I Falun uppmättes 10 mm regn två dagare före satellitpassage.

Under 2001 rådde mycket torrt och soligt väder under juni och juli (se sammanfattning under 3.1.1). Juli månad inleddes med värmebölja med över 30° på många håll i södra Sverige. Nederbördsmängderna i både juni och juli tycks dock ha varit närmare de normala längre in i landet än vid kusten. I Malung och Gustavsfors var de nära de normala i juni och något under de normala i juli. Ingen nederbörd föll i Falun under veckan närmast före registreringstillfället.

Ur registreringssynpunkt kan konstateras att juni och juli 1989 var varma och torra månader med nederbördsmängder under de normala. Augusti var dock kallare än normalt med i stort sett normala nederbördsmängder. Regn föll i Falun ett par dagar före satellitpassage. Hur den torra inledningen på sommaren påverkat myrvegetationen är svårt att bedöma. Då nederbördsmängderna varit i stort sett normala i augusti är det troligt att åtminstone *Sphagnum*-dominerade myrar återhämtat sig något och inte uppvisar extrem uttorkning i ytskiktet.

Under 2001 rådde torka under juni månad och juli inleddes med värmebölja med över 30° på många håll. Ingen nederbörd föll i Falun under veckan närmast före registreringstillfället och det är rimligt att det även längre västerut var torrt. Även om nederbördsmängderna var nära de normala för sammanställda väderstationer i juni kan det inte uteslutas att den torra inledningen på juli kan ha påverkat myrvegetationen. Särskilt *Sphagnum*-dominerade myrar med glest fältskikt kan ha varit uttorkade i ytskiktet.

3.1.5 Rött scenpar

Förändringsanalysen inom rött scenpar baserar sig på två satellitbilder registrerade 1989-08-22 respektive 2000-07-28. Tabell 10 och figur 10 visar temperatur och nederbördsdata för två meteorologiska stationer inom respektive strax söder om området. Tabell 11 visar dagliga nederbördsmängder upp till 7 dagar innan satellitbilderna registrerades.

Juni månad 1989 blev varmare än normalt i hela landet. Månaden var också torr med nederbördsunderskott på de flesta håll (SMHI, 1989). I Falun och Ställdalen var nederbördsmängderna under de normala (figur 10). Även juli månad 1989 bjöd på torrt och soligt väder. Nederbördsmängderna var små, med mindre än hälften av den

Tabell 6. Temperatur- och nederbördsdata för fyra meteorologiska stationer inom orange scenpar (se figur 5), d v s förändringsanalysen i nordöstra Dalarna och västra Gävleborgs län. Data har sammanställts för månaderna närmast före registreringsdatum (1986-06-11 respektive 2001-08-15). Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1986, 2001).

Temperatur (°C)	Särna				Mora			
	maj	juni	juli	aug	maj	juni	juli	aug
1986 ¹	7.9	14.1	13.1	9.5	10.7	16.0	15.4	11.4
2001 ²	7.0	11.0	14.8	12.3	9.8	13.1	17.1	14.5
Normalår 31-60 ¹	6.9	11.4	14.0	12.1	9.0	13.8	16.1	14.5
61-90 ²	6.9	12.1	13.3	11.7	9.1	14.1	15.4	13.5

Nederbörd (mm)	Särna				Mora			
	maj	juni	juli	aug	maj	juni	juli	aug
1986 ¹	48	180	106	141	37	123	81	180
2001 ²	23	65	63	81	30	80	86	129
Normalår 31-60 ¹	42	80	96	83	37	64	84	77
61-90 ²	52	67	80	68	39	53	69	67

¹Normal för 1986 1931-1960

²Normal för 2001 1961-1990

Temperatur (°C)	Delsbo				Falun			
	maj	juni	juli	aug	maj	juni	juli	aug
1986 ¹	11.0	-	-	11.5	11.6	16.4	15.7	11.8
2001 ²	9.0	13.8	16.8	14.8	10.3	13.9	18.1	15.2
Normalår 31-60 ¹	8.4	-	-	14.5	9.7	14.1	16.7	14.9
61-90 ²	8.7	14.0	15.6	13.8	9.6	14.6	15.8	14.2

Nederbörd (mm)	Delsbo				Falun			
	maj	juni	juli	aug	maj	juni	juli	aug
1986 ¹	28	-	-	199	22	83	87	162
2001 ²	36	13	53	96	42	55	50	51
Normalår 31-60 ¹	33	-	-	72	41	58	74	80
61-90 ²	33	43	61	60	45	58	76	79

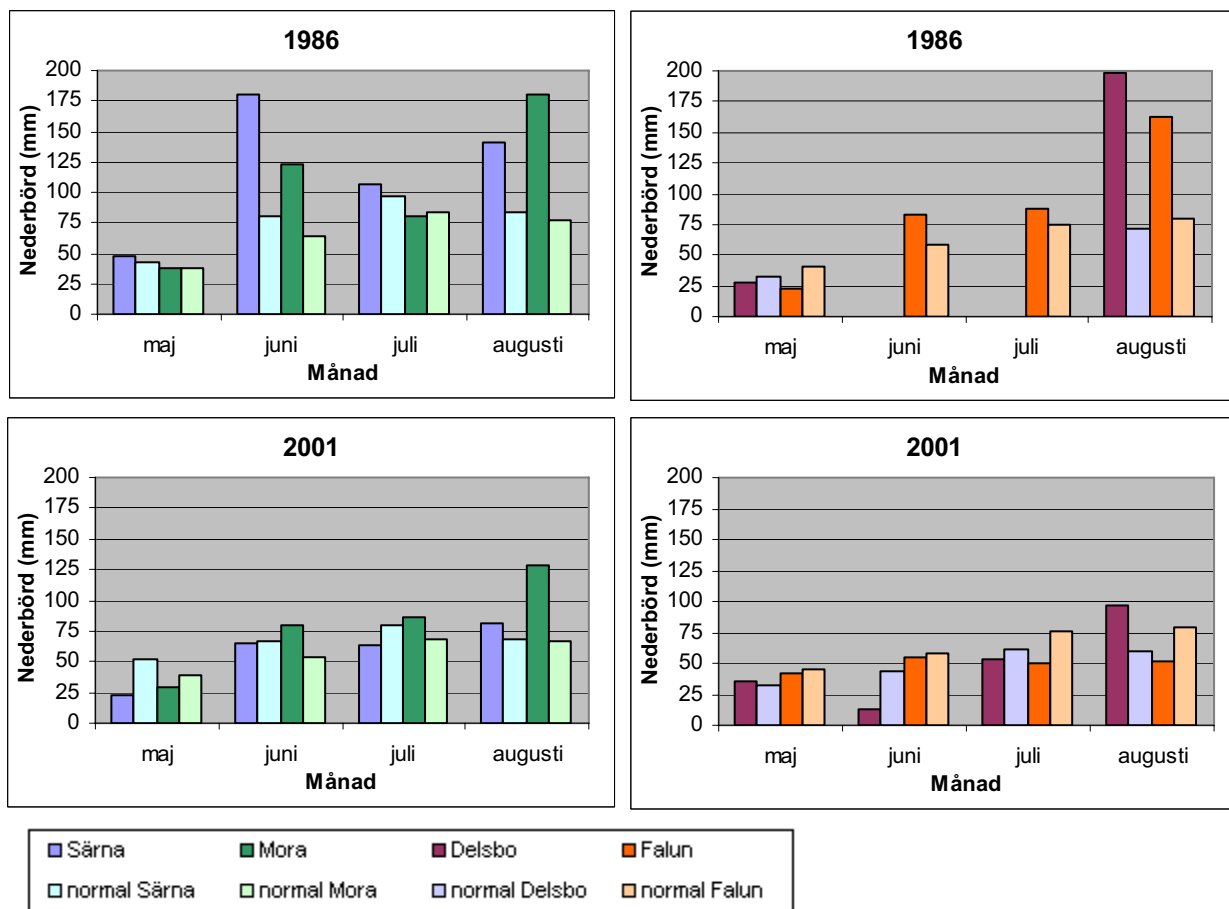
¹Normal för 1986 1931-1960

²Normal för 2001 1961-1990

Tabell 7. Nederbördsdata (mm) från Särna respektive Falun meteorologiska stationer. Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1986, 2001).

Nederbörd (mm) Särna	dag 0	-1 dag	-2 dagar	-3 dagar	-4 dagar	-5 dagar	-6 dagar	-7 dagar
11 juni 1986				4.1	53.6	0.3	6.5	10.2
15 augusti 2001			0.2	10.2				5.5

Nederbörd (mm) Falun	dag 0	-1 dag	-2 dagar	-3 dagar	-4 dagar	-5 dagar	-6 dagar	-7 dagar
11 juni 1986				1.0	46.5	0.1	6.6	10.6
15 augusti 2001				5.9	0.6	11.8	0.3	4.9



Figur 8. Månadsnederbörd för Särna, Mora, Delsbo och Falun meteorologiska stationer för maj - augusti de år som använda satellitbilder registrerats (1986-06-11 respektive 2001-08-15).

normala nederbörden på många håll i landets östra delar. I Falun och Ställdalen var nederbördsmängderna under de normala (figur 10). Augusti månad 1989 var kallare än normalt i nästan hela landet (SMHI, 1989). Nederbördsmängderna blev tämligen normala i stora delar av landet. I Falun var de nära de normala och i Gustavsfors något högre än normalt. I Falun uppmättes 10 mm regn två dagare före satellitpassage.

Juni månad 2000 blev kallare än normalt och en mycket blöt månad i en stor del av landet till följd av regnväder och häftiga åskväder. I Falun uppmättes mer nederbörd än normalt och i Ställdalen något mindre. Juli månad 2000 blev än blötare med rekordregn på många håll. Envisa lågtryck, först från sydväst, sedan från sydost förde in det ena regnområdet efter det andra. I särskilt den inre delen av södra Norrland fick regnen närmast katastrofala verkningar (SMHI, 2000). På många håll i södra och mellersta Norrland och inre Svealand liksom i nordöstra Götaland var årets juli den regnigaste sedan mätningarna började 1860. I Falun var nederbördsmängden nästan den dubbla mot normalt och i Ställdalen närmare 250 % högre än normalt (figur 10). Regn föll i Falun två dagar före satellitpassage och dagligen bakåt i tiden (tabell 11).

Ur registreringssynpunkt kan konstateras att år 2000 var ett extremår vad gäller nederbörden, och ett annat år hade föredragits om detta varit möjligt. Det är framförallt myrar i anslutning till sjöar och vattendrag, samt lösbottenkärr, som kan förväntas vara översvämmade.

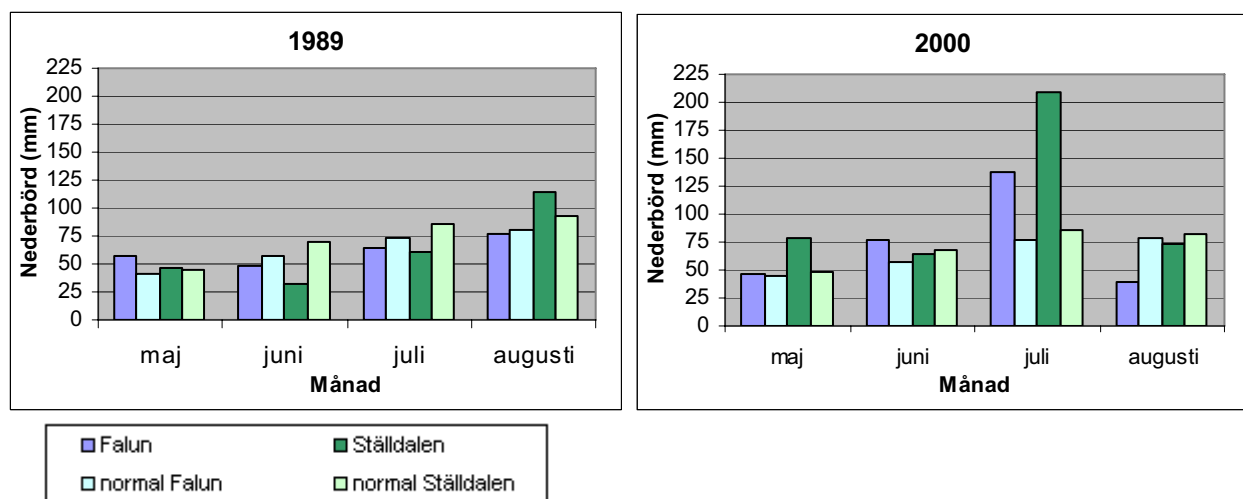
Tabell 10. Temperatur- och nederbördsdata för två meteorologiska stationer inom rött scenpar (se figur 5), d v s förändringsanalysen inom del av södra Dalarna. Data har sammanställts för månaderna närmast före registreringsdatum (1989-08-22 respektive 2000-07-28). Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1989, 2000).

Temperatur (°C)	Falun				Ställdalen			
	maj	juni	juli	aug	maj	juni	juli	aug
1989 ¹	11.1	14.6	17.0	14.2	10.2	13.9	16.0	13.3
2000 ²	11.5	13.1	15.2	14.2	10.6	12.2	14.0	13.2
Normalår 31-60 ¹	9.7	14.1	16.7	14.9	8.9	13.2	15.8	14.1
61-90 ²	9.8	14.7	16.0	14.5	9.3	13.9	15.0	13.6

Nederbörd (mm)	Falun				Ställdalen			
	maj	juni	juli	aug	maj	juni	juli	aug
1989 ¹	58	48	64	77	46	32	61	114
2000 ²	47	77	137	40	78	65	209	73
Normalår 31-60 ¹	41	58	74	80	44	70	85	93
61-90 ²	45	58	76	79	48	67	85	83

¹ Normal för 1989 1931-1960

² Normal för 2000 1961-1990



Figur 10. Månadsnederbörd för Falun och Ställdalen meteorologiska stationer för maj - augusti de år som används för satellitbilder registrerats (1989-08-22 respektive 2000-07-28).

Tabell 11. Nederbördsdata (mm) från Särna respektive Falun meteorologiska stationer. Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1989, 2000).

Nederbörd (mm) Falun	dag 0	-1 dag	-2 dagar	-3 dagar	-4 dagar	-5 dagar	-6 dagar	-7 dagar
22 augusti 1989			10.0			5.0	6.7	0.3
28 juli 2000			3.7	6.8	0.6	3.3	5.2	0.4

3.2 Jönköpings län - 6DSO/ 6ESV

Analysen i Jönköpings län är baserad på satellitdata registrerade 1985-06-01 respektive 2002-07-10. Tabell 12 och figur 11 redovisar temperatur och nederbördsstatistik för Jönköping och Växjö, två meteorologiska stationer ca 70 km norr om respektive 65 km sydost om undersökningsområdet. Tabell 13 visar dagliga nederbördsmängder upp till 7 dagar innan satellitbilderna registrerades.

Maj månad 1985 var varmare än normalt i södra Sverige (SMHI, 1985). Största värmeöverskottet erhöles på sydsvenska höglandet med upp till ca 2°. Nederbörden blev under den normala i stort sett hela södra Sverige. På de flesta håll i Sydsverige erhöles endast hälften av normalnederbörden. I Jönköping erhöles endast 34 % av den normala nederbördsmängden och i Växjö 40 %. I Växjö uppmättes inget regn veckan före satellitpassage.

Maj månad 2002 var varmare än normalt med betydligt mer nederbörd än normalt i Götaland, vilket också avspeglar sig i de uppmätta nederbördsmängderna i Jönköping och Växjö (figur 11). Även juni månad 2002 blev varmare än normalt och nederbördsrik. I Jönköping och Växjö uppmättes närmare dubbelt så höga nederbördsmängder jämfört med normalt. Under den första veckan i juli rörde sig flera områden med regn och skurar upp över landet. Den 9:e noterades månadens högsta temperatur, 31.2° i Halmstad, innan en ny kallfront närmade sig södra Sverige västerifrån den 10:e. Nederbörd föll också i Växjö samma dag som satellitpassage och spritt under veckan närmast före passage (tabell 13).

Ur registrerings synpunkt kan konstateras att maj månad 1986 var varmare och torrare än normalt. Myrarna torde därmed ha haft en för årstiden normal vegetationsutveckling, dock med reservation för att vissa typer kan ha varit torra i ytskiktet.

Sommaren år 2002 var däremot mycket nederbördsrik, vilket kan ha påverkat myrar i anslutning till sjöar och vattendrag, samt myrar med lösbottnar och gölar i den mån de förekommer inom området.

3.3 Norrbottens län - 27M Korpilombolo/ 28M Pajala

Analysen i Norrbottens län är baserad på satellitdata registrerade 1987-08-10 respektive 2000-07-29. Tabell 14 och figur 12 redovisar temperatur och nederbördsstatistik för Pajala meteorologiska station, belägen tämligen centralt inom studieområdet. Tabell 15 visar dagliga nederbördsmängder upp till 7 dagar innan satellitbilderna registrerades.

Juni månad 1987 var ovanligt kylig och regrik i större delen av landet. Hela månaden präglades av en oavbruten ström av lågtryck som söderifrån rörde sig upp över landet (SMHI, 1987). Nordligaste och västligaste Norrland berördes dock i mindre omfattning än resten av landet. I Pajala uppmättes nästan dubbelt så stora nederbördsmängder som normalt. I nordligaste Norrland var temperaturen normal. Juli månad 1987 blev sval med nederbördsmängder nära de normala i större delen av landet. I Pajala uppmättes något mindre nederbörd än normalt. Augusti månad 1987 inleddes med svalt och ostadigt väder över hela landet. Varm luft utbreddes sig dock över norra Norrland den 5:e och gav soligt och varmt väder ett antal dagar framåt. I Karesuando och Haparanda var det i stort sett nederbördsfritt fyra dagar före satellitpassage. Det föll dock 16.3 mm i Haparanda 6 dagar före satellitpassage och 20.5 mm i Karesuando 9 dagar före passage, vilket utgör 23 % respektive 33 % av normalvärdena för dessa stationer i augusti.

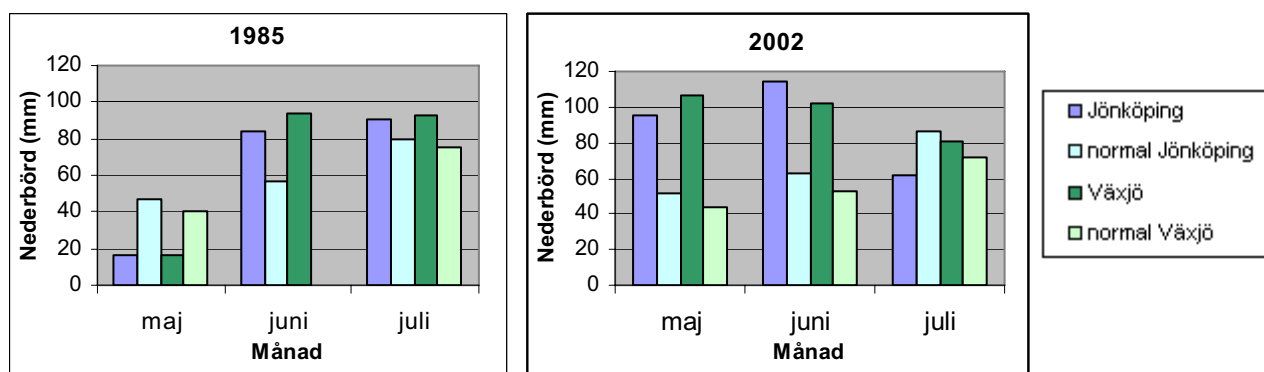
Tabell 12. Temperatur- och nederbördsdata för två meteorologiska stationer i Jönköpings län. Data har sammanställts för månaderna närmast före registreringsdatum (1985-06-01 respektive 2002-07-10). Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1985, 2002).

Temperatur (°C)	Jönköping			Växjö		
	maj	juni	juli	maj	juni	juli
1985 ¹	10.2	12.7	15.0	12.0	-	15.4
2002 ²	11.2	14.4	16.5	12.2	14.9	17.2
Normalår 31-60 ¹	9.2	13.4	15.7	10.5	-	16.6
61-90 ²	9.3	13.6	14.8	10.2	14.3	15.3

Nederbörd (mm)	Jönköping			Växjö		
	maj	juni	juli	maj	juni	juli
1985 ¹	16	84	91	16	94	93
2002 ²	95	114	62	107	102	81
Normalår 31-60 ¹	47	57	80	40	-	75
61-90 ²	52	63	86	44	53	72

¹ Normal för 1985 1931-1960

² Normal för 2002 1961-1990



Figur 11. Månadsnederbörd för Jönköping och Växjö meteorologiska stationer för maj - juli de år som använda satellitbilder registrerats.

Tabell 13. Nederbördsdata (mm) från Växjö meteorologiska station. Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1985, 2002).

Nederbörd (mm)	dag 0	-1 dag	-2 dagar	-3 dagar	-4 dagar	-5 dagar	-6 dagar	-7 dagar
1 juni 1985								
10 juli 2002	3.0			5.4	0.3		5.3	8.6

Som nämnts tidigare präglades både juni och juli 2000 av stora nederbörds mängder. I Pajala noterades nästan den dubbla nederbörds mängden båda månaderna jämfört med normalt (figur 12). Temperaturen var något över den normala i Pajala i juni och juli.

Ur registreringssynpunkt kan förväntas att myrarna bör ha varit blötare år 2000 jämfört med 1987. Detta bör i så fall ha påverkat de stora flarkärren och lösbottenmyrarna. Dock föll det en dryg vecka före satellitpassagen 1987, 23 respektive 33 % av den normala nederbörds mängden i Haparanda och Karesuando. Då terrängen är flack med liten avrinning är det möjligt att detta också kan ha påverkat de stora flarkmyrarna.

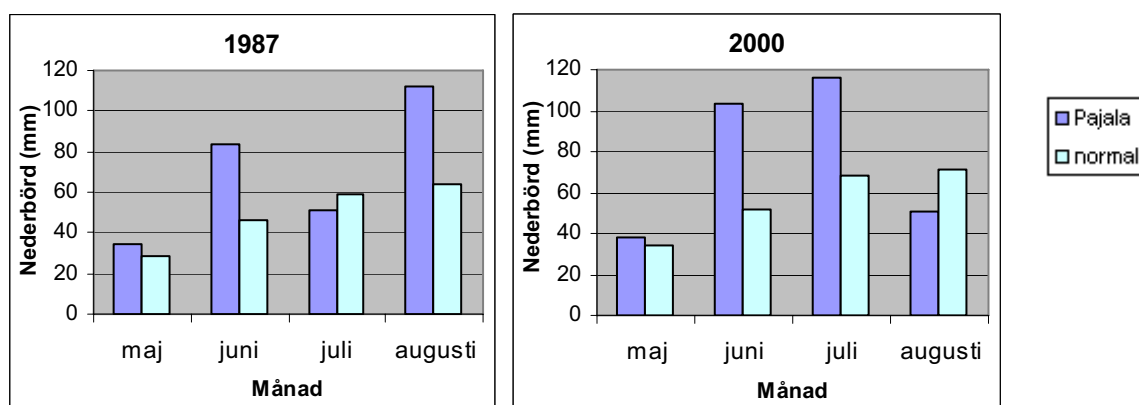
Tabell 14. Temperatur- och nederbördsdata för Pajala meteorologiska station.. Data har sammanställts för månaderna närmast före registreringsdatum (1987-08-10 respektive 2000-07-29). Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1987, 2000).

Temperatur (°C)	Pajala			
	maj	juni	juli	aug
1987 ¹	5.3	10.8	13.0	9.5
2000 ²	7.4	11.6	15.3	12.4
Normalår 31-60 ¹	5.2	11.4	15.0	12.3
61-90 ²	5.8	12.0	14.1	11.5

Nederbörd (mm)	Pajala			
	maj	juni	juli	aug
1987 ¹	34	84	51	112
2000 ²	38	103	116	51
Normalår 31-60 ¹	29	46	59	64
61-90 ²	34	52	68	71

¹ Normal för 1987 1931-1960

² Normal för 2000 1961-1990



Figur 12. Månadsnederbörd för Pajala meteorologiska station för maj - augusti de år som använda satellitbilder registrerats.

Tabell 15. Nederbördsdata (mm) från Karesuando och Haparanda meteorologiska stationer. Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 1987, 2000).

Nederbörd (mm)	dag 0	-1 dag	-2 dagar	-3 dagar	-4 dagar	-5 dagar	-6 dagar	-7 dagar
Karesuando								
10 augusti 1987					4.1			4.4
29 juli 2000								0.2
Haparanda								
10 augusti 1987						4.7	16.3	
29 juli 2000						0.1	20.6	8.0

3.4 Bildexempel på fenologi och vädereffekter i de olika scenparen

Figur 13-20 visar några exempel på skillnader mellan de analyserade scenerna inom de olika bildparen i förändringsanalysen över Dalarna och Gävleborgs län, skillnader som både kan tillskrivas varierande nederbördsförhållanden och fenologi.

Figur 13 visar ett par exempel från blått scenpar, där både extremt väder och fenologiska skillnader ger utslag i satellitbilderna. Den äldsta satellitbilden är registrerad 13 juni vilket medför att frodig vegetation ännu inte är fullt utvecklad jämfört med det senare registreringstillfället, 7 juli (se nedersta bildparet i figur 13). Denna senare scen är också tagen efter en extrem torka, vilket framför allt ger utslag på vitmoss (*Sphagnum*)-dominerade myrar som är kraftigt uttorkade i ytskiktet (se övre bildparet i figur 13).

Figur 14 visar ett exempel från grönt scenpar där både fenologi och väderförhållanden är jämförbara vid de två registreringstillfällena.

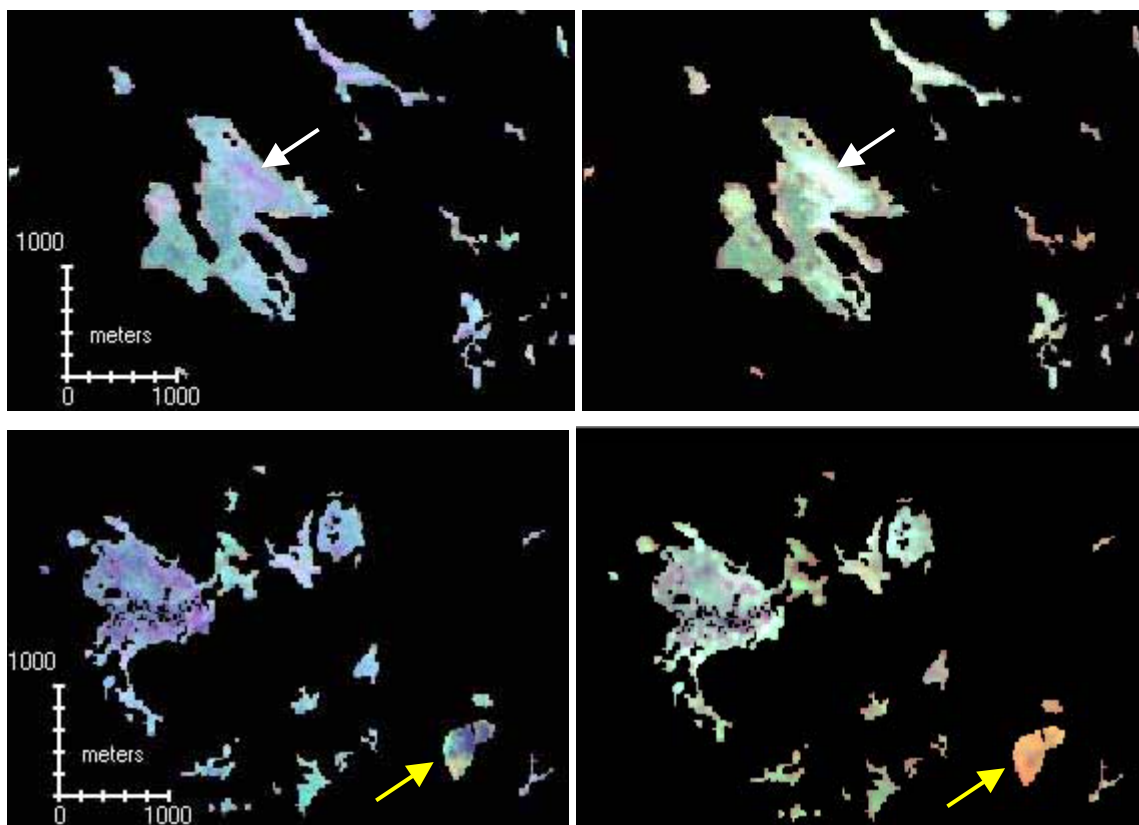
I figur 15 visas exempel från orange scenpar (scener från juni 1986 respektive augusti 2001) på effekter av både fenologi och varierande blöthetsförhållanden. Figur 16 visar ett par av delutsnitten från en scen från juli 2001 då *Sphagnum*-dominerade myrar p g a extrem torka kraftigt avviker från både juni 1986 och augusti 2001. Detta visar att extrem torka under en del av en säsong mycket snabbt kan återställas.

Inom rosa scenpar är det senare registreringstillfället (juli 2001) något torrare än det första (augusti 1989). Figur 17 visar ett exempel på myrar som skiljer sig åt vid de två registreringstillfällena.

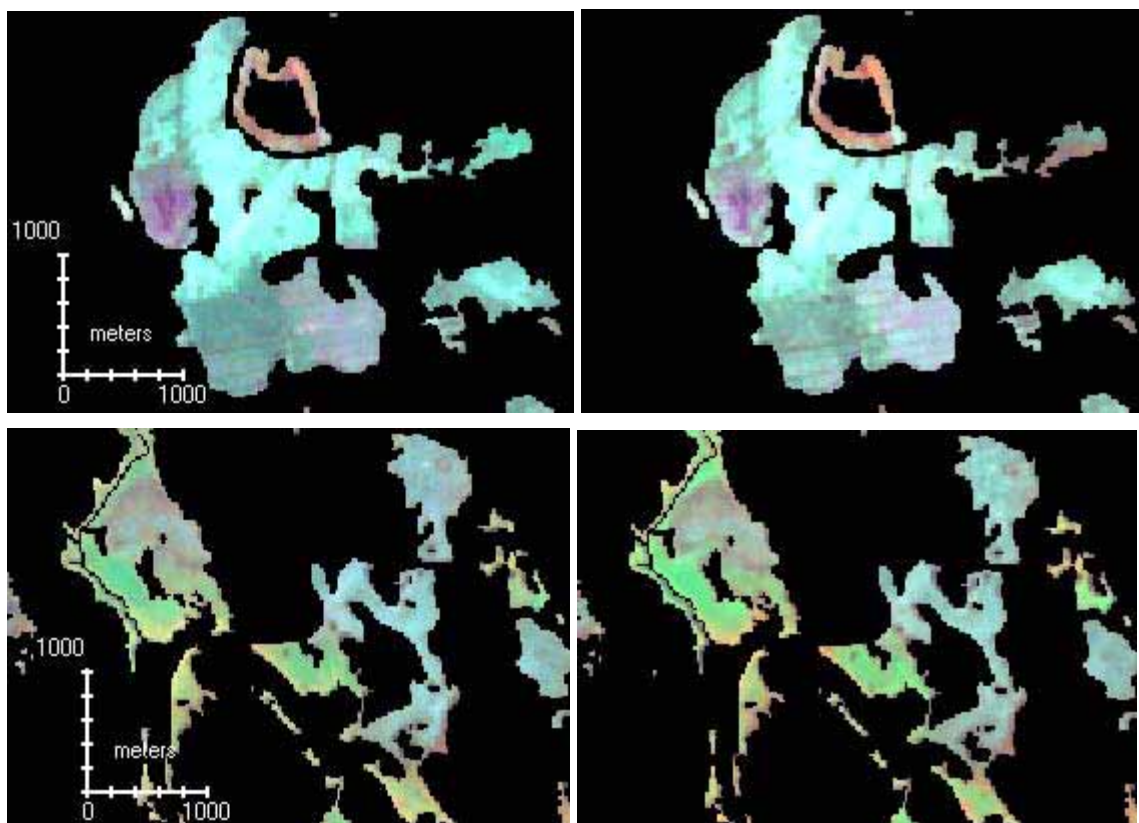
För rött scenpar gäller istället att den senare satellitbilden (juli 2000) registrerats under en extremt nederbördsrik sommar. Figur 18 visar exempel på myrar som kraftigt påverkats av den höga nederbörden.

Figur 19 visar exempel på fenologiska och nederbördsmissiga skillnader i scenerna som använts för förändringsanalysen i Jönköpings län. Den äldsta scenen är registrerad 1 juni 1986, vilket innebär att vegetationen på frodiga myrar inte är fullt utvecklad jämfört med den senare tidpunkten (juli 2002). Sommaren 2002 var mycket nederbördsrik, vilket kan noteras på vissa blöta myrtyper.

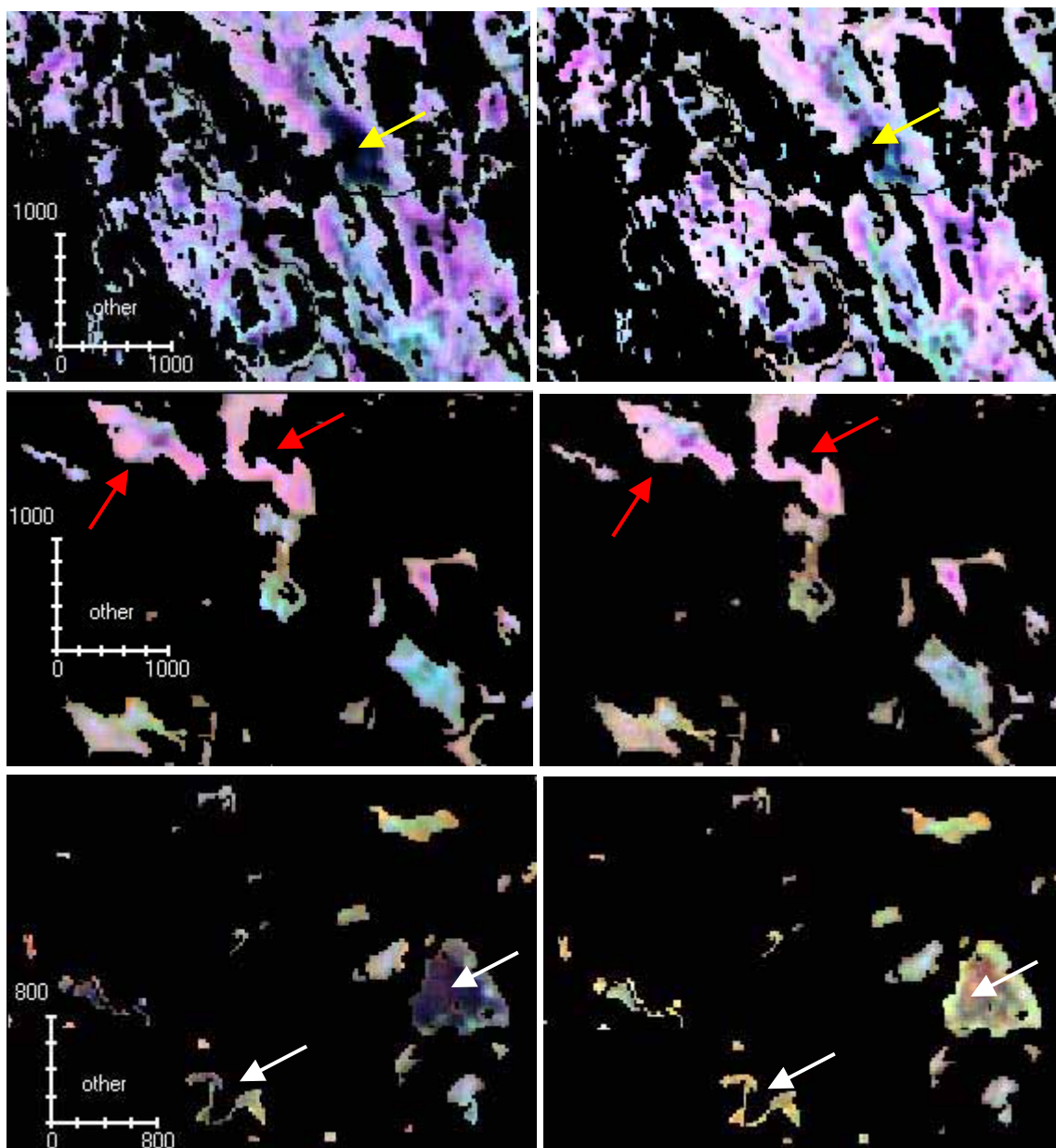
I Norrbottens län, slutligen, var det blötare år 2000 jämfört med 1987. Det kan också ses i bilderna (figur 20).



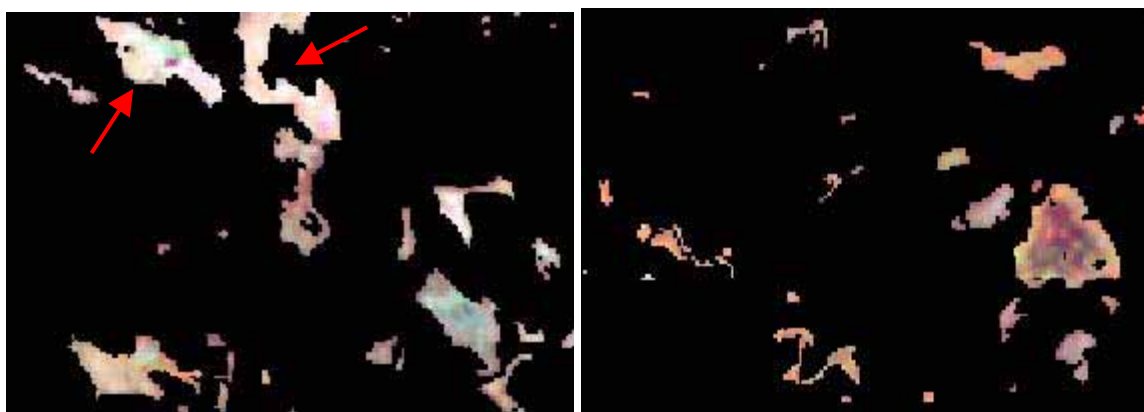
Figur 13. Exempel på skillnader mellan de två registreringstillfällena, 1986-06-13 (bilder till vänster) och 2001-07-07 (bilder till höger) inom blått scenpar, som både beror på fenologiska skillnader (gul pil, vegetationens utveckling) och skillnader i nederbördsförhållanden (vit pil).



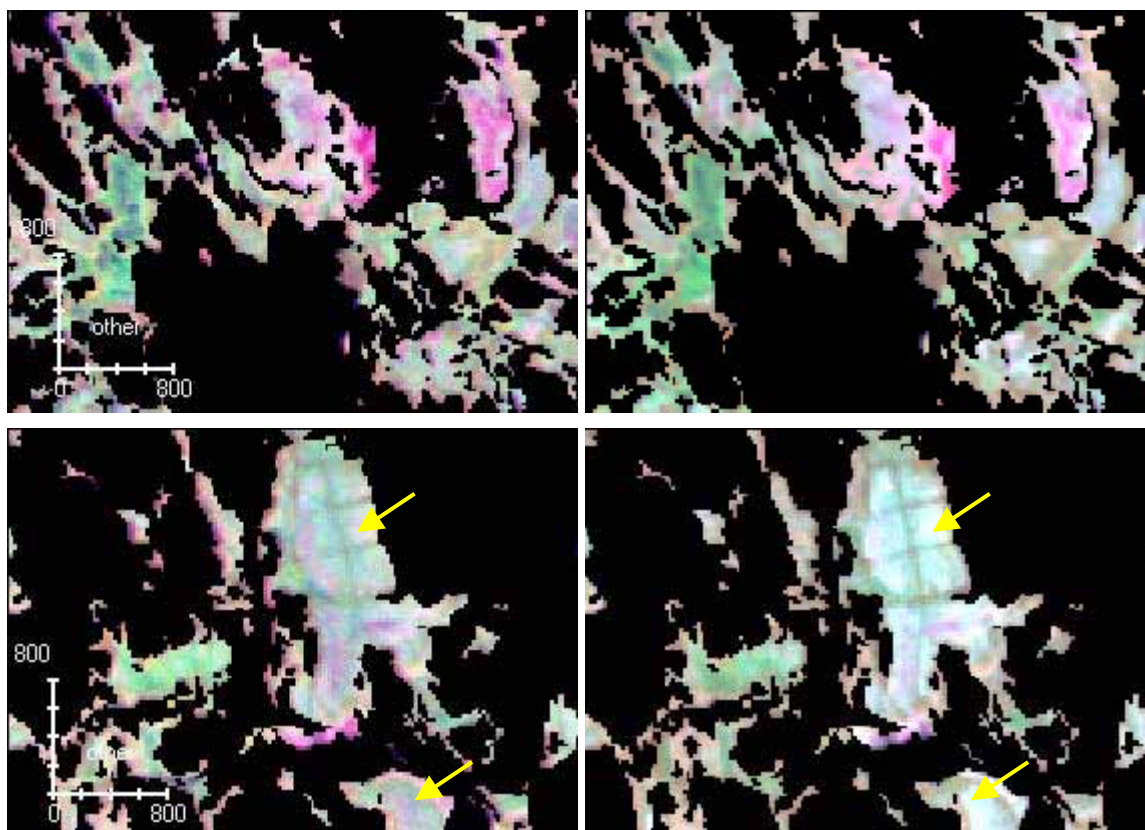
Figur 14. Jämförelse mellan de två registreringstillfällena, 1989-07-07 (bilder till vänster) och 2001-07-07 (bilder till höger) inom grönt scenpar, där både fenologi och väderförhållanden är likvärdiga vid de båda tillfällena.



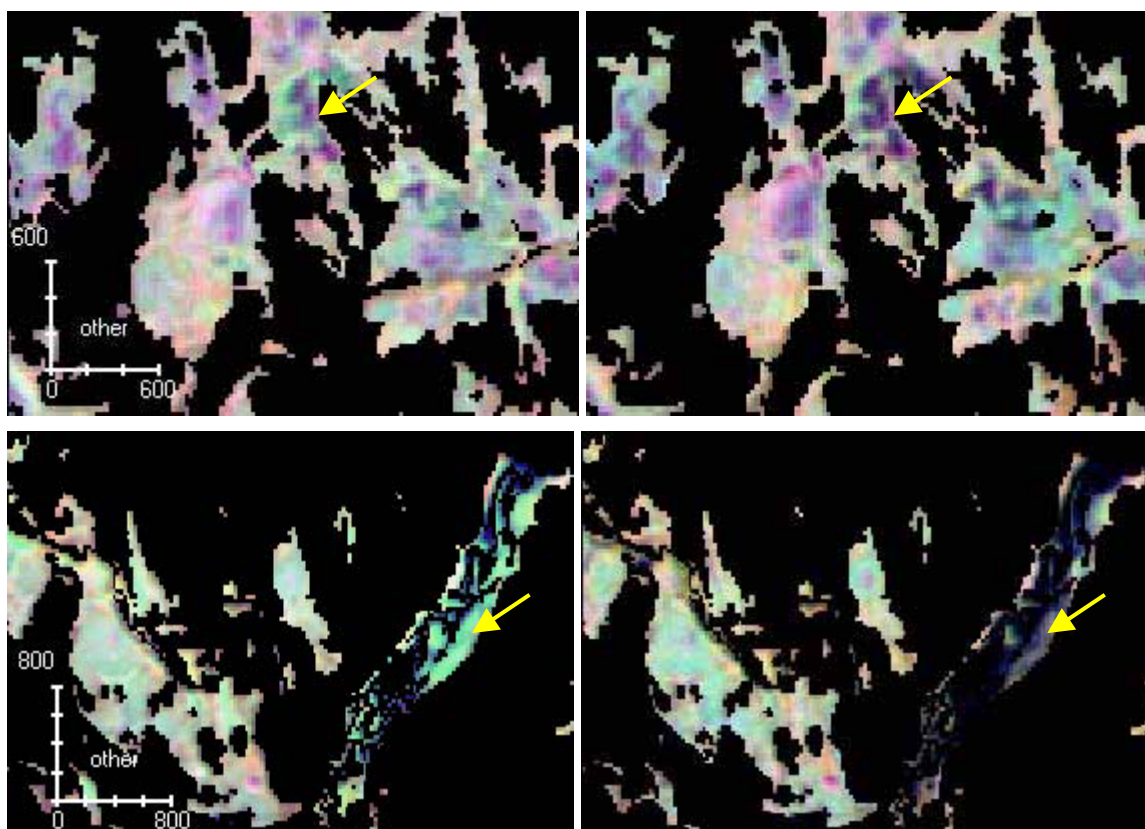
Figur 15. Jämförelse mellan de två registreringstillfällena, 1986-06-11 (bilder till vänster) och 2001-08-15 (bilder till höger) inom orange scenpar. Gul pil visar på en myr som var blötare 1986 än 2001. Vita pilar visar blöta frodiga myrarnas vegetation inte var fullt utvecklad i juni 1986 jämfört med augusti 2001.



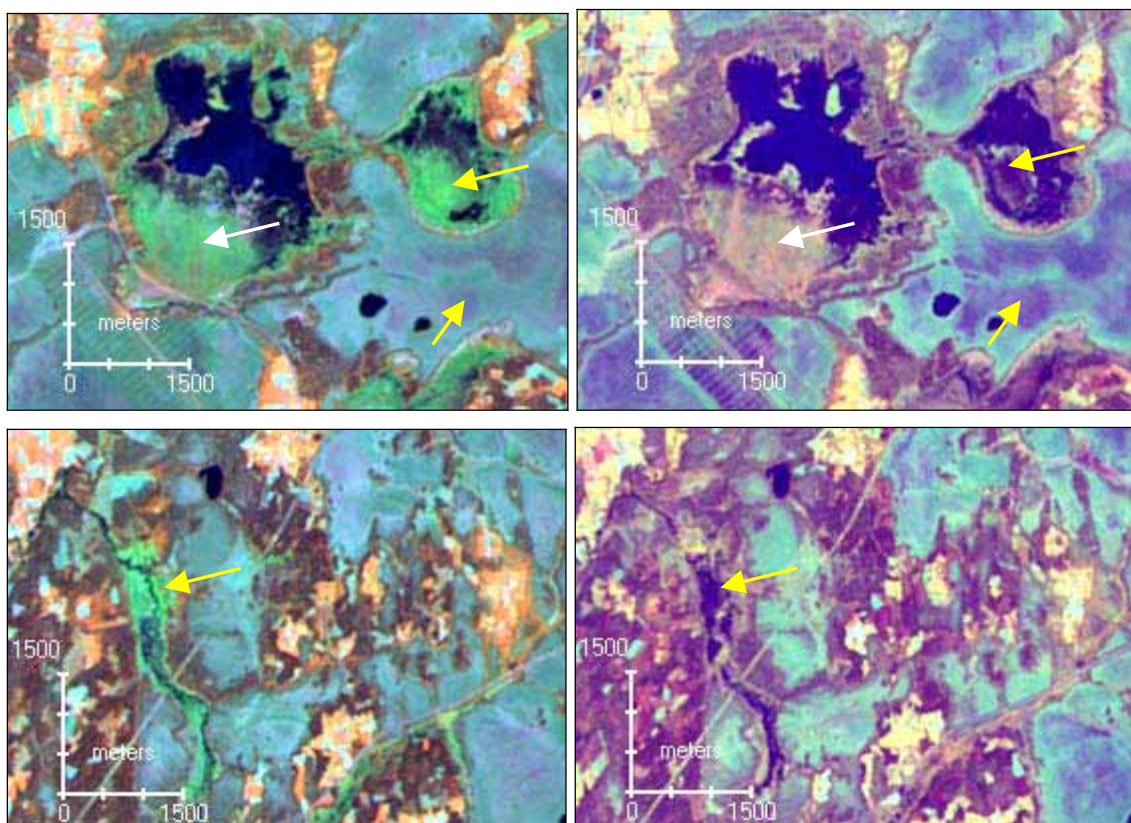
Figur 16. Områdena i mellersta och nedersta bildparen i figur 15 i satellitbild från 2001-07-07, vilken försiggick av extremt torrt väder. Jämför t ex de Sphagnum-dominerade myrarna i den vänstra bilden med desamma 1986 respektive 2001 i augusti (röda pilar).



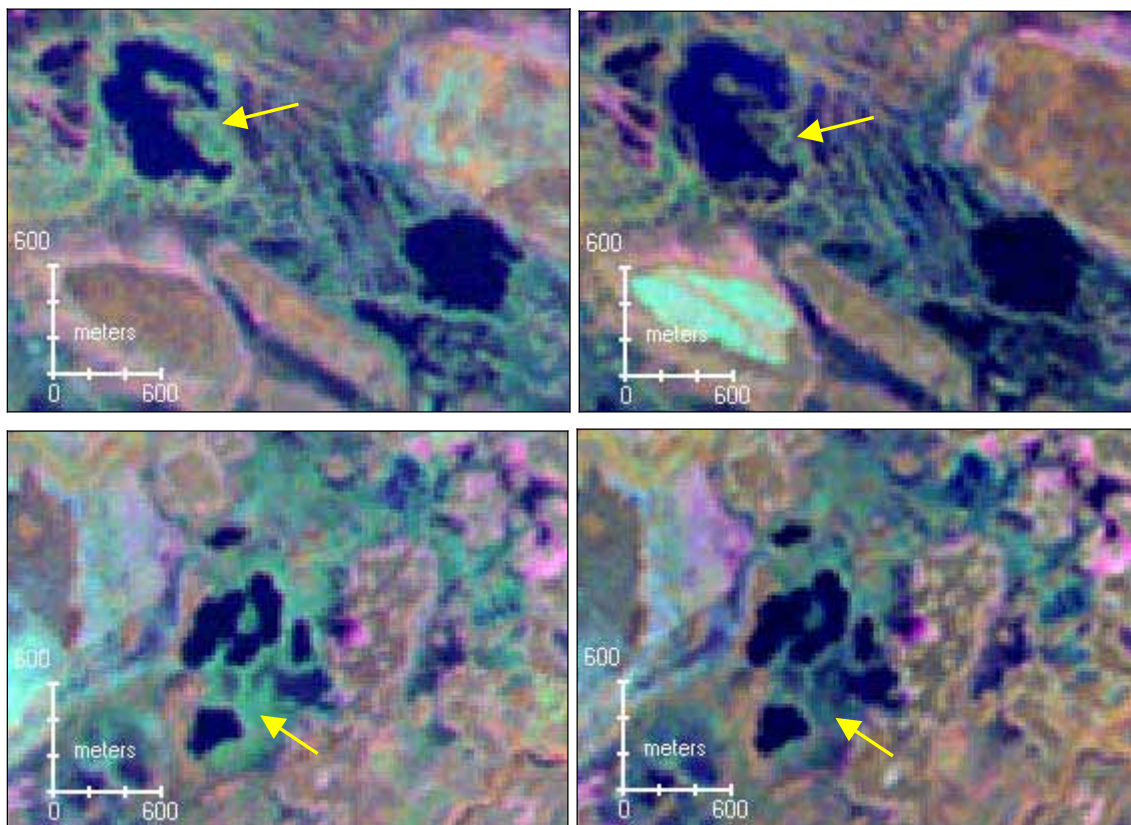
Figur 17. Jämförelse mellan de två registreringstillfällena, 1989-08-22 (bilder till vänster) och 2001-07-05 (bilder till höger) inom rosa scenpar. Gul pil visar på myrar som är torrare 2001 än 1989.



Figur 18. Jämförelse mellan de två registreringstillfällena, 1989-08-22 (bilder till vänster) och 2000-07-28 (bilder till höger) inom rött scenpar. Gul pil visar på myrar som är blötare 2000 än 1989.



Figur 19. Exempel på skillnader mellan de två registreringstillfällena, 1985-06-01 (bilder till vänster) och 2002-07-10 (bilder till höger) över 6DSO/6ESV, som både beror på fenologiska skillnader (vegetationens utveckling, vit pil) och skillnader i nederbördsförhållanden (gula pilar).



Figur 20. Exempel på skillnader mellan de två registreringstillfällena över Norrbotten, 1987-08-10 (bilder till vänster) och 2002-07-29 (bilder till höger), som främst beror på skillnader i nederbörd mellan åren.

3.5 Fältarbete

Fältkontroll för utvärdering av resultaten utfördes under tre perioder hösten 2003, 15-19 september (område A och B), 13-15 oktober (område C) samt 4-5 november (område D), se figur 28. Tabell 16 och figur 21 redovisar temperatur och nederbördsstatistik för fyra närläggna meteorologiska stationer, Falun (område A), Delsbo (område B), Malung (område C) och Gävle (område C).

Juni månad 2003 var ostadig och nederbördsrik. För sammanställda väderstationer var nederbördsmängderna i juni långt över de normala (tabell 16). Juli månad blev varm med betydande temperaturöverskott i hela landet. Inom Dalarna och Gävleborgs län fördelade sig nederbörden med en ökande gradient från kusten och inåt landet. I Gävle var det betydligt torrare än normalt, medan det i Falun och Delsbo i princip uppmättes normala nederbördsmängder. Malung däremot uppmättes nästan den dubbla nederbördsmängden mot normalt. Även augusti blev varm med ett temperaturöverskott i hela landet. Den blev också mycket nederbördsrik i mellersta Norrland. I Delsbo uppmättes 230 % av den normala nederbördsmängden. I Gävle föll något mer nederbörd än normalt, medan Falun och Malung registrerade mindre mängder än normalt. Också september blev en varm månad, men torr i större delen av landet. Samtliga sammanställda väderstationer redovisar nederbördsmängder långt under de normala (figur 21).

Tabell 16. Temperatur- och nederbördsdata för fyra meteorologiska stationer representativa för de områden som utvärderats och besökts i fält hösten 2003. Data har sammanställts för sommar- och höstmånaderna). Underlagsmaterialet är hämtat från Väder och Vatten (SMHI, 2003).

Temperatur (°C)	Falun						Delsbo					
	juni	juli	aug	sept	okt	nov	juni	juli	aug	sept	okt	nov
2003	14.8	18.9	15.3	11.2	2.2	1.0	13.4	18.6	14.9	10.5	2.4	-0.2
Normalår¹	14.6	15.8	14.2	9.5	4.9	-0.8	14.0	15.6	13.8	9.5	4.9	-1.5

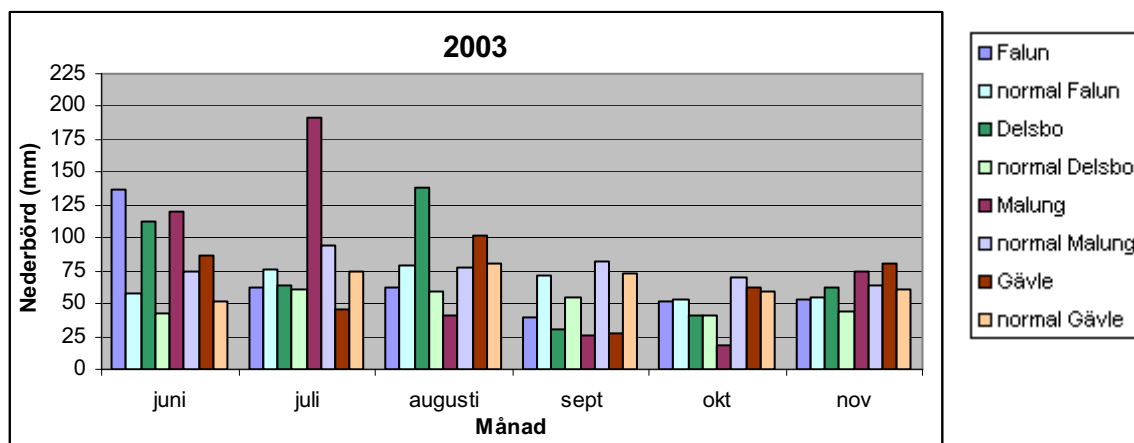
Nederbörd (mm)	Falun						Delsbo					
	juni	juli	aug	sept	okt	nov	juni	juli	aug	sept	okt	nov
2003	137	63	63	40	51	53	112	64	139	30	41	62
Normalår¹	58	76	79	71	53	55	43	61	60	54	41	44

¹Normal 1961-1990

Temperatur (°C)	Malung						Gävle					
	juni	juli	aug	sept	okt	nov	juni	juli	aug	sept	okt	nov
2003	13.4	17.2	13.7	9.6	0.7	-0.1	13.7	18.2	15.6	11.7	2.6	2.0
Normalår¹	13.1	14.2	12.6	8.1	3.7	-2.8	13.8	15.4	13.9	9.9	5.6	0.2

Nederbörd (mm)	Malung						Gävle					
	juni	juli	aug	sept	okt	nov	juni	juli	aug	sept	okt	nov
2003	120	191	41	26	19	75	87	45	102	28	62	81
Normalår¹	74	95	78	82	70	64	51	75	81	73	59	61

¹Normal 1961-1990



Figur 21. Månadsnederbörd för Falun, Delsbo, Malung och Gävle meteorologiska stationer för sommaren och hösten 2003 då fältkontroll för utvärderingen av pilotproduktionen utfördes.

Oktober månad var kall med temperaturunderskott i större delen av landet (SMHI, 2003). Efter en ganska mild inledning tog kylan kommandot under större delen av månaden och i södra delen av landet kom säsongens första snötäcke ovanligt tidigt. I södra Hälsingland föll ungefär 3 dm snö den 20:e, vilket också medförde att fältkontrollen inom område D fick senareläggas. För sammanställda väderstationer var uppmätta nederbördsmängder normala utom i Malung där endast 27 % av normala mängder uppmättes. November blev mild och i pilotområdet något blötare än normalt.

Fältkontrollen i område A och B utfördes i mitten av september. Dessa områden representeras närmast av väderstationerna i Falun respektive Delsbo. Efter en blöt juni uppvisar dessa stationer normala nederbördsmängder i juli, och i Falun även i augusti. I Delsbo uppmättes dock dubbla nederbördsmängden mot normalt i augusti. September var torrare än normalt i båda områdena och i Falun föll mycket lite nederbörd veckorna före fältarbetet.

Fältkontrollen i område C utfördes i mitten av oktober. Malung väderstation, som ligger i västra delen av området, mottog i juni och juli betydligt mer nederbörd än normalt, men därefter under normala värden. I augusti uppmättes endast halva nederbördsmängden mot normalt och i september endast ca 30 % mot normalt. Det bör därmed ha varit torrare än normalt på myrarna då fältkontrollen genomfördes.

Fältkontrollen i område D utfördes i början av november efter en period av snö och kyla. Gävle väderstation, som ligger i områdets sydligaste del, uppvisar variabla nederbördsmängder under sommaren och hösten. I juni och augusti uppmättes mer nederbörd än normalt, i juli och september mindre än normalt. I oktober föll ungefär normala mängder. Ingen extrem blöta bör därmed ha påverkat bedömningen i fält.

4 METOD – ÖPPEN MYR

Utvecklingsarbetet bakom nedan beskrivna metod finns redovisat i Boresjö Bronge (2002).

4.1 Förutsättning

Metoden förutsätter att topografiska kartans avgränsning av öppen myr (sankmark som inte överlappar skogsmark) kan utnyttjas som mask vid analysen.

4.2 Hypotes

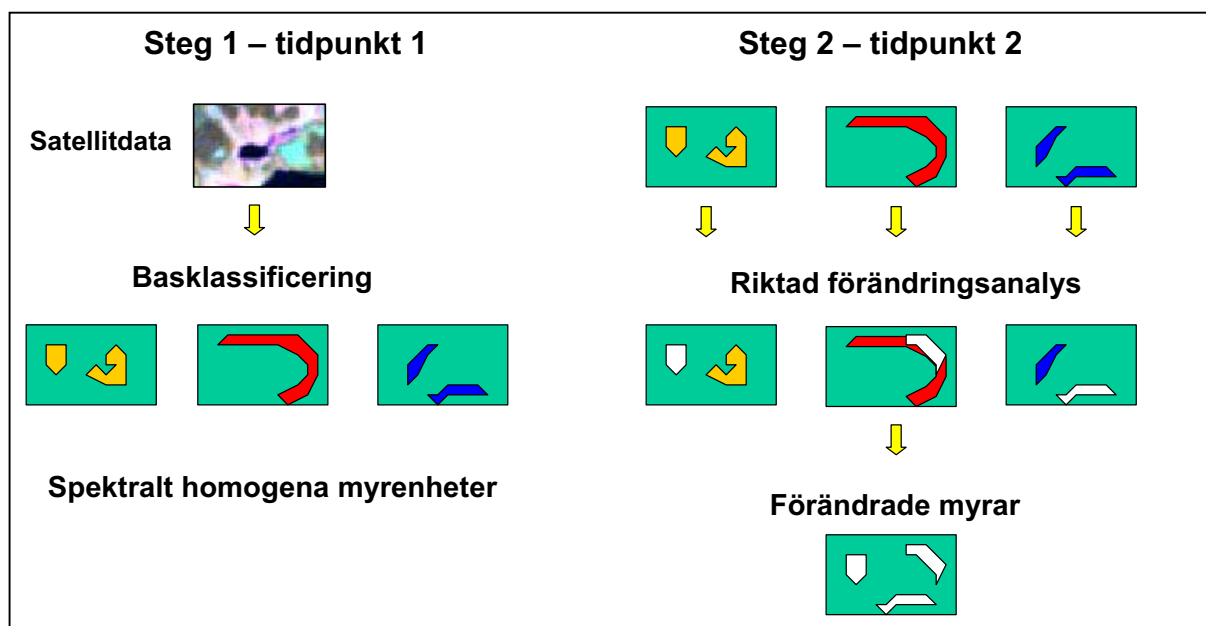
Metoden baseras på antagandet att spektralt och vegetationsmässigt homogena myrenheter/myrtyper uppträder likartat med avseende på fenologi och väder. Detta innebär att om dessa enheter kan avgränsas vid tidpunkt 1 så kan spektralt avvikande myrar, d v s förändrade myrar, sökas inom grupperna vid tidpunkt 2 utan att data behöver kalibreras.

4.3 Metodbeskrivning

En principskiss över metoden ges i figur 22.

Steg 1-tidpunkt 1: Basklassificering görs av spektralt och vegetationsmässigt homogena myrenheter baserat på grånivåklippning i kvoter i steg enligt likartat koncept som är beskrivet av Boresjö Bronge och Näslund-Landenmark (2002). Basklassificeringen är mycket viktig för ett bra resultat i steg 2 och måste göras i satellitdata.

Steg 2-tidpunkt 2: Riktad förändringsanalys inom varje delmängd. Beroende på förväntad förändring sökes avvikelser för aktuell myrenhet vid tidpunkt 2 uttryckt som $\pm x$ standardavvikelser kring medelvärdet i den kvot som bäst ger utslag på sökt förändringsriktning.



Figur 22. Principskiss över metoden.

4.3.1 Steg 1 - basklassificering

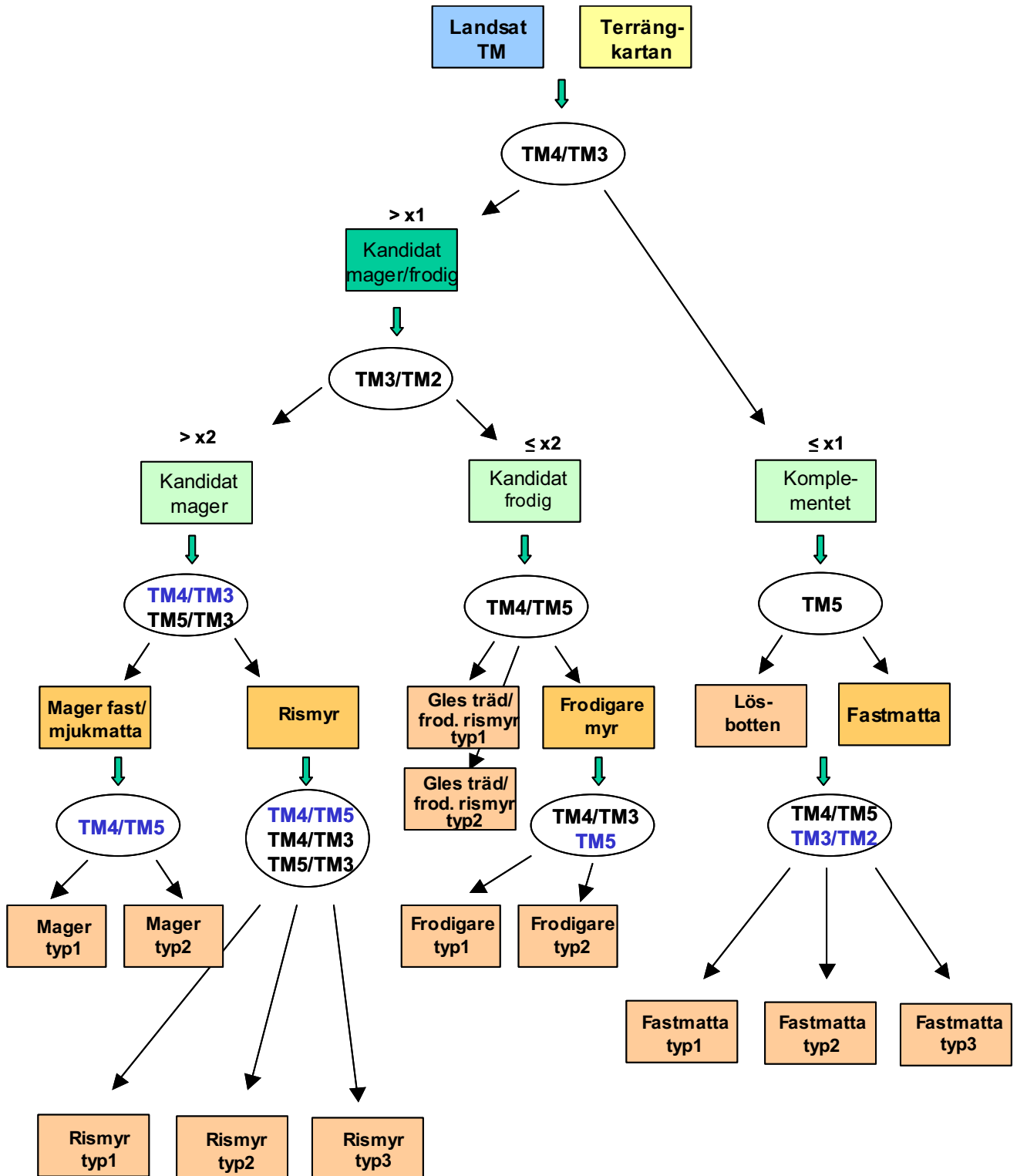
Figur 23 visar en principskiss av klassningsstrukturen för att erhålla de myrenheter som utgör bas för den riktade analysen i steg 2. Exakt vilka myrenheter som urskiljs, och vilka kvoter eller enskilda band som används, beror på vilka myrtyper som förekommer inom aktuellt område och i viss mån också på registreringstidpunkt. Om en fenologiskt sett tidig scen används är t ex möjligheterna att skilja frodiga blöta våtmarker från övriga begränsade. Även klippnivåerna varierar beroende på område och registreringstidpunkt. Besluten fattas dock interaktivt med stöd av bilden i varje steg, vilket innebär att detta i praktiken inte är något problem. Tillvägagångssättet fram till de tre huvudgrupperna kandidat mager, kandidat frodig och komplementet (övrigt) är detsamma oavsett del av landet och registreringstidpunkt. Figur 23 ger en uppfattning om vilka delar av myrvegetationen som återfinns i dessa huvudgrupper. Konceptet är en vidareutveckling av framtagen metodik för våtmarksklassificeringen för svenska CORINE marktäckedata (SMD) (Boresjö Bronge och Näslund-Landenmark, 2002). De myrenheter som i princip urskiljs i steg 1 är följande:

- Trädklädd myr (myrar med trädskikt > ca 30 % krontäckning). En glesare och en tätare delmängd särskiljs vid behov.
- Rismyr (olika typer särskiljes vid behov).
- Mager fastmattemyr utan framträdande bottenskikt av gula-gulbruna *Sphagnum*-arter (inkl övergångar mot ristuvemyr med ljung och lav). (Olika typer särskiljes vid behov).
- Mager fast/mjukmattedominerad myr (kärr och mossevegetation) med framträdande bottenskikt av gula-gulbruna *Sphagnum*-arter. (Olika blöthetsgrad särskiljes vid behov).
- Mager fastmattedominerad myr (kärr och mossevegetation) med framträdande bottenskikt. Mer fältskikt/inslag av rismyr/fastmattemosse eller torrare än förra gruppen.
- Frodig fastmattemyr (olika typer särskiljes vid behov)
- Frodig mjukmattemyr
- Lösbottenmyr
- Sumpkärr
- Vide/lövkärr

Beroende på var i landet analysen utförs kan ytterligare myrenheter vara aktuella att skilja ut. Sålunda urskiljs i södra Sverige olika mossetyper och i Norrland vid behov olika typer av flarckärr, lösbottnar och strängmyrar.

4.3.2 Steg 2 – sökning av förändring

Riktad analys genomförs för tidpunkt 2 genom att använda framtagna myrklasser som masker och söka avvikande myrar uttryckt som medelvärde under mask för den nya tidpunkten $\pm 1.5-2.0$ standardavvikelser (se avsnitt .4.3.4) Beroende på delmängd (myrklass) och vilken förändring som söks väljs lämplig kvot och förändringsriktning.



Figur 23. Översiktlig klassningsstruktur för steg 1.

4.3.3 Analyserade förändringsriktningar

I huvudsak två förändringsriktningar analyseras, förändring av bottenskiktet (kalkningseffekter, uttorkning p g a dikning, bottenskiktet skymms av förtätat starrskikt) och ökad biomassa/igenväxning.

Förändringar i bottenskiktet på myrar med glest fältskikt (d v s bottenskiktet är synligt uppifrån) sökes med TM4/TM5-kvoten. Dessa förändringar kan utgöras av kalkningseffekter (bottenskiktet av *Sphagnum* dött eller ersatt av andra arter), uttorkning p g a dikning, eller bottenskiktet skymms av förtätat starrskikt eller ändrad artsammansättning i fältskiktet. Några exempel ges i figur 24a och b.

Ökad biomassa/igenväxning sökes med TM3/TM2-kvoten, som har fördelen jämfört med t ex IR/röd-kvoten (TM4/TM3) att den inte är så känslig för fenologisk tidpunkt. Dock för myrar som är frodiga/redan har en hög biomassa, används TM4/TM3-kvoten som ett komplement. Några exempel ges i figur 24c och d. Ytterligare en kvot för igenväxning, TM3/TM5 har använts i Norrbotten.

4.3.3.1 Pilotproduktion

Följande förändringsriktningar har analyserats inom Dalarna och Gävleborgs län:

- Förändring av bottenskiktet (TM4/TM5-kvoten) alla scenpar
- Ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten) alla scenpar
- Ökad biomassa/igenväxning (TM4/TM3-kvoten) grönt och blått scenpar

4.3.3.2 Jönköpings län

För kartbladen 6DSO/ 6ESV har följande förändringsriktningar producerats:

- Förändring av bottenskiktet (TM4/TM5-kvoten)
- Ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten)

4.3.3.3 Norrbottens län

I Norrbotten har följande förändringsriktningar producerats för kartbladen 27M Korpilombolo/ 28M Pajala:

- Förändring av bottenskiktet (TM4/TM5-kvoten)
- Ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2, TM4/TM3 resp TM5/TM3-kvoterna)

4.3.4 Förändringsklasser

Två förändringsklasser har producerats för varje förändringsriktning/delresultat:

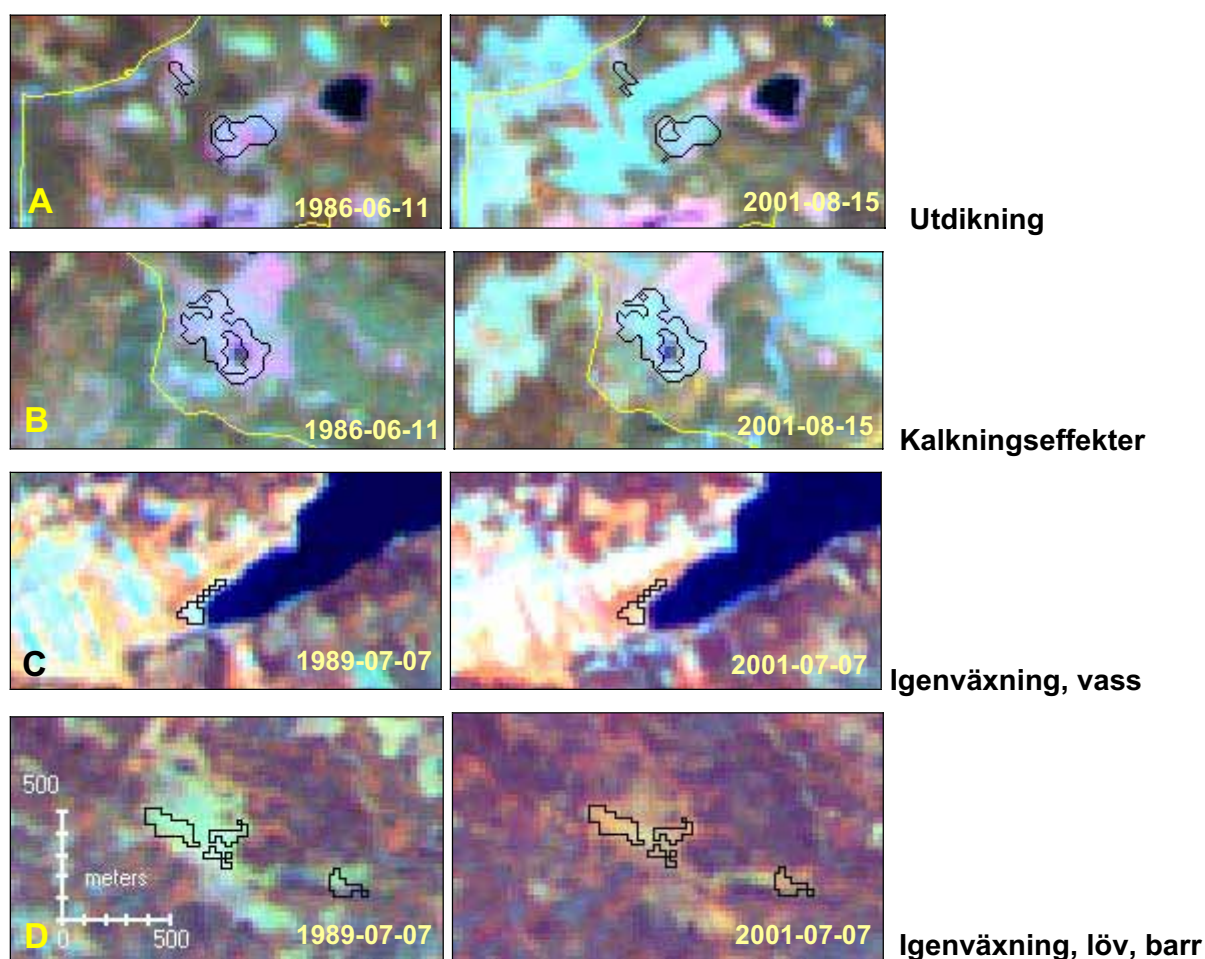
- säker förändring (stark förändringsindikation, > 2.0 std avvikelser från medelvärdet i den kvot som använts för riktad förändringsanalys),
- potentiell förändring (mindre stark förändringsindikation, 1.5 – 2.0 std avvikelser från medelvärdet i den kvot som använts för riktad förändringsanalys).

4.3.5 Generering av resultat

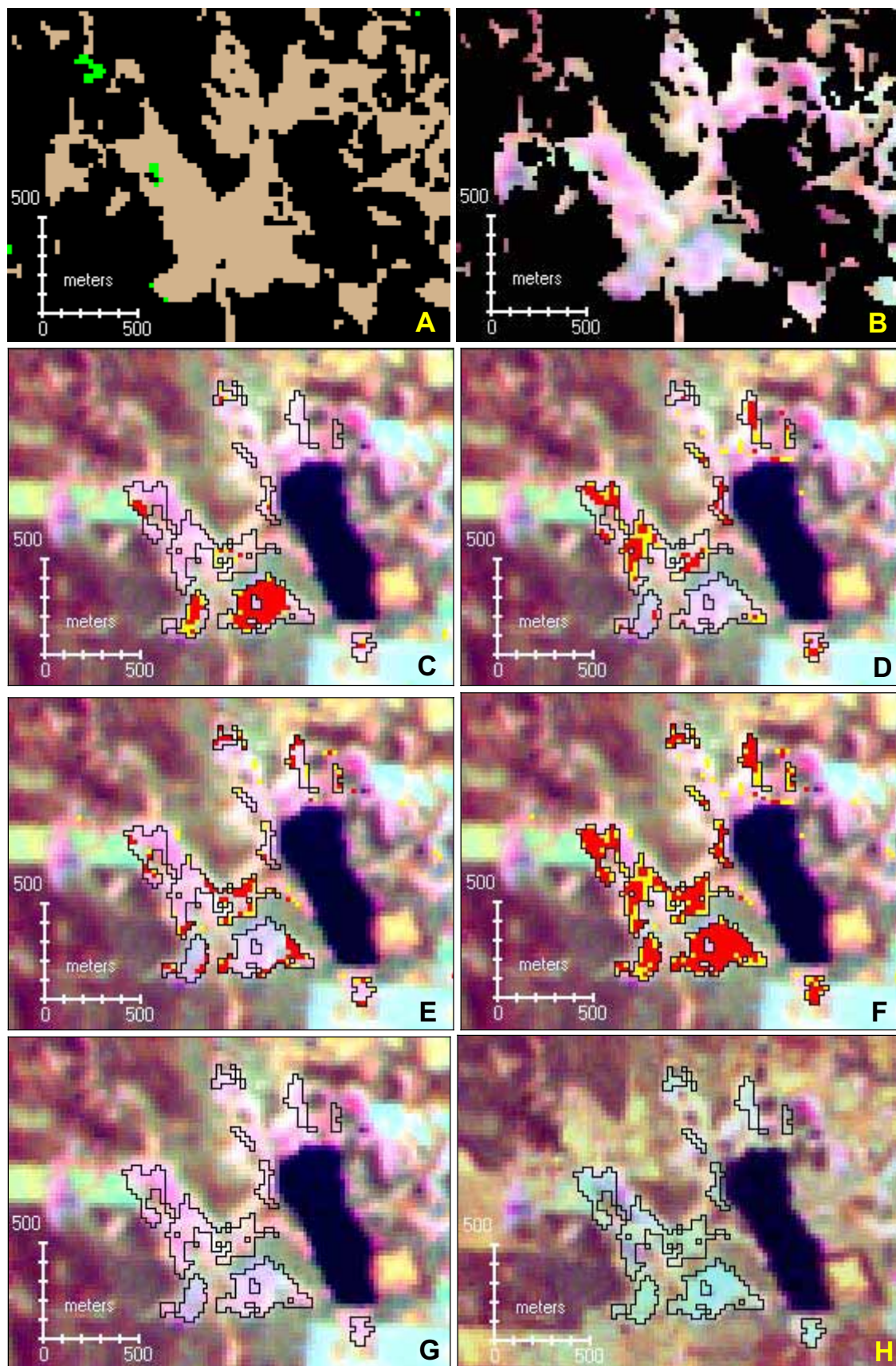
För varje myrtyp/myrelement som särskiljts i basklassificeringen produceras ett förändringsresultat för respektive förändringsriktning och kvot. Delresultaten kontrolleras mot de båda i analysen ingående satellitbilderna och en bedömning görs av utfallet. T ex kan en preliminär bedömning göras i detta skede huruvida indikerade förändringar huvudsakligen utgörs av fenologiska effekter. Delmängden kan då förkastas eller behållas som ett separat skikt.

De olika delresultaten läggs därefter ihop till ett slutresultat för varje förändringsriktning (figur 22) före generalisering till minsta karteringsenhet 0.5 ha. I det fall flera kvoter använts för att producera en förändringsriktning (ökad biomassa/igenväxning) har vanligtvis både separata resultat producerats och ett sammalat resultat. Sammanslagning av resultaten har skett efter generalisering.

Ett exempel på hur en förändring på en myr med olika vegetationskomponenter detekteras med metoden ges i figur 25.



Figur 24. Exempel på förändringar som detekteras. A-B = förändringar i botten-skiktet, C-D ökad biomassa/igenväxning. Förändringarna är verifierade i fält.



Figur 25. Förändring av bottenskiktet mellan 1986 och 2001 norr om Siljan, Dalarna. Exempel på hur ett samlat förändringsresultat skapas genom hopslagning av olika delmängder. A. Myrmask B. Öppen myr i satellitbild från 1986-06-18. C-E. Delresultat, rött=säker förändring, gul= potentiell förändring. F. Hoplagt, ej generaliserat resultat. G. Generaliserat slutresultat (svart polygon) lagt på satellitbild från 1986-06-18. D. Generaliserat slutresultat (svart polygon) lagt på satellitbild från 2001-08-15

5 METOD – SKOGKLÄDD MYR

5.1 Förutsättning

Metoden förutsätter att topografiska kartans avgränsning av skogklädd myr (sankmark som överlappar skogsmark) kan utnyttjas som mask vid analysen.

5.2 Beskrivning


Variationen inom skogklädd myr, liksom möjliga förändringsriktningar, är inte lika stor som inom öppen myr. I stort sett handlar det om att detektera en fortsatt igenväxning/förtätning av trädsiktet alternativt att detsamma glesats ut eller huggits ner. En mindre tidskrävande metod har därför valts för förändringsanalysen inom skogklädd myr.


Metoden omfattar följande bearbetningssteg:

- Histogrammatchning av ingående satellitbilder under skogsmyrmask för att göra dessa jämförbara.
- Generering av TM3/TM2-kvotbilder.
- Generering av skillnadsbild (kvotbild äldsta tidpunkten – kvotbild den senaste).
- Sökning av förändringar som avvikelser från medelvärdet i skillnadsbilden. Görs stratifierat vid behov.

5.3 Förändringsriktningar och klasser

Följande förändringsriktningar och förändringsklasser produceras:

- Förtätning/igenväxning – tre klasser (TM3/TM2-kvoten har minskat mellan åren)
 - +1.0 - +1.5) std avvikelse från medelvärdet
 - +1.5 - +2.0) std avvikelser från medelvärdet
 - > +2.0 std avvikelser från medelvärdet

Ökande styrka i förändringsindikationen
- Utglesning/hygge – 2 klasser (TM3/TM2-kvoten har ökat mellan åren)
 - 1.5 - -2.0) std avvikelser från medelvärdet
 - < -2.0 std avvikelser från medelvärdet

Ökande styrka i förändringsindikationen

6 PILOTPRODUKTION

6.1 Genomförande

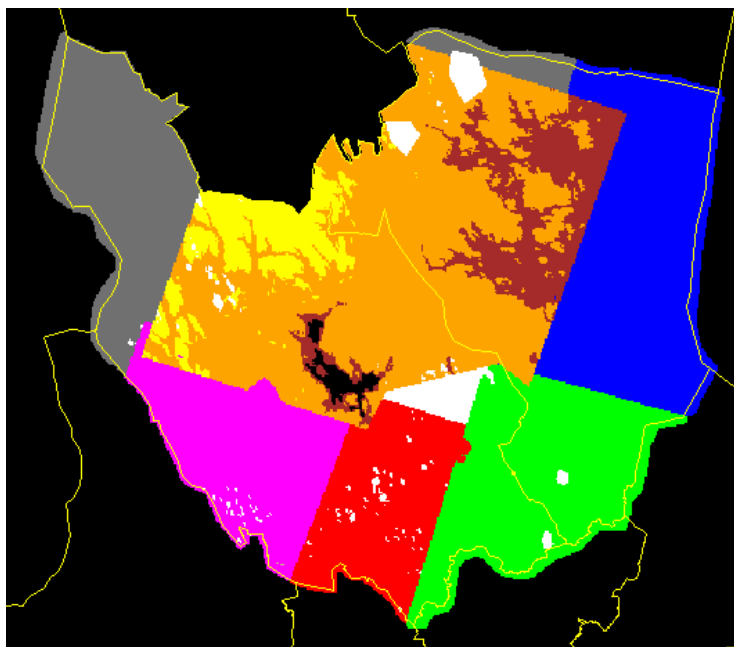
Förändringsanalys har genomförts för öppen myr över större delen av Dalarna och Gävleborgs län. Totalt har fem scenpar analyserats för att få täckning över länen (figur 26). Separata analyser har genomförts för varje scenpar. För ett av scenparen (orange) har dessutom en stratifiering gjorts baserat på höjd över havet, då scenen täcker ett vidsträckt område i väst-östlig riktning med stor variation både med avseende på myrtyper och fenologi (figur 26). Varje höjdintervall har analyserats separat. Förändringsanalys inom skogklädd myr har endast gjorts inom orange scenpar.

6.1.1 Fältarbete

Fältkontroll av ett antal myrar i norra Hälsingland som fallit ut som förändrade i pilotproduktionen genomfördes 15-16 juli 2003 som ett led i den pågående förändringsanalysen över länen.

6.2 Producerat förändringsresultat

Nedan listas vilka resultat som producerats för de olika scenparen. I vissa fall ges också kommentarer till en del resultat som ej har omfattas av utvärderingen. Alla resultat har producerats med en minsta karteringsenhet på 0.5 ha. För förändringar inom skogklädd myr har dessutom resultat med en minsta karteringsenhet på 1.0 ha genererats för att reducera antalet små ytor. En specifikation av det resultat som levererats till Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län ges i Boresjö Bronge (2004).



Figur 26. Mosaikade scenpar för förändringsanalysen över Dalarna och Gävleborgs län. Grått = ej analyserat område p g a databrist. Vitt = ej analyserat område p g a moln eller molnskuggor. Stratifiering med avseende på höjden har genomförts för det största delområdet (orange scenpar) med separat analys inom varje strata. Brunt = < 200 m.ö.h., orange = 200-500 m.ö.h., gult = 500-800 m.ö.h.

6.2.1 Blått scenpar

Följande resultat har producerats för blått scenpar:

- förändrat bottenskikt (TM4/TM5-kvoten)
- ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten)
- ökad biomassa/igenväxning (TM4/TM3-kvoten)

Kommentar: Flera kustnära mycket blöta våtmarker av typen sumpkärr/igenväxande sjöar har fallit ut i denna delmängd (och delvis även inom 3/2-resultatet). Dessa förändringar skulle kunna vara en effekt av att vegetationen ej är utvecklad i den tidiga juni-scenen (äldsta tidpunkten). Några av dessa ytor har inte omfattats av utvärderingen. En uppföljning vore önskvärd.

- ökad biomassa/igenväxning, 4/3-kvot som ej överlappar ökad biomassa/igenväxning, 3/2-kvot

6.2.2 Grönt scenpar

Följande resultat har producerats för grönt scenpar:

- förändrat bottenskikt (TM4/TM5-kvoten)
- ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten)
- ökad biomassa/igenväxning (TM4/TM3-kvoten).

Kommentar: Omfattar bl a igenväxande våtmarker längs Dalälven. Några av dessa ytor har inte omfattats av utvärderingen. En uppföljning vore önskvärd.

6.2.3 Orange scenpar

6.2.3.1 Öppen myr

Följande resultat har producerats för öppen myr inom orange scenpar:

- förändrat bottenskikt (TM4/TM5-kvoten), 0-200 m.ö.h., 200-500 m.ö.h. respektive 500-800 m.ö.h.
- ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten), 0-200 m.ö.h., 200-500 m.ö.h. respektive 500-800 m.ö.h.
- förändrat bottenskikt på blöt myr (TM4/TM5-kvoten), 0-200 m.ö.h., 200-500 m.ö.h. respektive 500-800 m.ö.h.

Kommentar: Förändringarna på blöt myr är svårbedömda då den äldsta scenen är registrerad 11 juni (1986) och dessa därmed kan vara ett resultat av ej utvecklad vegetation (främst vass) 1986. Möjligheten finns dock att vassen faktiskt kan ha expanderat under 15-årsperioden. Några av dessa ytor har inte omfattats av utvärderingen. En uppföljning vore önskvärd.

6.2.3.2 Skogklädd myr

Följande resultat har producerats för skogklädd myr inom orange scenpar:

- utglesning/hygge och förtätning/igenväxning (0.5 ha och 1 ha), 0-200 m.ö.h., 200-500 m.ö.h. respektive 500-800 m.ö.h.

6.2.4 Rosa scenpar

För detta scenpar har det varit problem med passningen mellan scenerna. Små ytor som fallit ut som förändrade i analysen kan därför vara en effekt av detta. Därför producerades två resultat för varje förändringsriktning, ett med 0.5 ha minsta karteringsenhet motsvarande övriga resultat, samt ett ”krympt” resultat. Detta skapades genom att ta bort små och/eller långsmala ytor. D v s ytorna måste ha en bredd av minst tre pixlar (75 meter) för att behållas. Följande resultat har därvid producerats för rosa scenpar:

- förändrat bottenskikt (TM4/TM5-kvoten), 0.5 ha respektive ”krympt” resultat.
- ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten), 0.5 ha respektive ”krympt” resultat

Kommentar: Endast de ”krympta” resultaten har utvärderats.

6.2.5 Rött scenpar

Följande resultat har producerats för rött scenpar:

- förändrat bottenskikt (TM4/TM5-kvoten)
- ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM32-kvoten)

Kommentar: Den senaste satellitbilden från 2000-07-28 är extremt blöt och en del av förändringarna inom delresultatet ”ökad biomassa/igenväxning” kan vara en effekt av översvämmade våtmarker år 2000. Detta scenpar har inte omfattats av utvärderingen. En uppföljning vore önskvärd.

7 KOMPLETTERANDE FÖRÄNDRINGSANALYSER

7.1 Jönköpings län

7.1.1 Producerat förändringsresultat

Följande resultat har producerats för kartbladen 6DSO/ 6ESV:

- förändrat bottenskikt (TM4/TM5-kvoten)
- ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten)

7.1.2 Fältarbete

I Jönköpings län utfördes fältarbete 4-5 augusti 2003 då ett antal myrar som fallit ut som förändrade inom kartbladen 6DSO/6ESV kontrollerades.

7.2 Norrbottens län

7.2.1 Producerat förändringsresultat

Följande resultat har producerats för kartbladen 27M Korpilombolo/ 28M Pajala:

- förändrat bottenskikt (TM4/TM5-kvoten)
- ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2, TM4/TM3 respektive TM5/TM3-kvoterna)

Kommentar: De tre delresultaten för ökad biomassa/igenväxning har lagts ihop till ett samlat resultat. En analys gjordes av överlappet mellan dessa. Av den totala ytan som fallit ut som förändrad med ökad biomassa/igenväxning utgjordes 1.3 % av indikationer som fallit ut i alla tre delmängderna. Överlappet mellan TM3/TM2 och TM4/TM3-resultaten var 9.0 %, mellan TM3/TM2 och TM5/TM3-resultaten 0.2 % och mellan TM4/TM3 och TM5/TM3-resultaten 4.4 %.

7.2.2 Fältarbete

Fältarbete inom kartbladen 27M Korpilombolo/ 28M Pajala i Norrbotten län genomfördes 9-10 juli 2003. Ett antal VMI-objekt som utpekats som förändrade av länsstyrelsen i Norrbotten kontrollerade för att få referensytor inför fortsatt arbete. Några myrar besöktes också som bedömts som förändrade vid den inledande satellitbildsbaserade analysen över området.

8 UTVÄRDERING

Framtagna förändringsresultat har utvärderats under 2003 (Dalarna och Gävleborgs län) och 2004 (Norrbotten och Jönköpings län).

Utvärderingen är baserad på fältkontroll av ytor som slumpats både inom förändrade ytor enligt analys och inom oförändrad myrareal (öppna myrar). Bedömning om myren förändrats eller ej görs mot tolkning av äldre IR-färgflygbilder i fält. Fältkontrollen har utförts av Thomas Rafstedt (INFRA Kartläggning) i Dalarna, Gävleborgs och Norrköpings län. I Norrbottens län utfördes fältkontrollen av Sture Westerberg och Anna Högdahl från Länsstyrelsen. Fältmetodikerna är något modifierade jämfört med utvärderingen 2002 på basis av de erfarenheter som gjordes då.

8.1 Pilotproduktion

Då fem olika scenpar, omfattande varierande år och tidpunkt under året, analyserats i pilotproduktion, har det varit önskvärt att få en så god täckning av dessa som möjligt i utvärderingen. Ett av scenparen stratifierades också med avseende på höjd över havet, vilket innebär att förändringsanalys inom detta scenpar har genomförts för tre delområden (figur 26), d v s klippnivåer och myrdelmängder (de homogena myrelement) som analysen utförts på varierar mellan områdena. Dessa delmängder har därför betraktats som likvärdiga delresultat att utvärdera, och sammanlagt sju delmängder har därför beaktats vid upplägget av utvärderingen.

Med utgångspunkt från budget och möjligheter att tidsmässigt genomföra fältdelen bedömdes att ett område av storleksordningen ett-två topoblad skulle kunna utvärderas inom fyra av dessa sju delmängder. Vidare att det inom varje delområde skulle kunna slumpas ut maximalt ca 50 myrutor (20 ytor inom respektive huvudförändringsriktning, samt 10 ytor utan förändring), vilket totalt skulle ge ca 200 myrutor att fältkontrollera. De delmängder som primärt omfattas av utvärderingen är de som tagits fram för hela pilotområdet, ökad biomassa/igenväxning (TM3/TM2-kvoten) respektive förändringar av bottenskikt/fältskikt (TM4/TM5-kvoten).

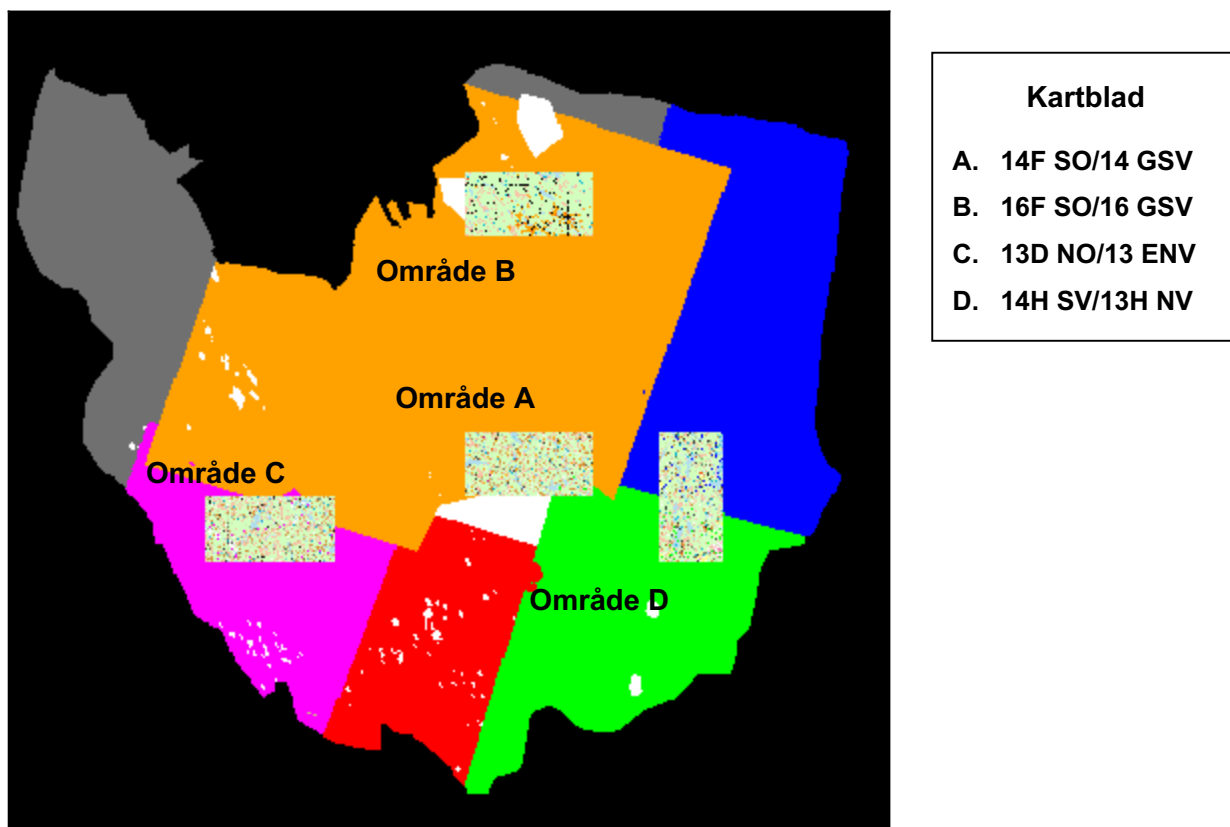
I samråd med länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län bestämdes att två områden skulle slumpas ut inom höjdintervallet 200-500 m i helscenen, som ju täcker en stor del av pilotområdet, och att ett område skulle slumpas i varje län. Vidare fanns önskemål om att övriga två delområden skulle slumpas ut inom rosa (södra Dalarna) respektive blått/grönt scenpar (kustzonen).

8.1.1 Slumpning av toporutor

Då det fanns en risk att inte alla topografiska kartblad skulle uppfylla kriteriet på antal förändrade ytor inom de olika delmängderna bestämdes en tågorning att följa vid slumpningsproceduren:

1. Slumpa toporuta.
2. Kontrollera om antalet räcker (önskvärt 20 ytor/delmängd).
3. Om inte antalet räcker sök kompletterande kartblad i anslutning till det första enligt: närmast öster, söder, väster respektive norr om.
4. Om inte detta ger tillräckligt antal, ta nästa slumpade toporuta och upprepa proceduren.

Figur 27 visar vilka topoblad som på detta sätt slumpades ut inom de olika scenparen.



Figur 27. Slumpade topblad inom de olika scenaren inom vilka fältkontroll av ytor för utvärdering skett.

8.1.2 Slumpning av myrtytor

Vid utslumpning av myrtytor inom varje delområde användes rutinen "Accuracy Assessment" i Erdas Imagine (ERDAS, 2003). Ett stort antal punkter (pixlar) slumpades ut inom de delmängder som skulle utvärderas respektive inom oförändrad myrareal (öppen myr minus förändrade områden). Slumpningen gjordes i det generaliserade slutresultatet (minsta storlek på förändrade ytor 0.5 ha) och tilläts endast inom "säker förändring", detta för att garantera att åtminstone en pixel inom ytan ifråga skulle ha fallit ut med en säkrare indikation. Därefter söktes en större yta ut runt de slumpade punkterna som maximalt tilläts vara 1.5 ha. Utsökningen gjordes med "Seed-funktionen" i Erdas Imagine där "seed"-punkten lades på den utslumpade punkten. Beroende på ytans ursprungsstorlek innebar detta att de ytor som skulle fältbesökas kunde variera mellan 0.5-1.5 ha i storlek och ha en varierande fördelning av "säker" kontra "potentiell förändring".

I de fall flera punkter slumpats inom samma myr tilläts inte överlapp mellan de utsökta ytorna. För att flera ytor skulle tillåtas inom samma myr krävdes ett avstånd på minst en pixel (25 m) mellan dessa. En kontroll mot vägnätet gjordes också så att utslumpade punkter som låg mycket otillgängligt till rensades bort. I praktiken tillämpades detta endast för referensytorna, då antalet förändringar inom slumpade kartblad inte tillät att några ytor plockades bort.

8.1.3 Fältmaterial

Som stöd för fältarbetet lades de slumpade ytorna ut på terrängkartan (rasterformat) och på den färskaste satellitbilden så att utskrifter kunde genereras och tas med i fält (figur 28). Varje yta var också specificerad med koordinater i Rikets nät så att GPS kunde användas som stöd vid orienteringen.

8.1.4 Ytor som inte behövde kontrolleras

Vid framtagande av fältmaterialet kunde konstateras att några av ytorna fallit inom område som bearbetats för täktverksamhet. Då förändringen i detta fall var uppenbar betraktades dessa ytor som korrekta utfall och togs bort från fältkontrollen för att spara tid och resurser.

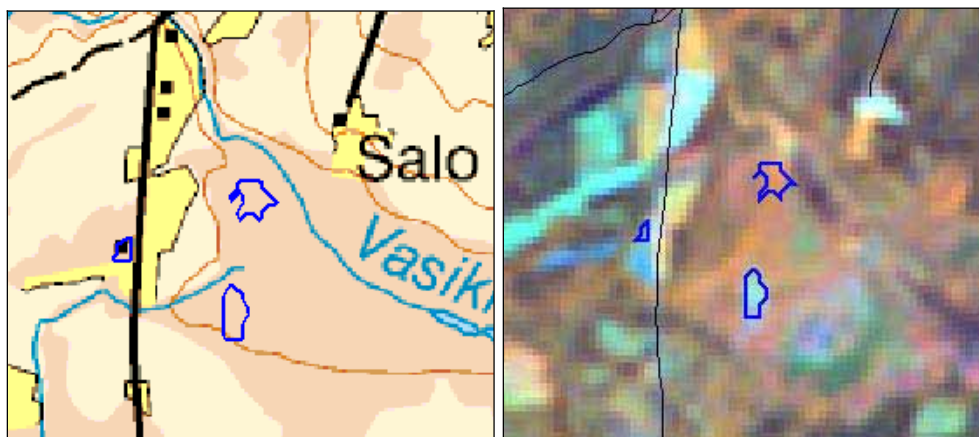
8.1.5 Fältkontroll

Fältkontrollen utfördes under tre perioder hösten 2003, 15-19 september (område A och B), 13-15 oktober (område C) samt 4-5 november (område D, se figur 28). Som stöd för orienteringen användes förutom utskrifterna också GPS. Fältkontrollen genomfördes utan information om huruvida ytorna fallit ut som förändrade eller oförändrade i analysen.

En förändring jämfört med den tidigare utvärderingen är att tolkningen av IR-färgflygbilderna gjordes i fält. Även bedömningen av de olika parametrarna har förenklats jämfört med tidigare för att optimera fältkontrollen till de faktorer som är utslagsgivande i analysen och som kan upptäckas med metoden.

En första tolkning gjordes inför utmarschen till ytorna. Vid varje yta kontrollerades därefter om myrens utseende idag överensstämmer med flygbildens information vad gäller följande parametrar:

- myrtyp,
- typ av bottenskikt, om synligt,
- typ av fältskikt, täthet,
- frodighet,
- fuktighet,
- förekomst av buskar,
- trädsikt,
- ingrepp.



Figur 28. Exempel på arbetsmaterial för fältkontroll. Pajala utvärderingsområde (se figur 29).

Förutom ovan nämnda parametrar noterades också dominerande arter och ytorna dokumenterades med foto. Eventuellt nya ingrepp på myren eller gamla som inte syns i flygbilden noterades också. Även andra verksamheter i omgivningen antecknades som kan ha påverkat myren. En sammanfattande bedömning gjordes slutligen om ytan förändrats och i så fall på vilket sätt.

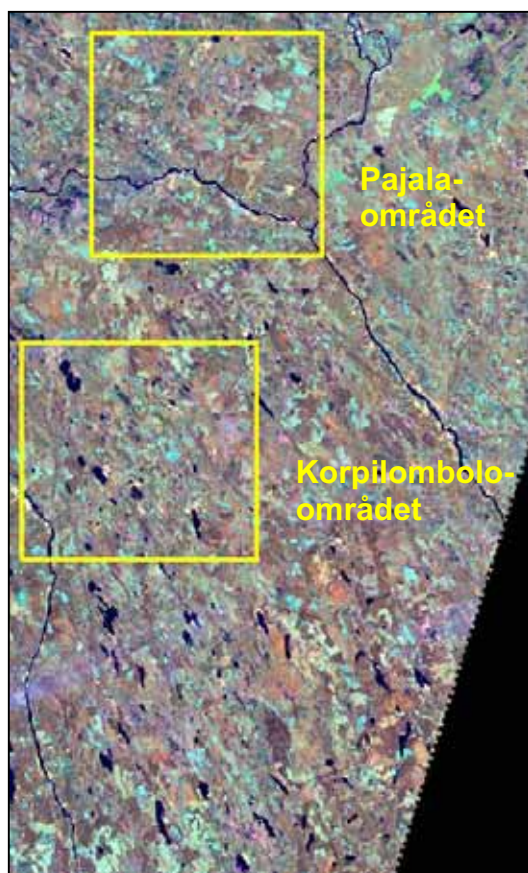
8.2 Jönköpings län

Båda de analyserade kartbladen omfattades av utvärderingen enligt samma metodik som beskrivits för pilotproduktionen. Jämfört med denna slumpade dock ett färre antal referensytor ut. Fältkontrollen utfördes 7-9 oktober 2004.

8.3 Norrbottens län

Inom de analyserade storrutorna i Norrbottens län lades två områden ut motsvarande två topoblad (figur 29). Områdena valdes i samråd med Sture Westerberg vid Länsstyrelsen i Norrbotten. Områdena täcker in något olika typer av terräng, flackbergkullslätt respektive bergkullterräng och därmed något olika myrvariation, vilket i detta fall bedömdes som viktigare än att i strikt mening slumpa ut områdena. I övrigt är metodiken densamma som för pilotproduktionen. Dock slumpades ett färre antal referensytor ut.

För att få överensstämmelse i fältbedömningen med övriga utvärderade områden genomfördes de två första fältdagarna tillsammans med Thomas Rafstedt (INFRA), så att en kunskapsöverföring kunde ske. Fältkontrollen utfördes 2-6 augusti 2004.



Figur 29. Områden inom de karterade kartbladen 27M Korpilombolo/28 M Pajala där myrar slumpats för fältkontroll.

9 RESULTAT

9.1 Dalarna-Gävleborgs län

9.1.1 Förändringsanalys

9.1.1.1 Öppen myr

Tabell 17 visar en sammanställning av förändringsresultatet över länen inom öppen myr. Arealen förändrad myr har beräknats för de olika scenparen för förändringsriktningarna ”ökad biomassa/igenväxning- 3/2-kvoten” och ”förändrat botten/fältskikt”. För blått och grönt scenpar redovisas också ”ökad biomassa/igenväxning – IR-röd-kvot” som visat sig kompletterande information jämfört med igenväxning detekterad med 3/2-kvoten (se avsnitt 4.3.3). För varje scenpar anges också total areal analyserad myr, vilket inte är det samma som total areal öppen myr då vissa områden maskats bort i några av scenparen p g a moln eller molnskuggor, samt förändringarnas storlek fördelat på några storleksklasser.

Tabell 17. Sammanställning av förändringar som fallit ut inom öppen myr nom de olika scenparen och analyserade förändringsriktningar.

Scenpar/ förändringsriktning	Total areal analyserad myr	Areal förändrad myr (ha)	Totalt antal ytor	Antal ytor 0.5-1 ha	Antal ytor 1-2 ha	Antal ytor 2-3 ha	Antal ytor > 3 ha
Orange 0-200 m m.ö.h.	10 576						
-ökad biomassa/igenväxning		67	84	68	15	1	-
-förändrat botten/fältskikt		55	56	41	11	3	1
Orange 200-500 m m.ö.h.	146 824						
-ökad biomassa/igenväxning		1295	1561	1283	225	47	6
-förändrat botten/fältskikt		522	439	297	95	31	16
Orange 500-800 m m.ö.h.	45 898						
-ökad biomassa/igenväxning		39	54	48	5	1	-
-förändrat botten/fältskikt		130	396	277	82	24	13
Rosa scenpar*	82 923						
- ökad biomassa/igenväxning		102	47	10	22	8	7
-förändrat botten/fältskikt		202	94	14	43	22	5
Rött scenpar	17 728						
-ökad biomassa/igenväxning		84	120	111	8	1	-
-förändrat botten/fältskikt		56	71	59	12	-	-
Blått scenpar	11 926						
-ökad biomassa/igenväxning (3/2)		172	151	106	25	16	4
-ökad biomassa/igenväxn. (ir/röd)		320	320	230	66	20	4
- <u>Total igenväxning</u>		533	378	243	82	39	14
-förändrat botten/fältskikt		270	207	137	39	22	9
Grönt scenpar	25 353						
-ökad biomassa/igenväxning (3/2)		100	96	67	23	4	2
-igenväxning (ir/röd)		583	494	334	103	43	14
- <u>total igenväxning</u>		683	575	386	123	49	17
-förändrat botten/fältskikt		70	60	42	12	4	2
Totalt: ökad biomas/igenväxn.	366 581	2803	2824	2149	480	146	44
förändrat botten/fältskikt		1305	1323	867	294	116	46

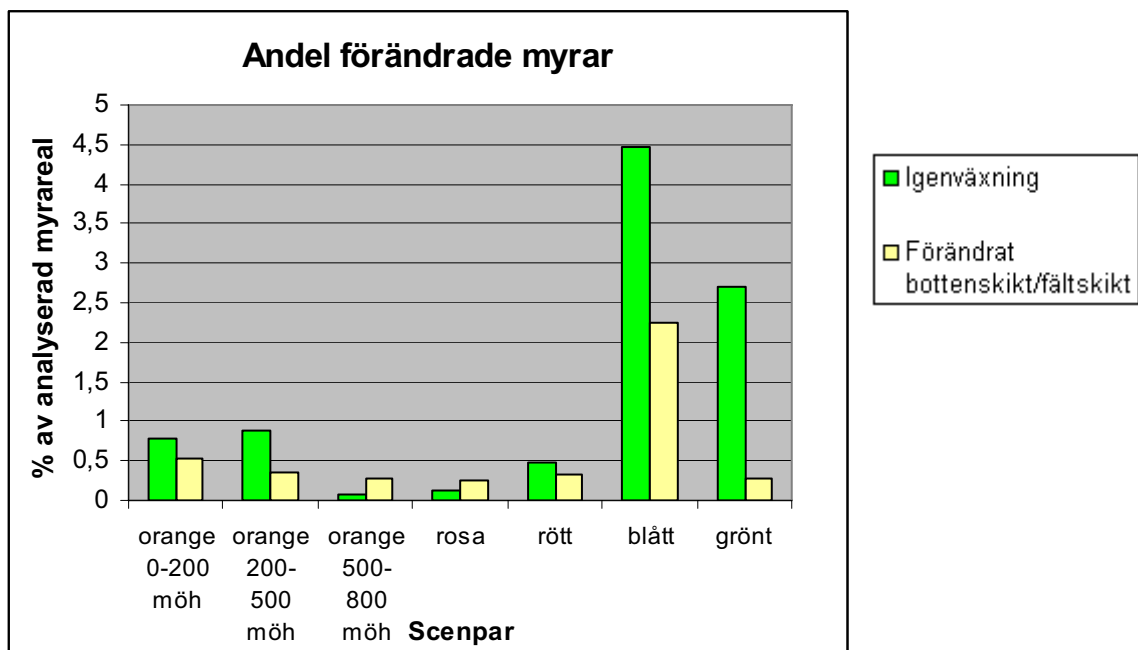
* P g a problem med passningen mellan scenerna har små och smala ytor rensats bort (se avsnitt 6.2.4). Andelen ytor mellan 0.5-1 ha är därför betydligt lägre i relation till övriga scenpar än de borde vara.

Totalt har 2803 ha fallit ut där igenväxning detekterats och 1305 ha med förändringar i bottenskikt/fältskikt. Figur 30 visar fördelningen av dessa förändringar per scenpar i relation till analyserad myrareal. Minst areal igenväxande myr relativt sett har detekterats inom orange scenpar inom höjdintervallet 500-800 m.ö.h. Relativt sett liten areal igenväxning har också fallit ut inom rosa scenpar, men i detta fall är resultaten missvisande då små och smala ytor fått rensas bort p g a problem med passningen mellan scenerna (se avsnitt 6.2.4). Största arealen igenväxande myr i förhållande till analyserad areal uppvisar blått scenpar, d v s kustzonen i Hälsingland, följt av grönt scenpar, d v s sydligaste Dalarna och Gävleborgs län. Dessa båda scenpar omfattar också de arealsmässigt största förändringarna (figur 31).

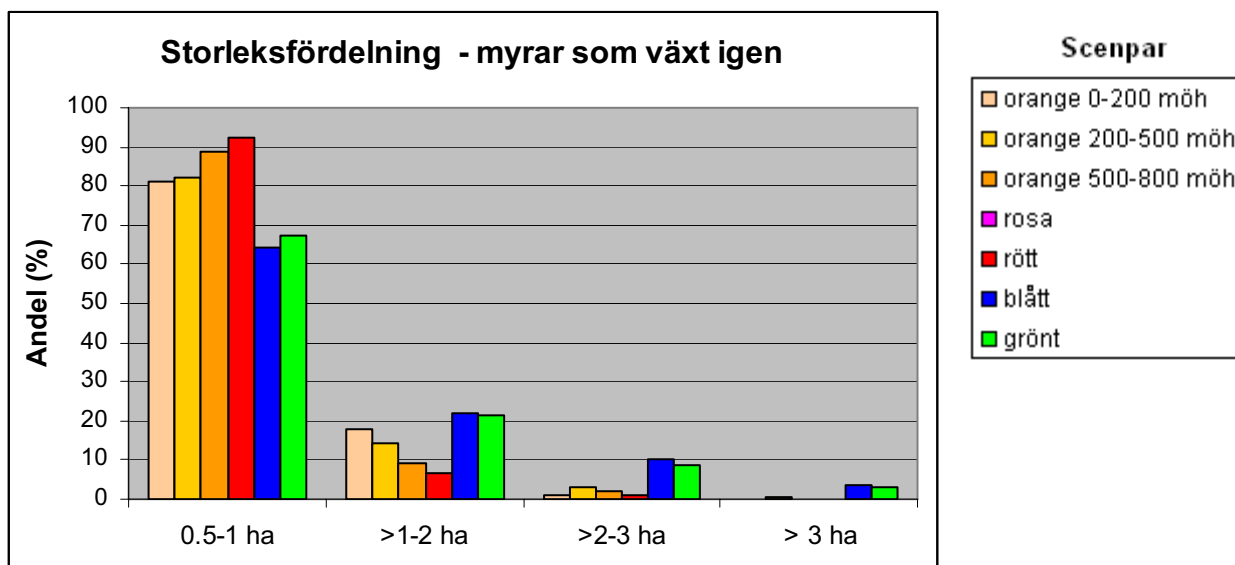
När det gäller förändringar i bottenskikt/fältskikt har genomgången av väderstatistiken och utvärderingen visat att dessa förändringar är betydligt mer osäkra och i många fall ett resultat av skillnader i väderförhållanden mellan inblandade scener. Detta gäller särskilt blått scenpar där det var extremt torrt i kustlandet veckorna före registrering.

I det följande ges några bildexempel på förändringar som fallit ut i de olika scenparen. I alla exempel redovisas satellitbilderna med bandkombinationen TM4, TM5, TM3 i RGB. De två första satellitbilderna visar alltid de bilder mellan vilka analysen gjorts. I vissa fall redovisas också satellitbilder från mellanliggande tidpunkter för att ge en lite mer varierad bild av myrarnas utseende vid olika tidpunkter.

Figur 32-35 visar exempel på förändringar av typen ökad biomassa/igenväxning som fallit ut inom orange scenpar, 200 – 500 m.ö.h. I figur 32 har troligtvis löv expanderat på myren medan ytorna i figur 33 växt igen med barr. I figur 33 redovisas också det icke generaliserade resultatet. Som framgår av figuren har även förändringarna i de mindre ytorna detekterats, men dessa har senare generaliserats bort då de varit mindre än minsta redovisningsenhet (0.5 ha). Ytterligare ett exempel på ökad biomassa/igenväxning inom



Figur 30. Andel förändrade myrar/analyserad myrareal inom de olika scenparen.



Figur 31. Storleksfördelning /scenpar för igenväxande myrar. Myrar inom rosa scenpar har ej tagits med då fördelningen inte är jämförbar med övriga då smala, små myrar rensats bort (se avsnitt 6.2.4).

detta höjddintervall ges i figur 34. Dessa ytor kontrollerades vid utvärderingen och igenväxning verifierades. Markfoton redovisas i figur 35.

Figur 36 visar ett exempel på förändring i bottenskikt/fältskikt inom orange scenpar som verifierats i fält. Myrarna i figuren har kalkats vilket lett till att vitmossorna i bottenskiktet brutits ner (figur 37) och den bara torven blottats (färgförändring från rosa till blågrön i satellitbilderna). Figur 38 ger ytterligare ett exempel på effekt av kalkning (A1-ytan). Markfotot i figur 39a visar hur vitmossan på den angränsande tallmossen brutits ner och ersatts med väggmossa. Som jämförelse visas en okalkad tuvullsmosse i figur 39b.

Inom orange scenpar har förändringar i bottenskikt/fältskikt på myrar som var mycket blöta vid första registreringstidpunkten (1986-06-11) urskiljts som ett separat skikt då relevansen i dessa förändringar varit svårbedömd (ej redovisade i tabell 17). De har heller inte kunnat utvärderas inom ramen för föreliggande studie. De flesta ligger i anslutning till sjöar och vattendrag och det ligger därför nära till hands att tolka förändringarna som ett resultat av högt vattenstånd i juni. Men de skulle också kunna representera reella förändringar som t ex igenväxning med vass. En genomgång av de förändrade ytornas fördelning på brun respektive blåmyr visar att endast knappt 40 % i snitt ligger på blåmyr, dvs blöt och svårframkomlig myr (tabell 18). Figur 40 och 41 visar några exempel från höjddintervallet 200-500 m.ö.h där förändringen troligtvis utgörs av uppvuxen vass vid den senare tidpunkten. Huruvida den expanderat eller inte under tidsperioden är dock svårt att bedöma utan närmare analys. Figur 42-43 visar ett exempel från höjddintervallet 0-200 m.ö.h. I detta fall har myren kalkats, vilket troligtvis lett till en förtätning av fältskiktet. Slutligen visas ett exempel från höjddintervallet 500-800 m.ö.h. (figur 44) där den vattenfyllda myren 1986-06-11 (under brunmyr i topokartan) uppenbart torkat ut och torvslam blottats vid den senare tidpunkten (2001-08-15). Som jämförelse visas också en septemberbild från 1985 och två sommarbilder från 1987 då samma förlopp kan konstateras.

Analysen inom rosa scenpar försvårades av problem med passningen mellan ingående scener. Smala, små förändrade ytor har därför rensats bort då risken för att många av dessa är orsakade av kanteffekter bedömdes som stor (se avsnitt 6.2.4). Andelen små förändringar är därför opropotionerligt liten i detta område.

Tabell 18. Förändringar inom bottenskikt/fältskikt på myrar som varit mycket blöta 1986-06-11 och behandlats separat (ingår ej i sammanställningen som redovisas i tabell 17).

Område	Total areal (ha)	Brunmyr (ha)	Blåmyr (ha)
Orange scenpar 0-200 m.ö.h	51	26 (51 %)	25 (49 %)
Orange scenpar 200-500 m.ö.h	325	199 (61 %)	126 (39 %)
Orange scenpar 200-800 m.ö.h	40	28 (70 %)	12 (30 %)

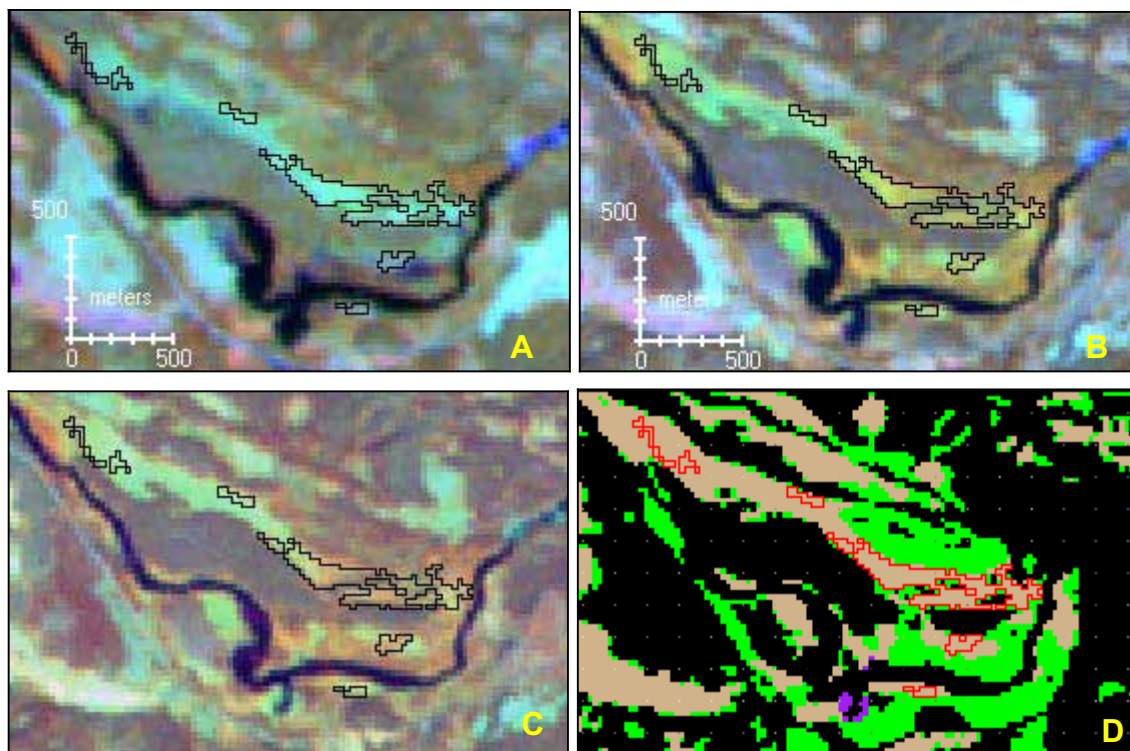
Figur 45-49 visar exempel på ökad biomassa/igenväxning och förändringar inom bottenskikt/fältskikt inom rosa scenpar, varav tre av exemplen kontrollerats i fält. Igenväxningen i figur 45 kunde verifieras som ett kraftigt uppslag av björk på ett högstarrkärr (figur 46) orsakad av påverkan från närliggande industriverksamhet. De kraftigt förändrade A1-ytor i figur 47 kunde inte verifieras i fält som en reell förändring utan är troligtvis orsakad av den torra sommaren 2001 som fått flarkarna och lösbottnarna att torka ut. I A2-ytan däremot fanns parallella snöskoterspår över myrytan på en bredd på ca 20 m där vitmossan körts sönder och dött. Fältpoton visas i figur 48 och 49 från dessa ytor.

Figur 50 visar exempel på ökad biomassa/igenväxning från rött scenpar. Även i detta scenpar finns småytor som är svåra att bedöma om de är orsakade av kanteffekter eller ej (A3-ytor i figur 50). Ett annat problem är att sommaren 2000 var extremt blöt, vilket medfört att ytor som varit översvämmade 2000 fallit ut som ökad biomassa/igenväxning (minskande 3/2-kvot, se A2-ytor i figur 50). Bedömningen är dock att flertalet av ytor som fallit ut som förändringar inom delmängden ”ökad biomassa/igenväxning” är reella förändringar (A1-ytan i figur 50).

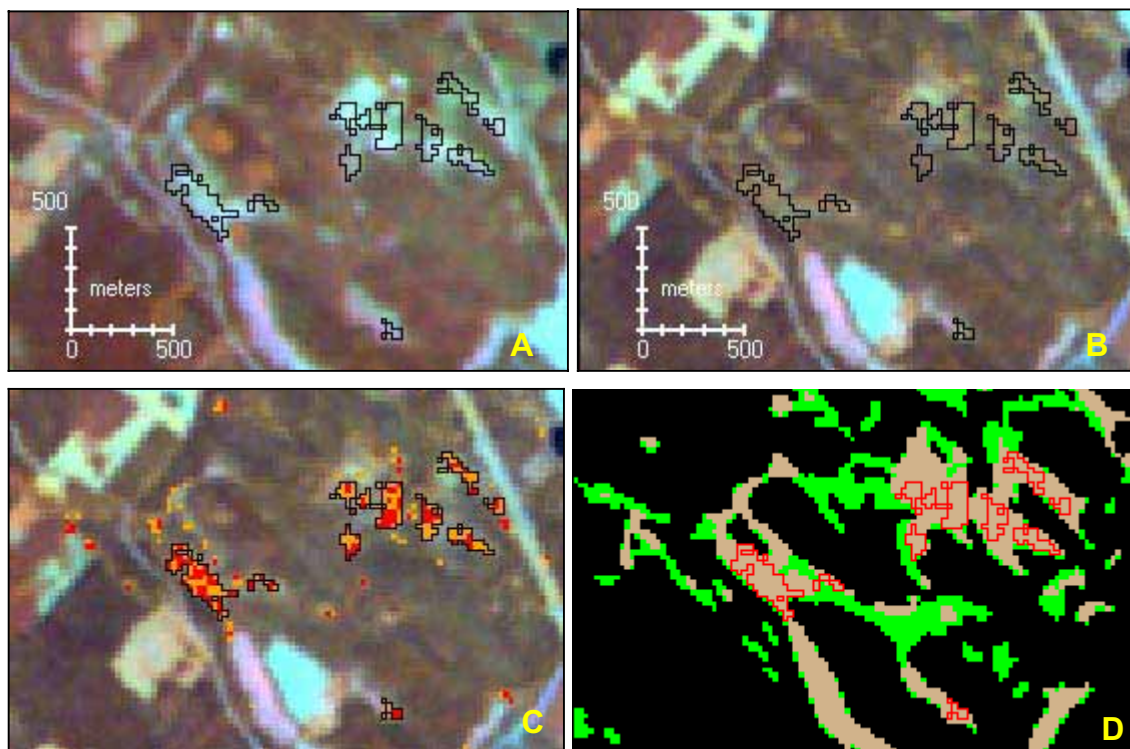
I figur 51 (A1-ytor) ges ett exempel på kalkningseffekter från rött scenpar. Märkligt nog verkar inte kalkningen av myren i A2-exemplet i samma figur ha haft någon större påverkan (om kalkningen verkligen utförts).

Inom blått och grönt scenpar har två kvoter använts för att spåra ökad biomassa/igenväxning som visat sig ge delvis kompletterande resultat. Förutom den generellt använda 3/2-kvoten har också 4/3-kvoten använts, som bättre tycks fånga förändringar inom frodiga ytor. Figur 52-53 visar exempel på ökad biomassa/igenväxning från blått scenpar. I vissa fall ger de båda kvoterna överlappande resultat (röd yta i figur 52 A2), men i andra är de helt komplementära (A1, A3 och A4-ytor i figur 52). A3- och A4-ytor är också exempel på förändringar inom detta scenpar som är svårbedömda utan närmare analys huruvida de är effekter av olika fenologi i de båda scenparen eller representerar en reell igenväxning. Ytor ifråga utgör mycket blöta våtmarker, som till stor del återfinns på blåmyr, av typen sumpkärr/-igenväxande sjöar. Att dessa faktiskt växer igen är tänkbart, men den tidiga tidpunkten för första satellitbilden (1986-06-13) innebär också att vegetation som vass etc inte har hunnit utveckla full biomassa. Andelen förändringar inom dessa delmängder som fallit ut under blåmyrsmasken utgör 52 % för 3/2-kvoten respektive 66 % för IR-röd-kvoten. För det sammanlagda resultatet utan överlapp återfinns 43 % av förändringarna på blåmyr. Totalt överlappar delresultaten varandra med 27 %.

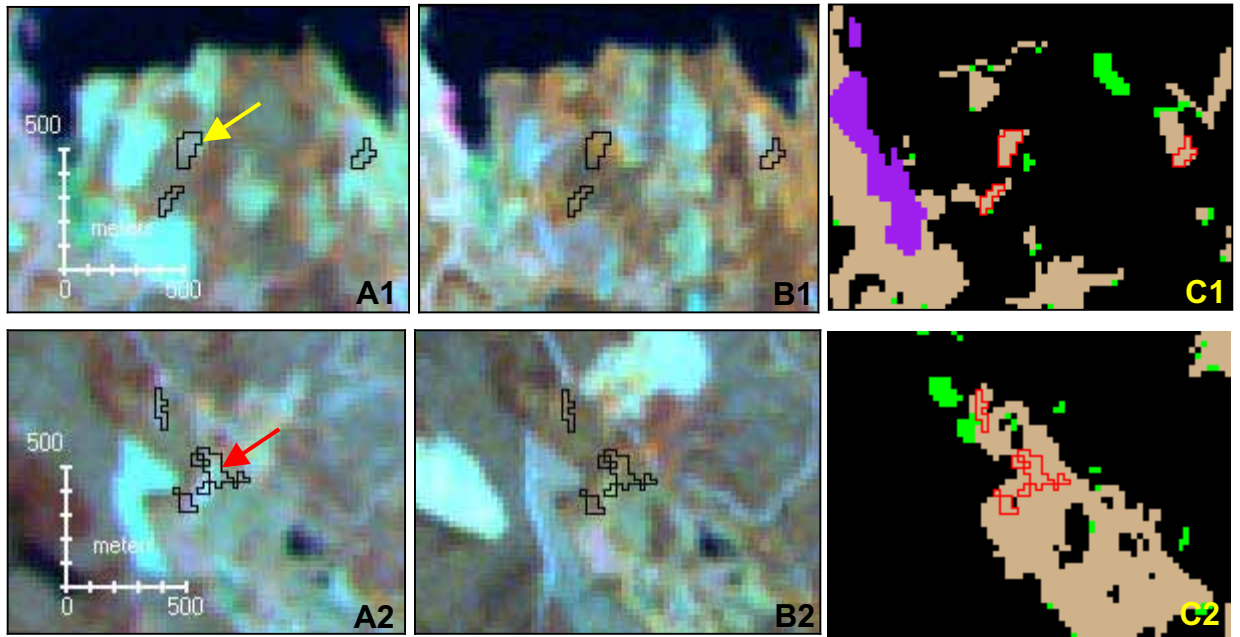
De förändringar som fallit ut inom delmängden ”förändringar av bottenskikt/fältskikt” verkar inom blått scenpar till största delen vara en effekt av den extrema torka som föregick registreringen 2001-07-05 (se avsnitt 3.1.1). Ett exempel ges i figur 54. Det verkar främst vara mjukmattekärr av tuvullstyp med glest fältskikt som kraftigt förändrats av torkan och fallit ut som förändrade (figur 55).



Figur 32. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning" inom orange scenpar, 200-500 m.ö.h. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 1997-08-21 D. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



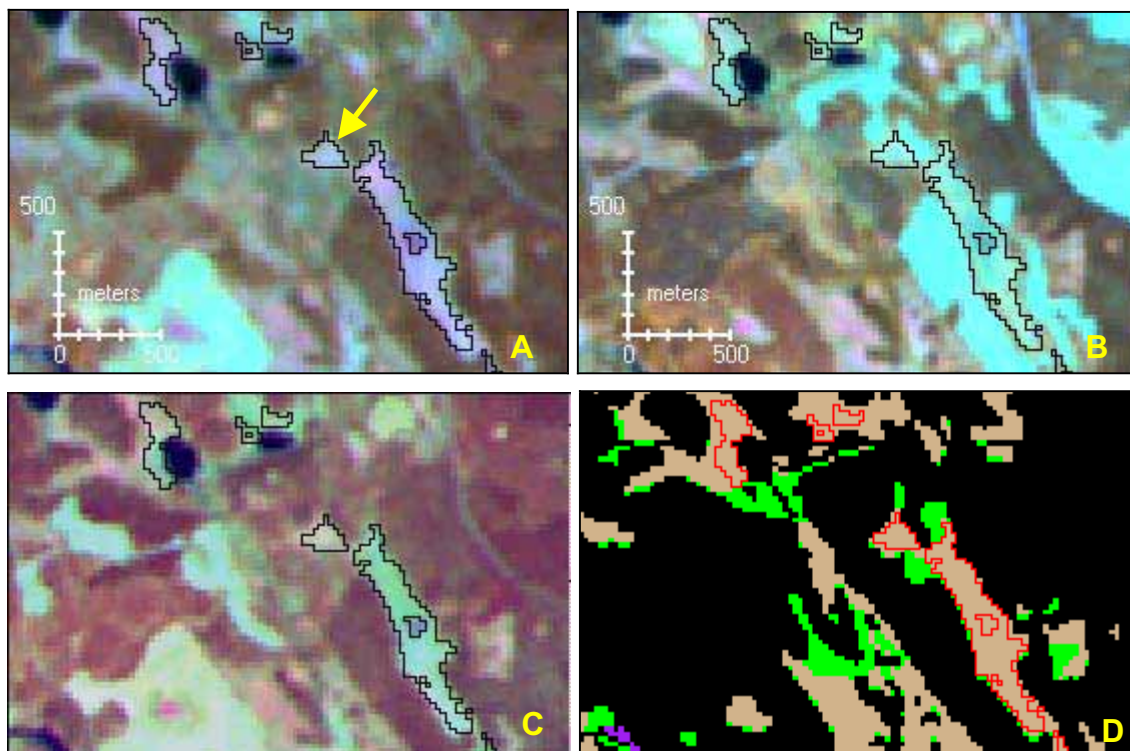
Figur 33. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning" inom orange scenpar, 200-500 m.ö.h. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 2001-08-15 med resultat före generalisering pålagt D. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr



Figur 34. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning" inom orange scenpar, 200-500 m.ö.h. Pilar visar plats för foton i figur 35. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr



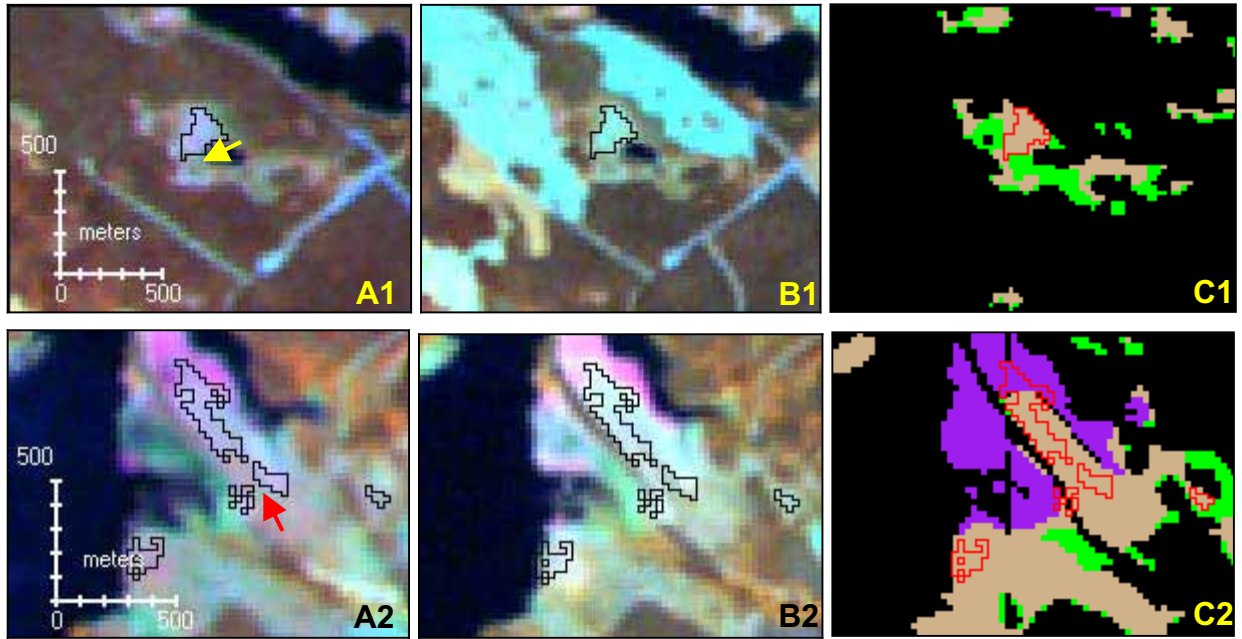
Figur 35. A. Skogskärr med blåtåtel där trädskiktet med björk och tall förtätats (gul pil i figur 34). B. Tallrismosse som dikats vilket lett till att mossen torkat ut och tall invandrat och växt till sig kraftigt (röd pil i figur 34). Foton: Thomas Rafstedt, september 2003.



Figur 36. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "förändringar av bottenskikt/fältskikt" inom orange scenpar, 200-500 m.ö.h. Förändringen i dessa ytor är orsakad av kalkning. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 1997-08-21 D. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



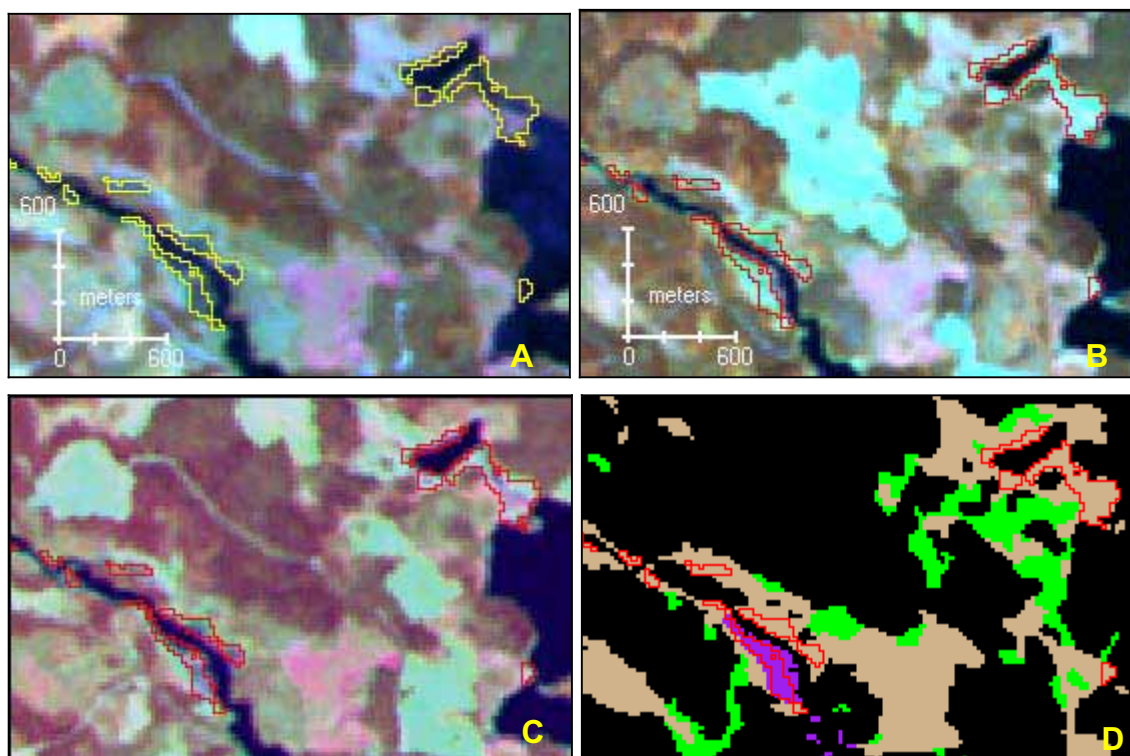
Figur 37. Ljungmosse som kalkats (gul pil i figur 36). Den mindre bilden till höger visar det nakna bottenskiktet på ett kalkat kärr som kontrollerats längre söder ut. Foto: Thomas Rafstedt, september 2003.



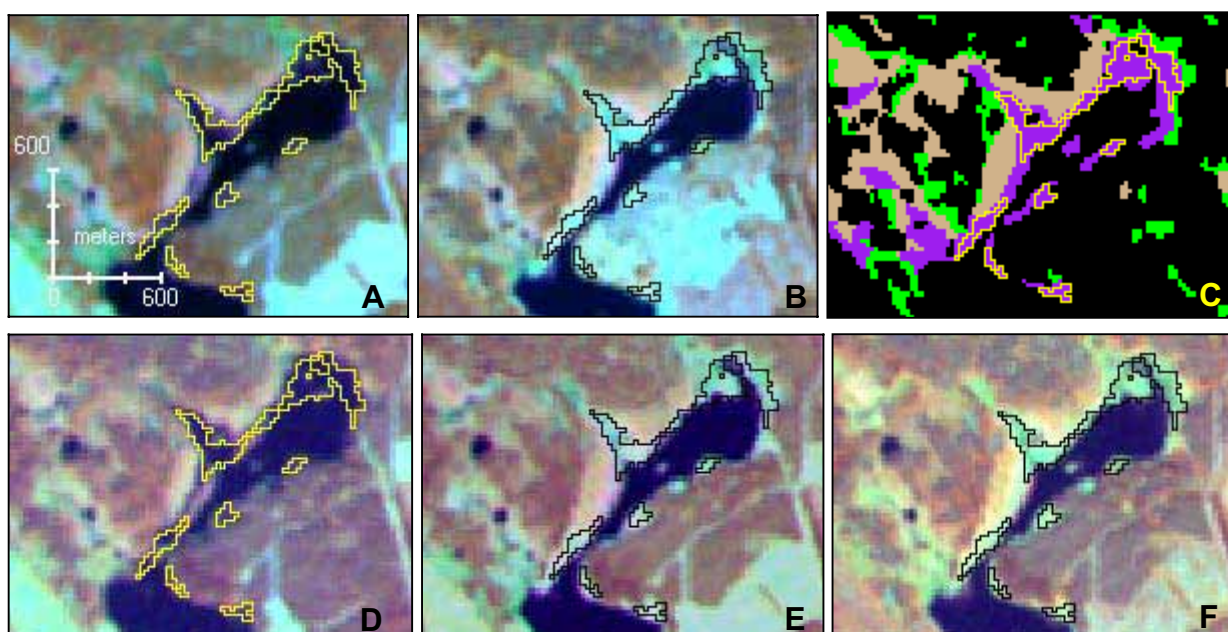
Figur 38. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "förändringar av bottenskikt/fältskikt" inom orange scenpar, 200-500 m.ö.h. Förändringen i A1-ytan är orsakad av kalkning. Förändringarna i A2-ytorna är bara delvis verifierade. Pilarna markerar plats för foton i figur 39.
 A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 1997-08-21 D. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



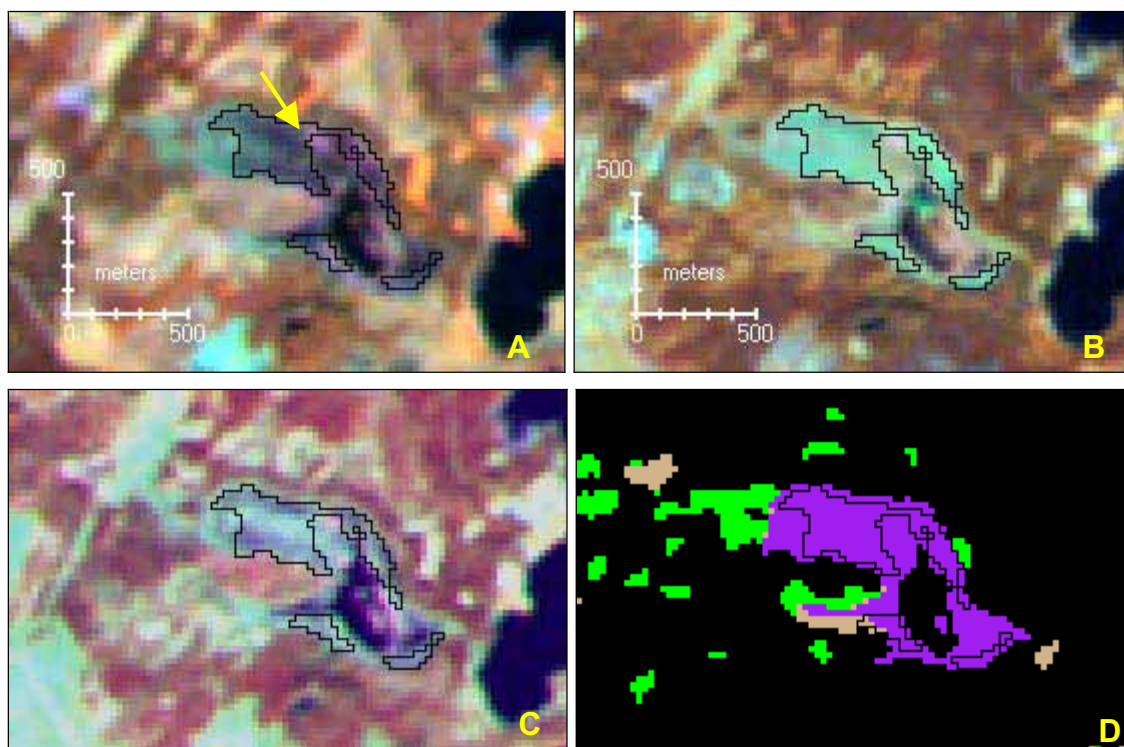
Figur 39. A. Tallmossa med odon, dvärgbjörk och kråkris som kalkats (gul pil i figur 38), där vitmossor ersatts av väggmossa i bottenskiktet, jämfört med tuvullsmossa som inte har kalkats (B) (röd pil i figur 38).
 Foto: Thomas Rafstedt, september 2003.



Figur 40. Exempel på förändringar som fallit ut som "förändrat bottenkikt/fältskikt" inom myrar som varit mycket blöta 86-06-11 (typ lösbottnar, sumpkärr eller andra blöta våtmarker) inom orange scenpar, 200-500 m.ö.h. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 1992-05-19 D. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



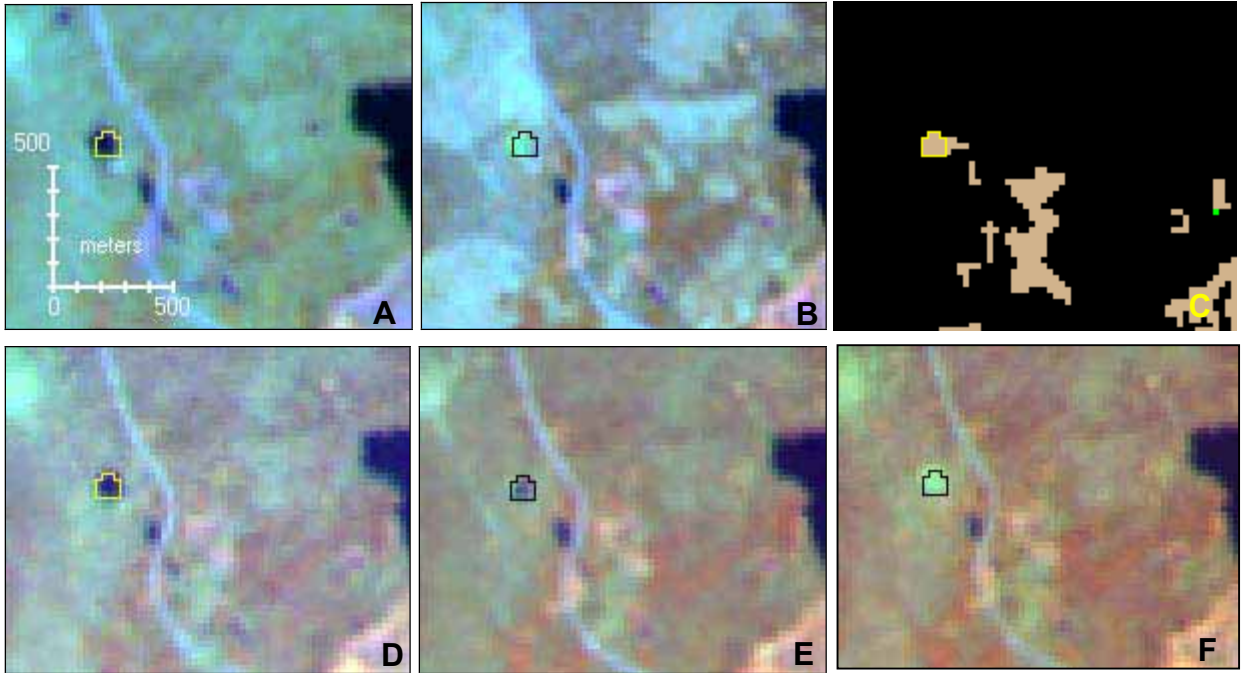
Figur 41. Exempel på förändringar som fallit ut som "förändrat bottenkikt/fältskikt" inom myrar som varit mycket blöta 86-06-11 (typ lösbottnar, sumpkärr eller andra blöta våtmarker) inom orange scenpar, 200-500 m.ö.h. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr D. 1985-09-12 E. 1992-05-19 F. 1997-08-21.



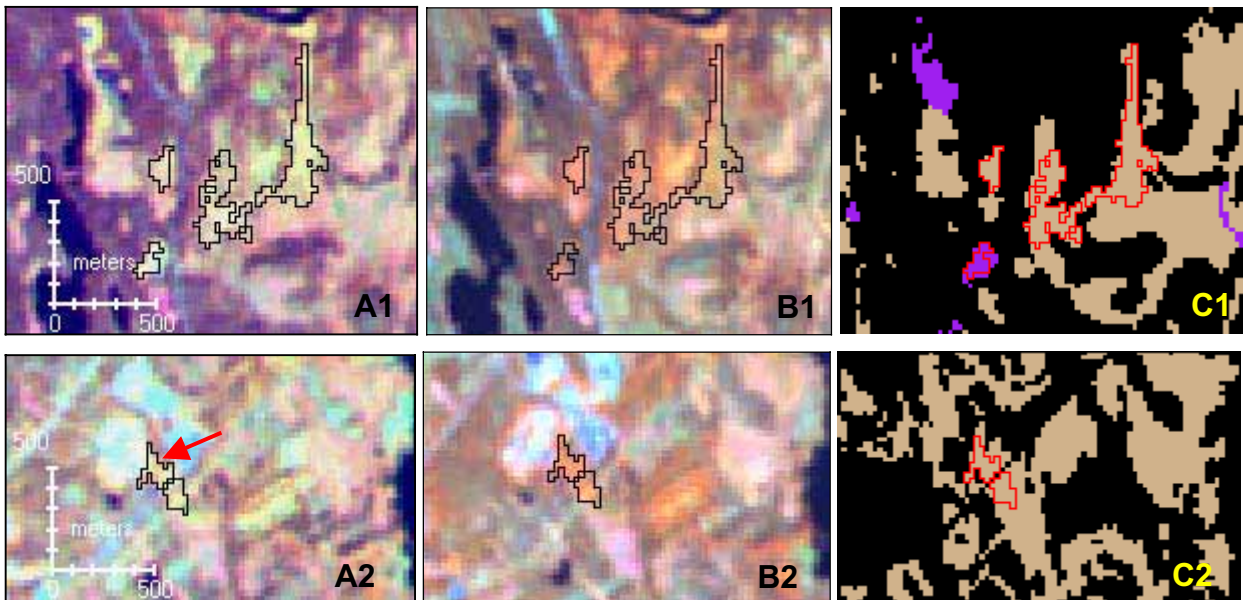
Figur 42. Exempel på förändringar som fallit ut som "förändrat bottenskikt/fältskikt" inom myrar som varit mycket blöta 86-06-11 (typ lösbottnar, sumpkärr) inom orange scenpar, 0–200 m.ö.h. Denna myr är kalkad. Gul pil visar plats för foto i figur 43. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 1992-05-19 D. Myrmaskerna från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



Figur 43. Mjukmattekärr som kalkats. Infälld i stora bilden är en närbild av fältskiktet som helt domineras av trådstart (*Carex Lasiocarpa*). Fotot taget i augusti 2002 vid röd pil i figur 42. Foto: Laine Boresjö Bronge.



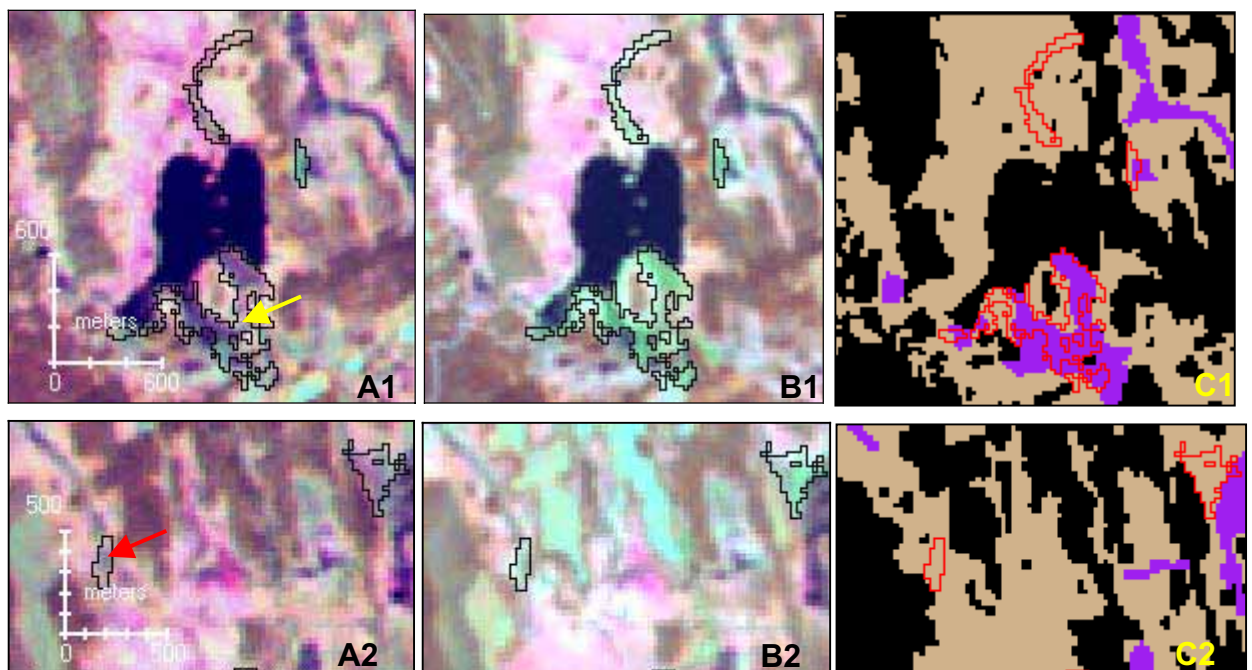
Figur 44. Exempel på förändring som fallit ut som "förändrat bottenskikt/fältskikt" inom myr som varit vattenfylld 86-06-11 inom orange scenpar, 500-800 m.ö.h. men uttorkad 2001-08-15. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. Myrmask från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr. D. 1985-09-12 E. 1987-07-23 F. 1987-08-24.



Figur 45. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning" inom rosat scenpar. Röd pil visar plats för foto i figur 46. A. 1989-08-22 B. 2001-07-05 C. Myrmaskerna från terrängkartan, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



Figur 46. Högstarrkärr som växt igen med björk beroende på påverkan från omgivande industriverksamhet. Fotot taget i oktober 2003 vid röd pil i figur 45. Foto: Thomas Rafstedt.



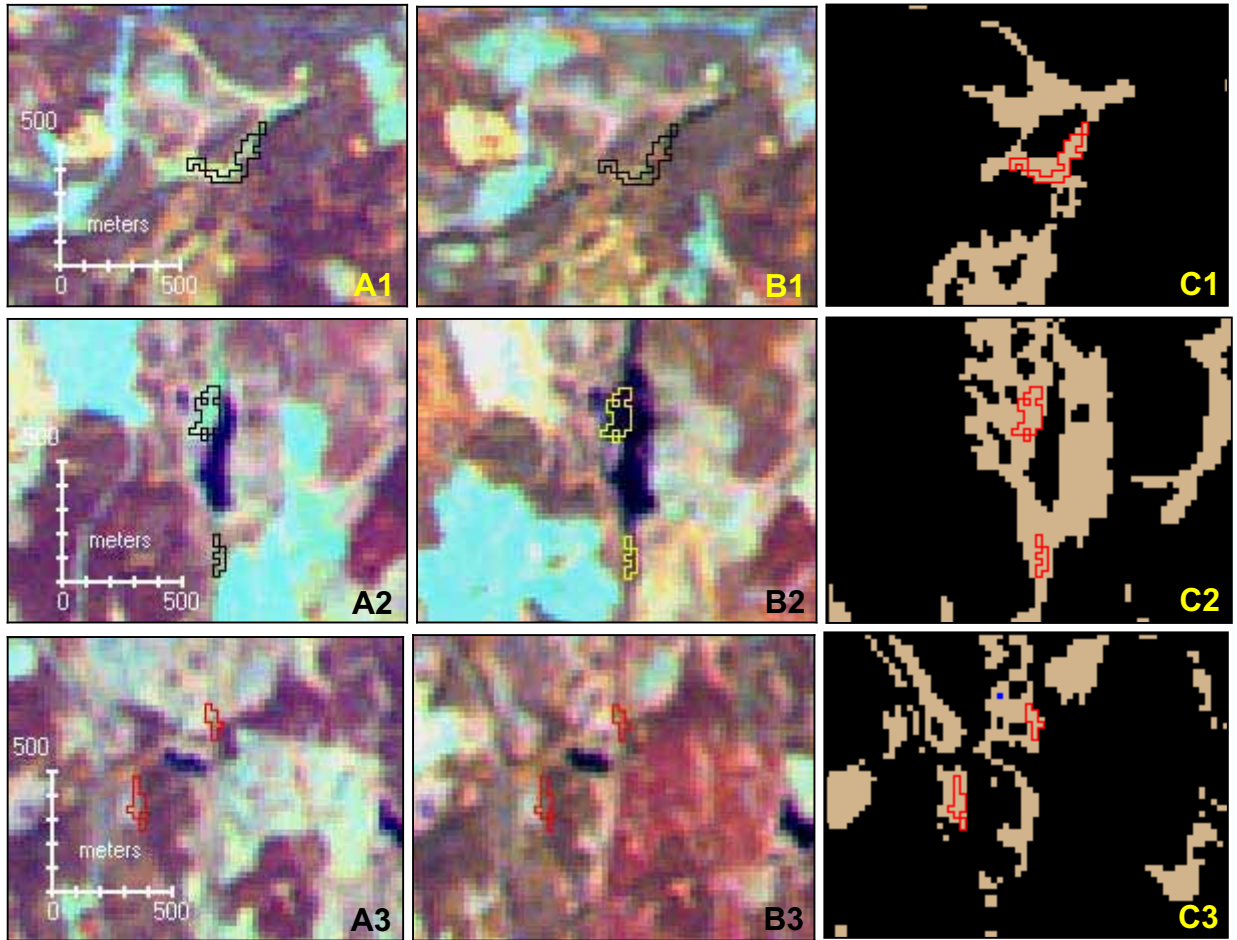
Figur 47. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "förändringar av bottenskikt/fältskikt" inom rosa scenpar. Förändringen i A1-ytorna är troligen orsakad av lågt vattenstånd 2001-07-05 som frilagt den nakna dybotten i lösbottnarna. I A2 ytan (röd pil) fanns körskador vid fältkontrollen i september 2003. Gul respektive röd pil visar plats för foto i figur 48 respektive figur 49. A. 1989-08-22 B. 2001-07-05 C. Myrmaskerna från terrängkartan, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



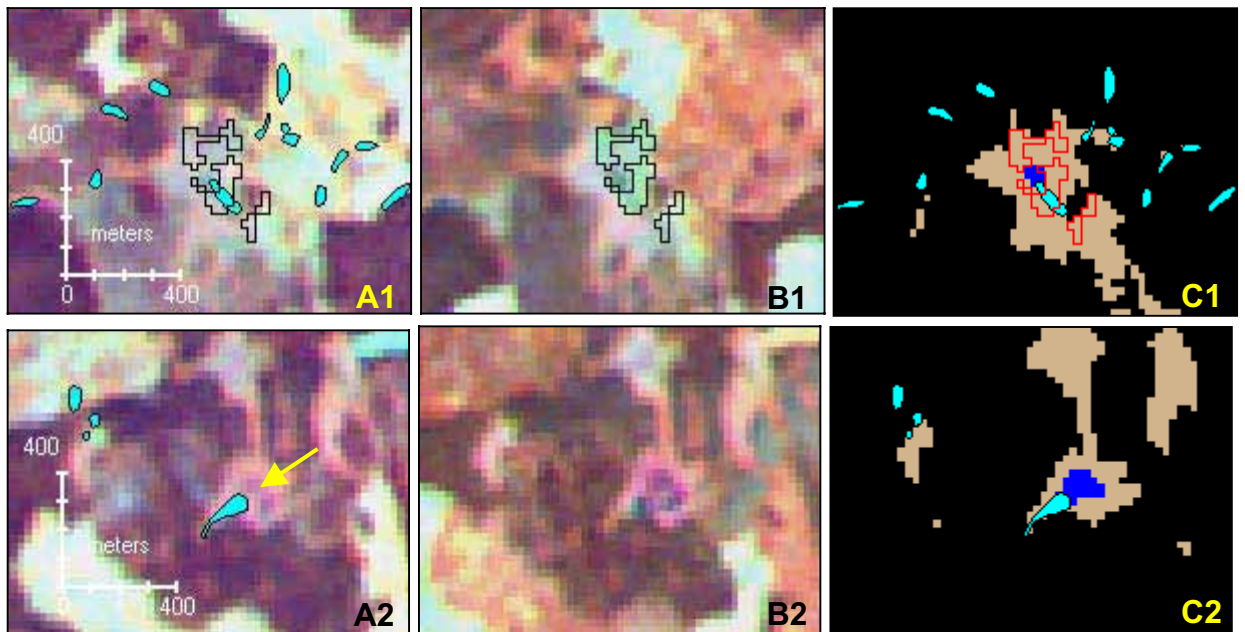
Figur 48. Myr med gölflarkar och strängkärr. Vid fältkontrollen i oktober 2003 vid gul pil i figur 47 konstaterades att vattnet sjunkit undan och blottat nakna dyytor utan vare sig vit- eller brunmossor. Foto: Thomas Rafstedt.



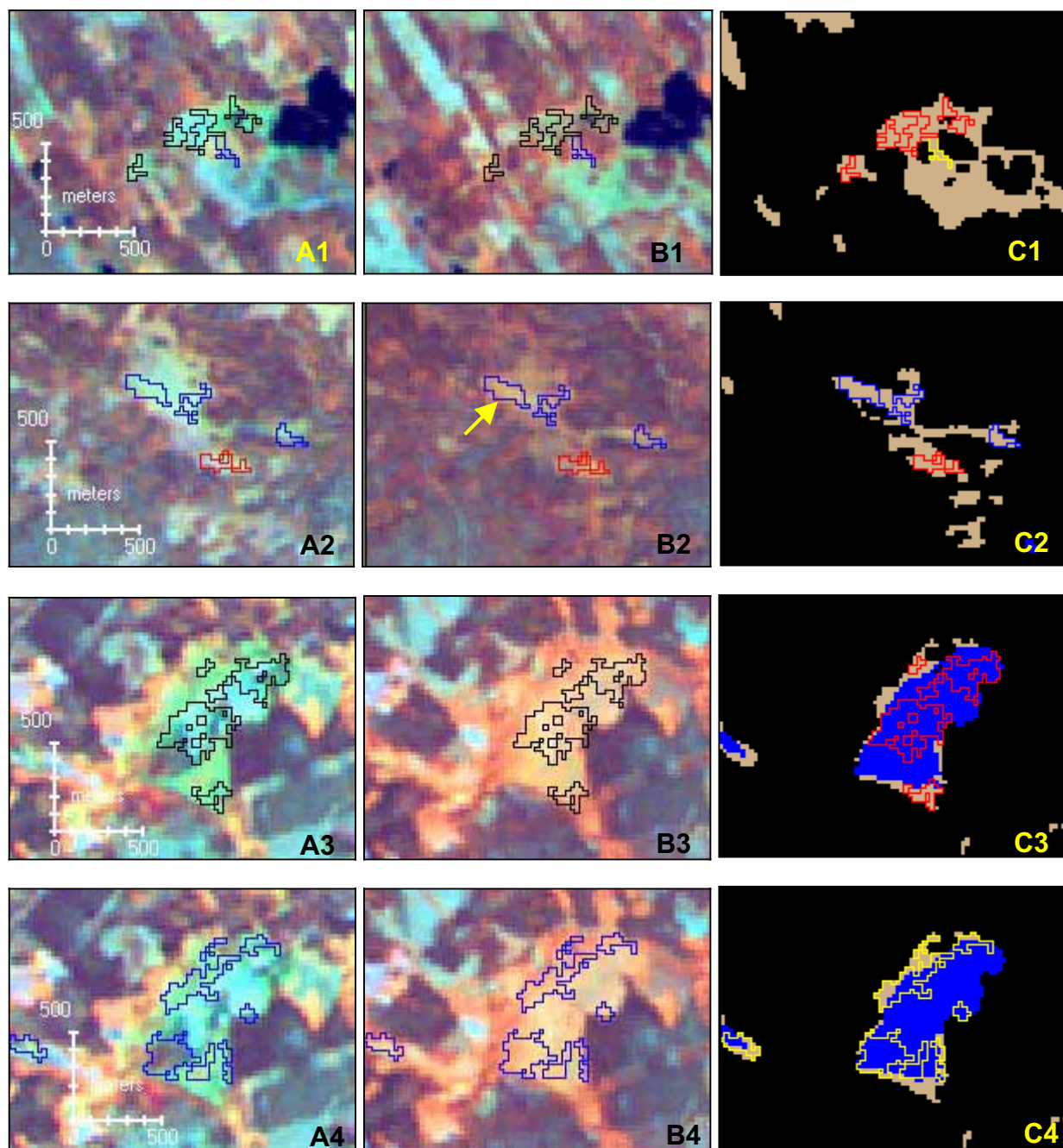
Figur 49. Mjukmattekärr med körskador. Fotot taget i oktober 2003 vid röd pil i figur 47. Foto: Thomas Rafstedt.



Figur 50. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning" inom rött scenpar. 1. Igenväxning. 2. Effekt av mycket hög nederbörd sommaren 2000 (se avsnitt 3. 3.1.5). Svårbedömt om förändringarna är kanteffekter. A. 1989-08-22 B. 2000-07-28 C. Myrmaskerna från terrängkartan, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.



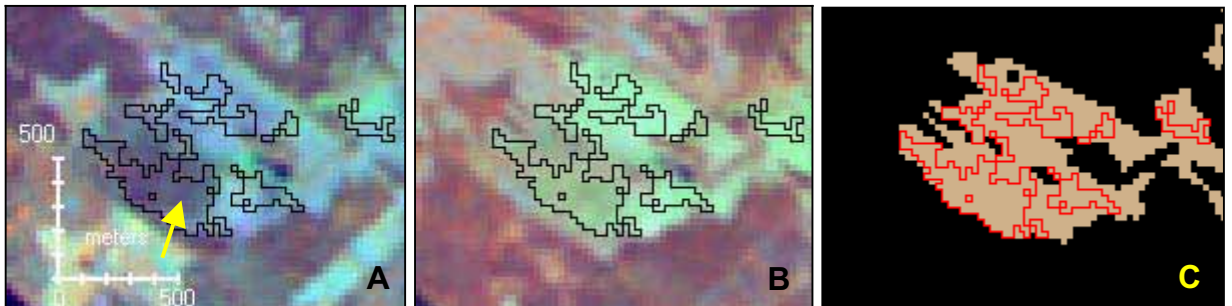
Figur 51. A1-ytorna visar förändringar som fallit ut inom delresultatet "förändringar av bottenskiikt/fältskiikt" inom rött scenpar som kan kopplas till kalkning (ljusblå polygoner). A2-serien visar en Sphagnum-dominerad myr (gul pil) som inte tycks ha påverkats i någon större omfattning av kalkningen. A. 1989-08-22 B. 2000-07-28 C. Myrmaskerna från terrängkartan, beige = öppen brunmyr, blått = öppen blåmyr.



Figur 52. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning-3/2-kvot" samt "ökad biomassa/igenväxning-4/3-kvot" inom blått scenpar. **A1-tytor.** Igenväxning, svarta polygoner (3/2-kvot), blå polygon (4/3-kvot). **A2-tytor.** Igenväxning, blå polygon (4/3-kvot), röd polygon (fallit ut i båda förändringsmängderna). Gul pil visar plats för foto i figur 53. **A3 och A4-tytor.** Svårbedömt om förändringarna är av fenologisk karaktär eller en reell igenväxning. A3-tytor = 3/2-kvot, A4-tytor = 4/3-kvot. A. 1986-06-13 B. 2001-07-07 C. Myrmaskerna från terrängkartan, beige = öppen brunmyr, blått = öppen blåmyr.



Figur 53. Dikat fastmattekärr som kraftigt vuxit igen med björk (5 m). Fotot taget november 2003 vid gul pil i figur 52. Foto: Thomas Rafstedt.



Figur 54. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "förändringar av bottenskikt/fältskikt" inom blått scenpar som är orsakad av den extrema torra som föregick registreringen den 5 juli 2001. Gul pil visar plats för foto i figur 55. A. 1986-06-13 B. 2001-07-05 C. Myrmask från terrängkartan, beige = öppen brunmyr.

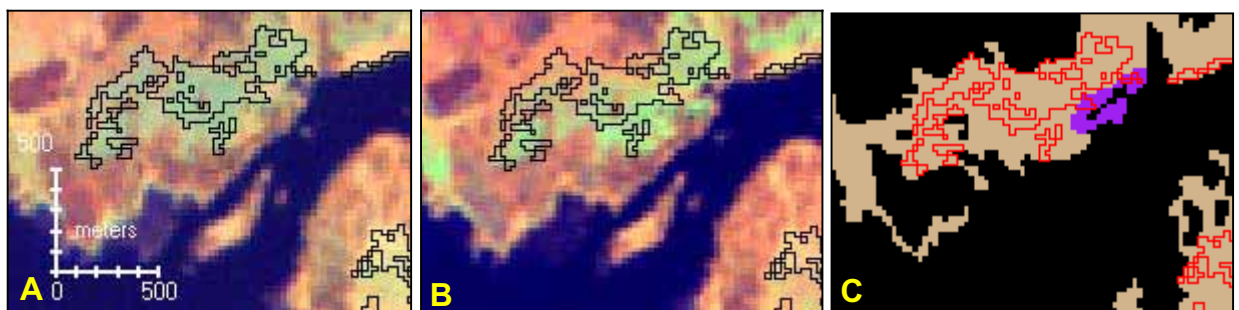
Inom grönt scenpar finns inget överlapp mellan de båda förändringsmängderna för ökad biomassa/igenväxning (3/2 respektive 4/3-kvoten). Kvoten 3/2 har huvudsakligen fångat igenväxning på mossar (figur 56) och 4/3-kvoten igenväxning på kärr, framförallt utmed Dalälven (figur 57).



Figur 55. Plant mjukmattekärr med blötare partier, vitmossmatta och glest fjältskikt. Fotot taget i november 2003 vid gul pil i figur 54. Foto: Thomas Rafstedt



Figur 56. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning" inom grönt scenpar. A. 1989-07-07 B. 2001-07-07 C. Myrmask från terrängkartan, beige = öppen brunmyr.



Figur 57. Exempel på förändringar som fallit ut inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning - IR-röd-kvot" inom grönt scenpar och som ej överlappar ordinarie förändringsmängd. A. 1989-07-07 B. 2001-07-07 C. Myrmaskerna från terrängkartan, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr.

9.1.1.2 Skogklädd myr

Tabell 19 visar en sammanställning av förändringsresultatet för skogklädd myr inom orange scenpar. Arealen förändrad skogsmyr har beräknats för de tre olika höjdintervallen inom scenparet, dels som total förändring, dels uppdelad på igenväxning respektive hygge/utglesning. För varje höjdintervall anges också total areal analyserad myr, vilket inte är detsamma som total areal skogklädd myr då vissa områden maskats bort p g a moln eller molnskuggor. Slutligen redovisas också förändringarnas storlek fördelat på några storleksklasser.

Enligt analysen har totalt 2503 ha skogsmyr förändrats mellan 1986 och 2001 varav merparten utgörs av myrar som växt igen (2077 ha). En mindre del av förändrad areal (456 ha) har glesats ut eller huggits ner. Figur 58 visar total förändrad areal skogsmyr inom de tre höjdintervallen samt fördelningen av denna på igenväxning respektive utglesning/hygge. Om förändringarna relateras till analyserad areal har 4.0 %, 3.8 % respektive 3.3 % av skogsmyrarna förändrats inom intervallen 0-200, 200-500 respektive 500-800 m.ö.h. Figur 59 visar förändringarnas fördelning på några storleksklasser.

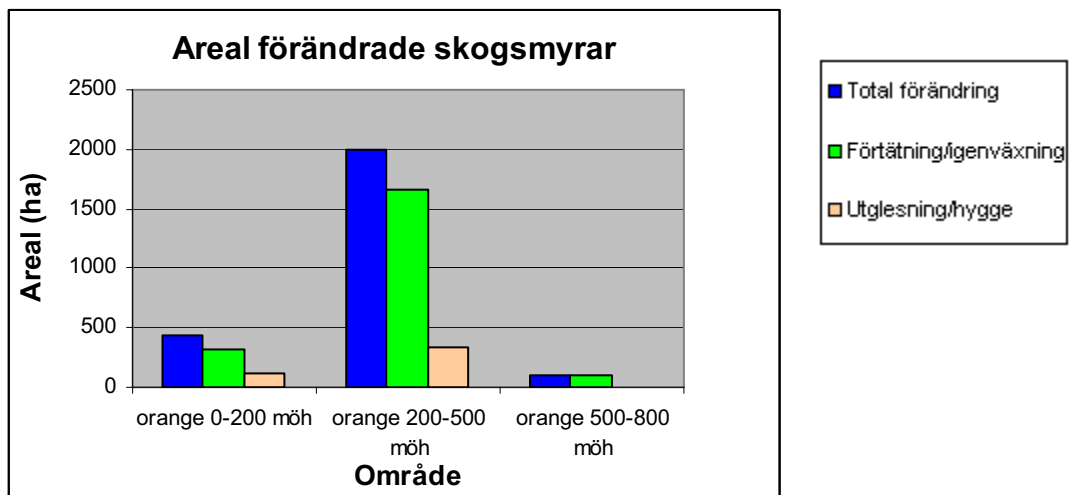
Viktigt att minnas vid tolkningen av dessa siffror är att analysen baseras på terrängkartans avgränsning av skogsmyr. Som tidigare påpekats (avsnitt 2.2.3.2) finns en del påtagliga skillnader i tolkningen/avgränsningen av skogsmyr mellan de olika kartbladen, särskilt i norra delarna av länen (se figur 3).

Figur 60-63 ger exempel på igenväxning respektive utglesning/hygge som detekterats inom orange scenpar. Ca 18 % av myrytorna som växt igen är större än 1 ha, medan flertalet ytor som fallit ut som utglesning/hygge genomgående är ganska små och huvudsakligen tycks ligga i anslutning till hyggen (figur 62). De största ”hyggen” som hittats ligger inom höjdintervallet 0-200 m.ö.h. och utgörs av torvtäkt där man utvidgat verksamheten. Inom det högsta höjdintervallet, 500-800 m.ö.h., är det troligt att flera av förändringarna orsakats av fenologiska skillnader mellan registreringarna (11 juni 1986 respektive 15 augusti 2001) som blir påtagliga i och med den höga höjden (figur 63).

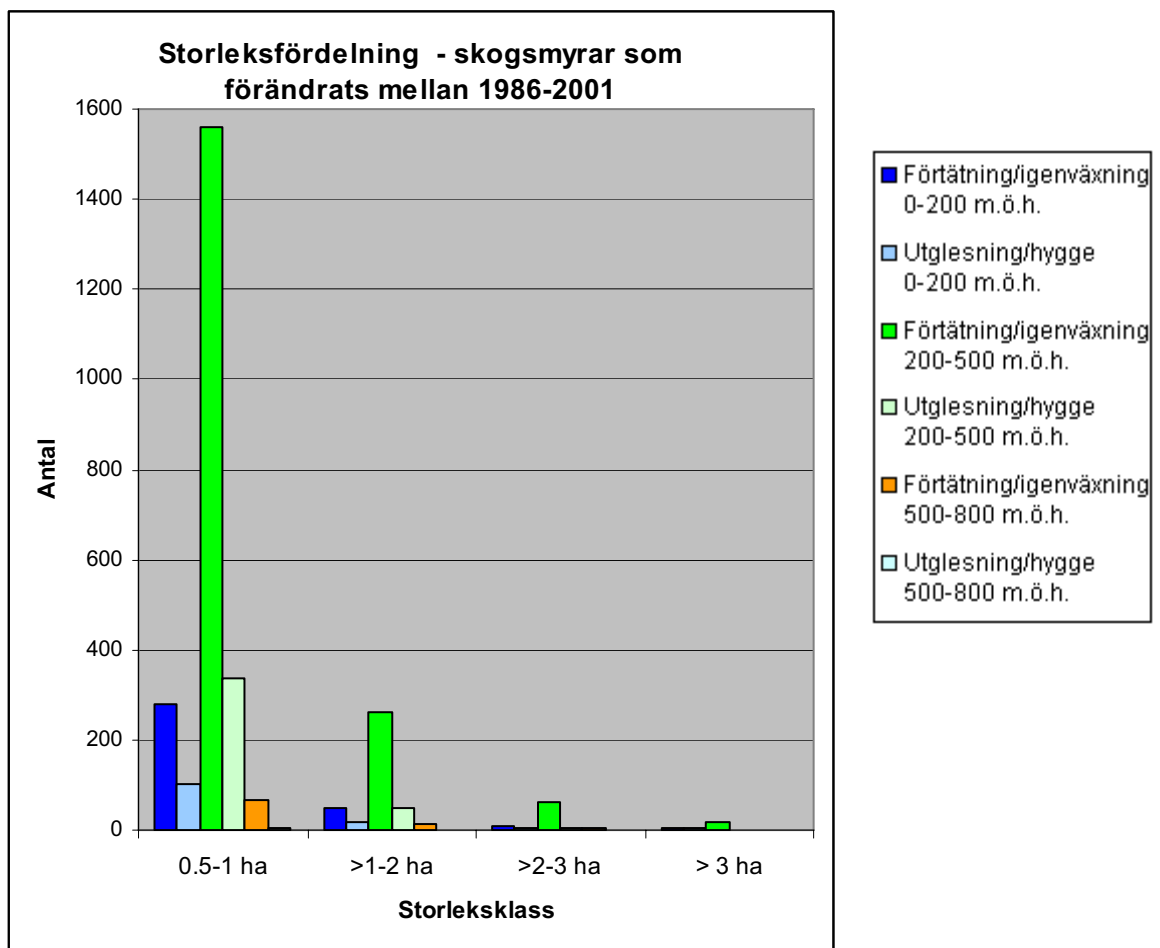
Tabell 19. Sammanställning av förändringar som fallit ut inom skogklädd myr inom orange scenpar.

Scenpar/ förändringsriktning	Areal förändrad myr (ha)	Total areal analyserad myr	Totalt antal ytor	Antal ytor 0.5-1 ha	Antal ytor 1-2 ha	Antal ytor 2-3 ha	Antal ytor > 3 ha
Orange 0-200 m m.ö.h.	434	10 799	481	400	72	6	3
-förtätning/igenväxning	312		341 (386)*	281	50	7	3
-utglesning/hygge	122		127(176)*	104	17	3	3
Orange 200-500 m m.ö.h.	1989	51 851	2 348	1941	317	74	16
-förtätning/igenväxning	1667		1902 (2012)*	1562	260	64	16
-utglesning/hygge	332		391 (556)*	338	47	6	-
Orange 500-800 m m.ö.h.	100	3008	93	73	13	6	1
-förtätning/igenväxning	98		86 (90)*	67	12	6	1
-utglesning/hygge	2	-	3 (12)*	3	-	-	-
Total förändring	2523	65 658	2922	2414	402	86	20
-total förtätning/igenväxning	2077		2329 (2488)*	1910	322	77	20
-total utglesning/hygge	456		521 (744)*	445	57	9	3

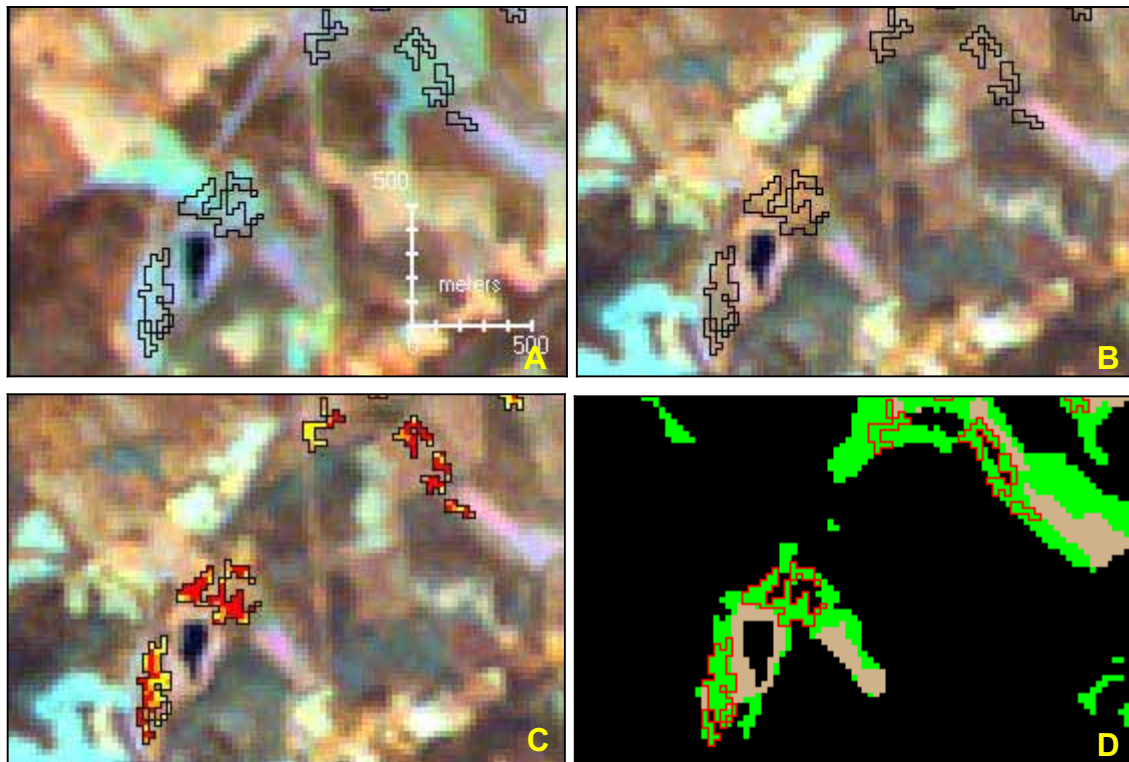
* Siffran inom parentes anger totala antalet ytor, inkl ytor < 0.5 ha, som utgör mindre ytor hygge i anslutning till igenväxning eller vice versa.



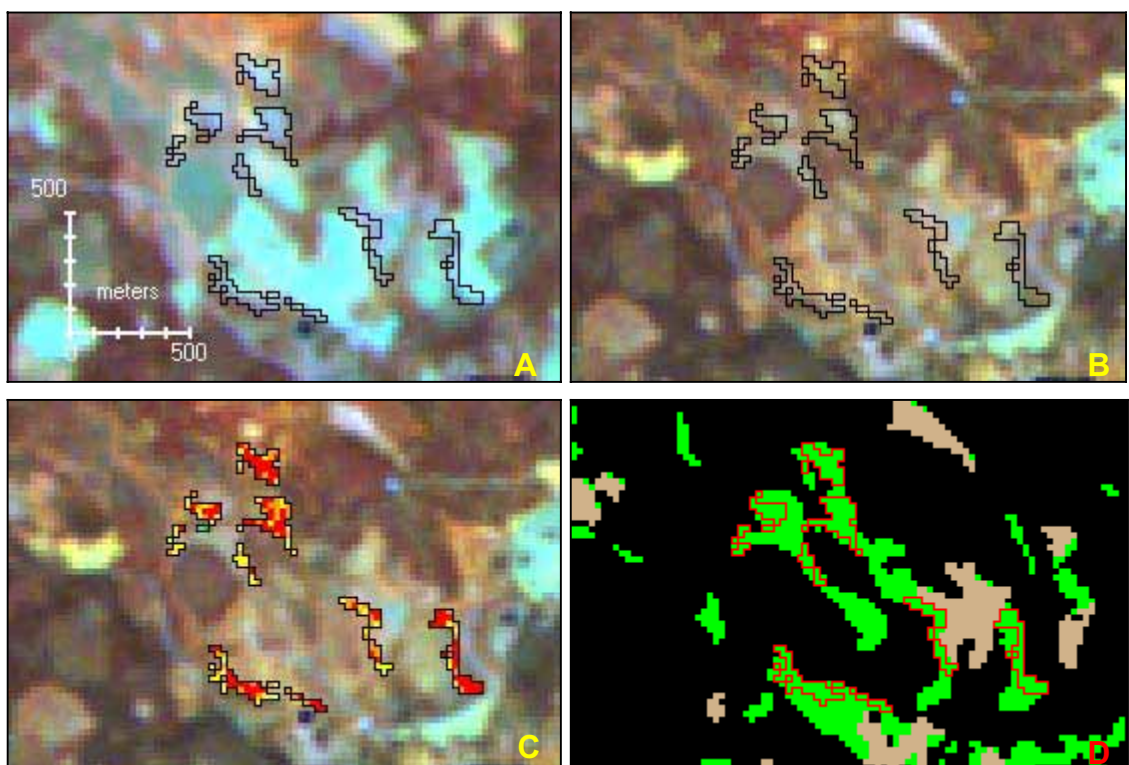
Figur 58. Areal förändrad skogsmyr fördelad på höjdintervall inom orange scenpar.



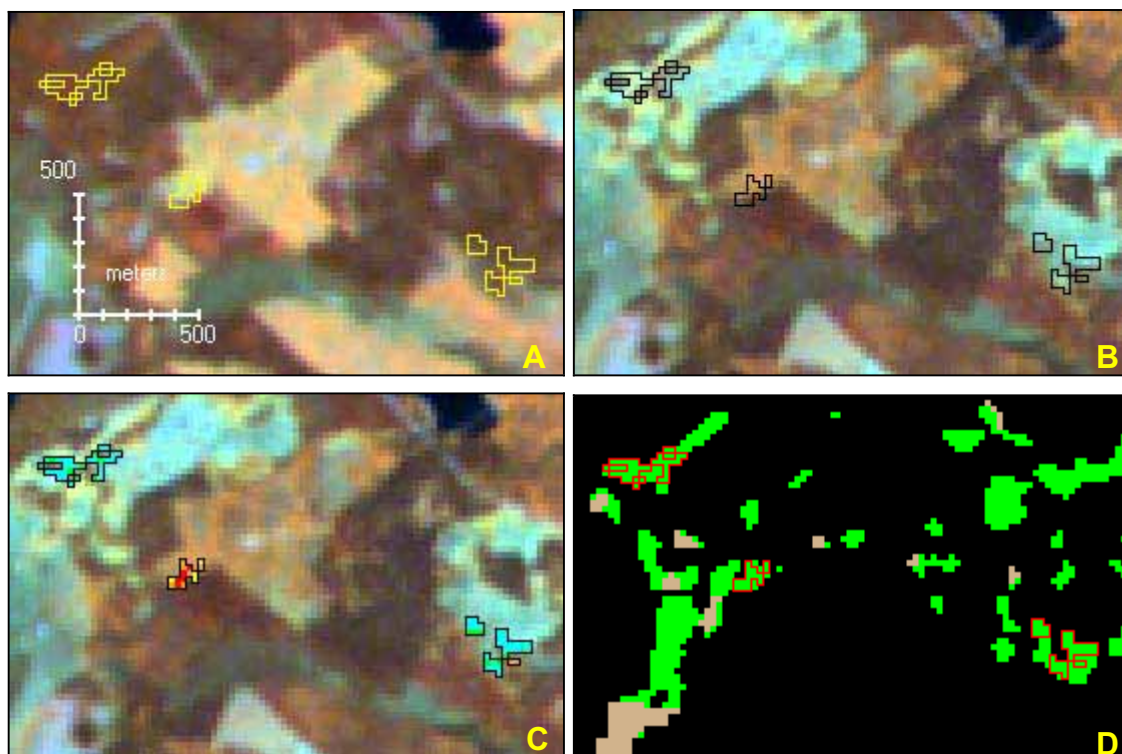
Figur 59. Storleksfördelning för förändrade skogsmyr fördelade på höjdintervall och storleksklasser inom orange scenpar.



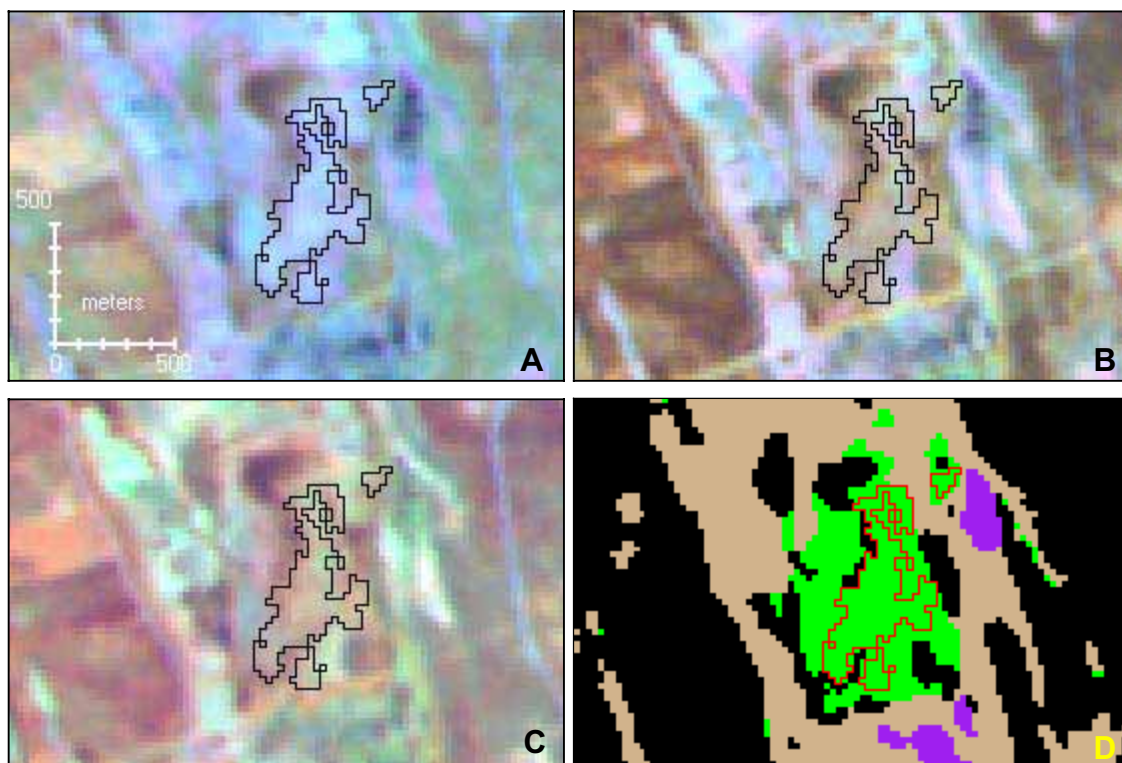
Figur 60. Exempel på förtätning/igenväxning inom skogsmyrar i orange scenpar 200-500 m.ö.h.. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. Igenväxning i tre klasser (gult-orange-rött = ökande styrka i förändringen). D. Myrmasker från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr.



Figur 61. Exempel på förtätning/igenväxning inom skogsmyrar i orange scenpar, 200-500 m.ö.h. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. Igenväxning i tre klasser (gult-orange-rött = ökande styrka i förändringen). D. Myrmasker från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr.



Figur 62. Exempel på utglesning/hygge på skogsmyr i orange scenpar, 0-200 m.ö.h. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. Igenväxning i tre klasser (grönt, cyan = ökande styrka i förändringen). D. Myrmasker från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr.



Figur 63. Exempel på förtätning/igenväxning inom skogsmyrar i orange scenpar, 500-800 m.ö.h där utfallet troligtvis är orsakad av fenologiska skillnader mellan tidpunkterna. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 1987-07-23. D. Myrmasker från terrängkartan, grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr..

9.1.2 Utvärdering

Tabell 20 visar en sammanställning av hela utvärderingsresultatet för de tre förändringsriktningarna samt för kontrollerade referensytor inom öppen myr. Totalt har 127 ytor kontrollerats inom fyra områden i tre scenpar (orange, 200-500 m.ö.h, rosa samt blått scenpar). Av dessa har 91 ytor verifierats, 67 som reellt förändrade respektive 24 med ingen förändring (referensytor), vilket ger en total träffsäkerhet på 72 %. Träffsäkerheten i metoden skiljer sig dock rejält mellan de olika förändringsriktningarna. Detektering av ökad biomassa/igenväxning (3/2-kvot) har genomgående mycket hög träffsäkerhet, 91-100 % för kontrollerade delområden (tabell 21-23), medan träffsäkerheten vad gäller förändringar i bottenskikt/fältskikt varierar kraftigt mellan de olika scenparen och har visat sig vara betydligt mer känslig för variationer i fuktighet mellan åren. Detektering av ökad biomassa/igenväxning (4/3-kvot) har endast kontrollerats i ett fåtal ytor (8 st), men av dessa har 6 st verifierats som reella förändringar.

De förändrade ytor inom ”ökad biomassa/igenväxning, 3/2-kvot” som ej kunnat verifieras (3 st av 41) har utgjorts av två smala ytor där misspass mellan scenerna är en trolig förklaring till utfallet, respektive en myr dominerad av blååtlet och pors, där fenologiska skillnader mellan registreringstidpunkterna kan vara förklaringen. Figur 64 visar satellitbilderna som analysen baserats på samt markfoto på den senare myren. En satellitbild från 1985-09-12 visas också där man ser att myren ser lika frodig ut 1985 som 2001-08-15.

När det gäller förändringar inom bottenskikt/fältskikt har bäst resultat (72 %) erhållits inom orange scenpar (tabell 21), där också väderförhållandena varit tämligen jämförbara vad gäller blötan på myrarna. Jämförelsen inom rosa respektive blått scenpar är gjord mot scener registrerade 2001-07-05 respektive 2001-07-07, vilka vid analysen av väderförhållandena kunde konstateras vara registrerade efter extrem torka (tabell 22-23). Särskilt påtaglig var torkan i Hälsinglands kustland (se avsnitt 3.1.1). Det är också i detta område som sämst resultat (10 % verifierade förändringar) erhållits. Metoden har visserligen detekterat förändringar, myrar (företrädesvis magra mjukmattor) med extremt uttorkat bottenskikt, men i det här sammanhanget måste de kategoriseras som ”felaktigt” utfall (se bildexempel figur 54-52).

Tabell 20. Sammanställning av utvärderingsresultatet för alla kontrollerade ytor (område A-D).

	Ökad biomassa/igenväxning (3/2-kvot)	Ökad biomassa/igenväxning (4/3-kvot)	Förändrat bottenskikt/fältskikt	Referensytor (ingen förändr.)	Totalt
Kontrollerat	41	8	49	29	127
Verifierat	38	6	23	24	91
Korrekt	93 %	75 %	47 %	83 %	72 %

Tabell 21. Sammanställning av utvärderingsresultatet för kontrollerade ytor inom orange scenpar (område A och B).

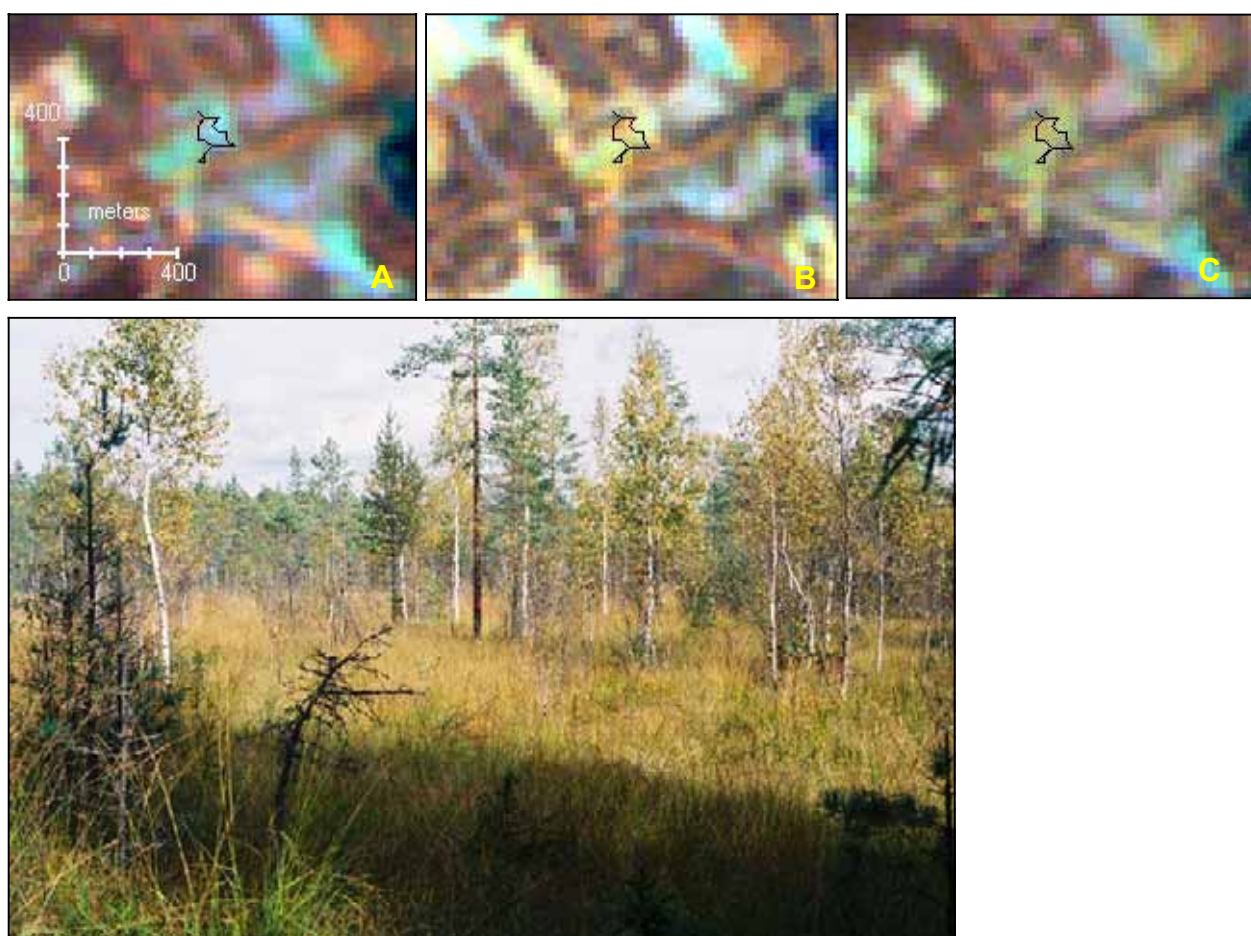
	Ökad biomassa/igenväxning (3/2-kvot)	Förändrat bottenskikt/fältskikt	Referensytor (ingen förändr.)	Totalt
Kontrollerat	32	25	18	75
Verifierat	29	18	16	63
Korrekt	91 %	72 %	89 %	84 %

Tabell 22. Sammanställning av utvärderingsresultatet för kontrollerade ytor inom rosa scenpar (område C).

	Ökad biomassa/igen- växning (3/2-kvot)	Förändrat botten- skikt/fältskikt	Referensytor (ingen förändr.)	Totalt
Kontrollerat	6	14	6	26
Verifierat	6	4	5	15
Korrekt	100 %	29 %	83 %	58 %

Tabell 23. Sammanställning av utvärderingsresultatet för kontrollerade ytor inom blått scenpar (område D).

	Ökad biomassa/igen- växning (3/2-kvot)	Ökad biomassa/igen- växning (4/3-kvot)	Förändrat botten- skikt/fältskikt	Referensytor (ingen förändr.)	Totalt
Kontrollerat	3	8	10	5	26
Verifierat	3	6	1	3	13
Korrekt	100 %	75 %	10 %	60 %	50 %



Figur 64. En av de tre ytorna inom "ökad biomassa/igenväxning 3/2-kvoten" som inte kunnat verifieras som förändrad vid utvärderingen. Orsaken är troligen att blåtåteln och porsen i fältskiktet inte var fullt utvecklade vid registreringsstillfället 1986-06-11 jämfört med den senare tidpunkten 2001-08-15. A. 1986-06-11 B. 2001-08-15 C. 1985-09-12 för jämförelse. D. Markfoto taget i september 2003 av Thomas Rafstedt.

9.2 Jönköpings län

9.2.1 Förändringsanalys

Totalt 11 042 ha öppen myr har analyserats inom kartbladen 6DSO/ 6ESV (tabell 24). Av dessa har 177 ha fallit ut som förändrad mellan 1985 och 2002, 144 ha myr har fått ökad biomassa/växt igen, 33 ha förändrat botten/fältskikt. I båda delmängderna utgörs majoriteten av förändringarna av ytor som har en storlek ≤ 1 ha.

Några bildexempel på förändringar som verifierats i området ges i figur 65-67.

Tabell 24. Sammanställning av förändringar som fallit ut inom kartbladen 6DSO/ 6ESV i Jönköpings län.

Förändringsriktning	Areal förändrad myr (ha)	Total areal analyserad myr (ha)	Totalt antal ytor	Antal ytor 0.5-1 ha	Antal ytor 1-2 ha	Antal ytor 2-3 ha	Antal ytor > 3 ha
Ökad biomassa/igenväxning	144		155	112	37	5	1
Förändrat botten/fältskikt	33		24	17	3	3	1
Totalt:	177	11042	179	129	40	8	2

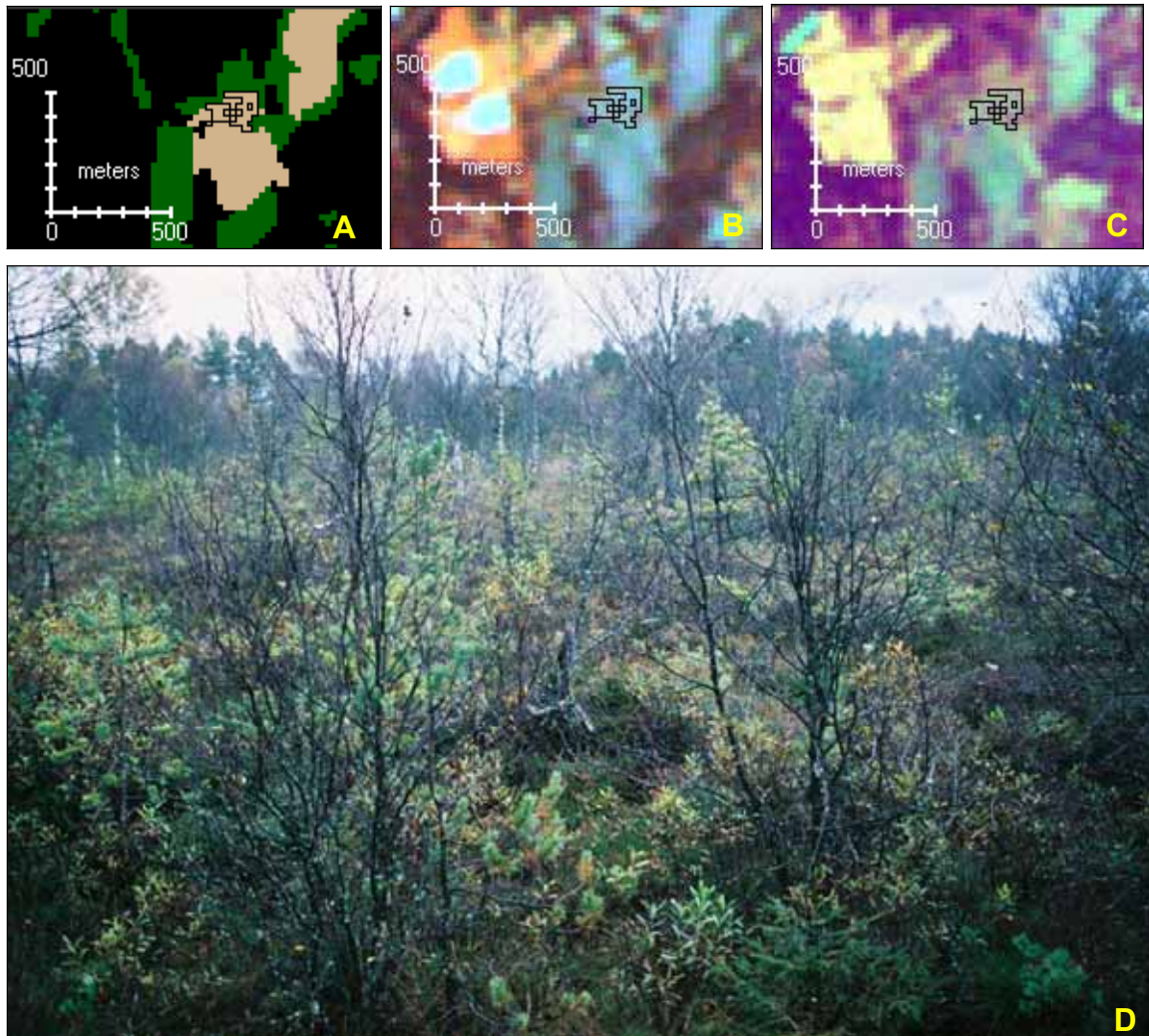
9.2.2 Utvärdering

Totalt har 35 ytor besökts i fält, inklusive fem referensytor (tabell 25). Resultatet skiljer sig något från det som erhållits i Dalarna och Gävleborgs län och i Norrbotten. Förändringsindikationerna inom delresultatet ökad biomassa/igenväxning har här lägre träffsäkerhet, 74 % jämfört med över 90 % för de andra områdena. Detta kan dock förklaras av den mycket tidiga äldsta scenen som är registrerad 1 juni. Alla förändringar inom delresultatet som ej kunnat verifieras utgörs antingen av blöta översvämningsskärr eller starrmyrar, eller av kärr dominerade av blåtåtel och pors. I båda fallen är inte vegetationen utvecklad tidigt i juni.

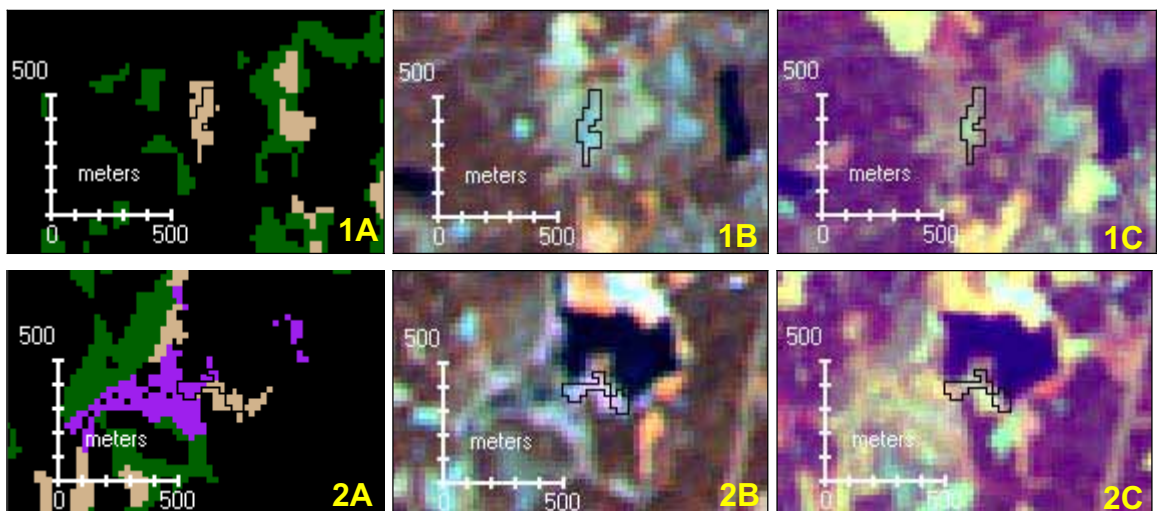
Endast tre ytor har kontrollerats inom delresultatet förändrat bottenskikt/fältskikt varav alla var utvidgningar av torvtäkt. Övriga indikationer var för små för att klara generaliseringen. Denna delmängd kan därför knappast anses utvärderad i området. Kalkade myrar, åtminstone vitmossdominerade sådana, har i Dalarna och Gävleborgs län, fallit ut inom detta delresultat. De myrar som kalkats i detta område har i stället fallit ut i delmängden ökad biomassa/igenväxning då kalkningen troligtvis haft en "gödslande" effekt på blåtåteln. Endast ett fåtal referensytor har kontrollerats, men trenden är likartad i Dalarna och Gävleborgs län, d v s att förändringar finns som ej detekteras med metoden.

Tabell 25. Sammanställning av utvärderingsresultatet för kontrollerade ytor inom kartbladen 6DSO/ 6ESV i Jönköpings län.

	Ökad biomassa/igenväxning (3/2)	Förändrat bottenskikt/fältskikt	Referensytor (ingen förändr.)	Totalt
Kontrollerat	27	3	5	35
Verifierat	20	3	3	26
Korrekt	74 %	100 %	60 %	74 %



Figur 65. Kraftigt dikad mosse som växer igen med löv- och barrträd. Exempel på förändring inom delmängden "ökad biomassa/igenväxning" inom kartbladet 6E SV A. Myrmasker från fastighets-kartan. grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr. B. 1985-06-01 C. 2002-07-10. D. Markfoto taget i oktober 2004 av Thomas Rafstedt.



Figur 66. Ytterligare exempel på igenväxning inom kartbladet 6E SV. 1. Dikat öppet kärr som idag inte längre är att betrakta som myrsmark. 2. Fastmattekärr som fått ett förtätat uppslag av 1 meters björka. A. Myrmasker från fastighets-kartan. grönt = skogklädd myr, beige = öppen brunmyr, öppen blåmyr. B. 1985-06-01 C. 2002-07-10. Markbilder visas i figur 67.



Figur 67. Markfoton på förändrade myrar. A. Dikat öppet kärr som idag inte längre är att betrakta som myrmark (yta 1 i figur 66). B. Fastmattekärr som fått ett förtätat uppslag av 1 meters björkar (yta 2 i figur 66). Foton: Thomas Rafstedt, oktober 2004.

9.3 Norrbottens län

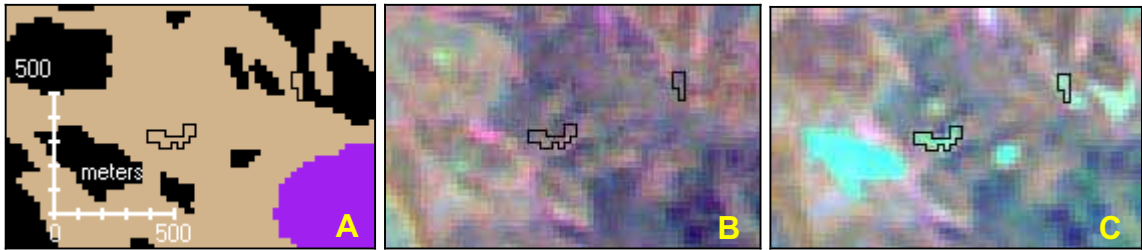
9.3.1 Förändringsanalys

Totalt 163 969 ha öppen myr har analyserats inom kartbladen 27M Korpilombolo/ 28M Pajala (tabell 26). Av dessa har 9103 ha fallit ut som förändrad mellan 1987 och 2000, 6673 ha myr har fått ökad biomassa/växt igen, 2574 ha förändrat botten/fältskikt. Ett mindre överlapp finns mellan delresultaten, motsvarande 144 ha (1.6 %), orsakat av ett överlapp mellan förändrat botten/fältskikt och ökad biomassa/igenväxning detekterad med 5/3-kvoten. Ett exempel på detta ges i figur 68.

Tabell 26. Sammanställning av förändringar som fallit ut inom kartbladen 27M Korpilombolo/ 28M Pajala i Norrbottens län.

Förändringsriktning	Areal förändrad myr (ha)	Total areal analyserad myr (ha)	Totalt antal ytor	Antal ytor 0.5-1 ha	Antal ytor 1-2 ha	Antal ytor 2-3 ha	Antal ytor > 3 ha
Ökad biomassa/igenväxning	6673		5093	3515	1024	261	293
Förändrat botten/fältskikt	2574		2274	1575	469	128	102
Totalt:	9103*	163969	7367	5090	1493	389	395

* Totala summan är lägre än ingående förändringsdelmängder p g a överlapp mellan dessa motsvarande 144 ha.



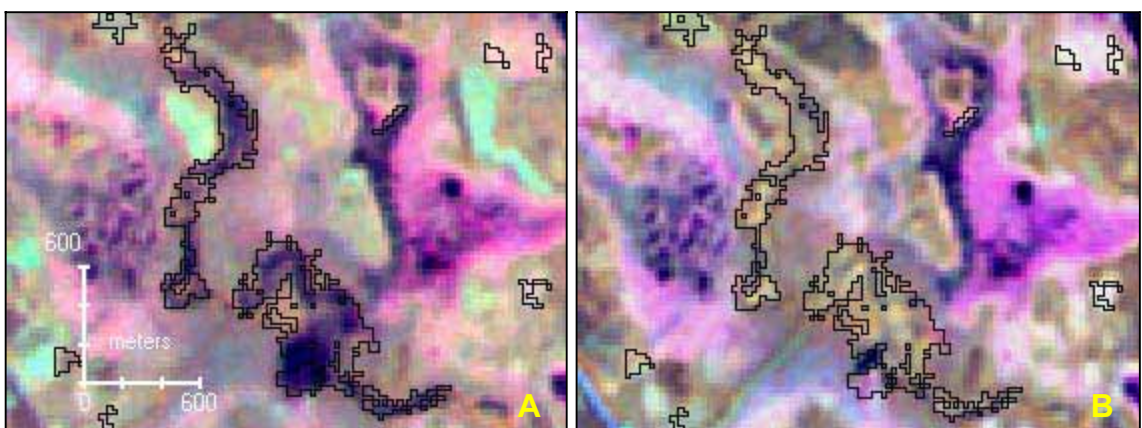
Figur 68. Exempel på ytor som detekterats som förändrade både med 4/5-kvoten (förändrat botten/fältskikt) och 5/3-kvoten (ökad biomassa/igenväxning). I detta fall ser det ut som trädklädd myr där trädskiktet huggits ner. A. Myrmasker från Vägkartan, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr. B. 1987-08-10 C. 2000-07-29.

Merparten av förändringarna är mindre än 1 ha, men även flera hundra ytor har detekterats som är större än 3 ha. Inom delmängden ökad biomassa/igenväxning finns t ex 27 ytor som är större än 10 ha och inom delmängden förändrat botten/fältskikt finns fyra ytor. De största förändringarna inom delmängden ökad biomassa/igenväxning utgörs av grunda sjöar eller mycket blöta kärr i anslutning till vattendrag som tycks ha växt igen under 13-årsperioden. Ett exempel ges i figur 69. De båda ingående scenerna har registrerats under hög-eftersommaren så vegetationen bör i båda fallen vara fullt utvecklad och därmed jämförbar. År 2000 var också blötare än 1987.

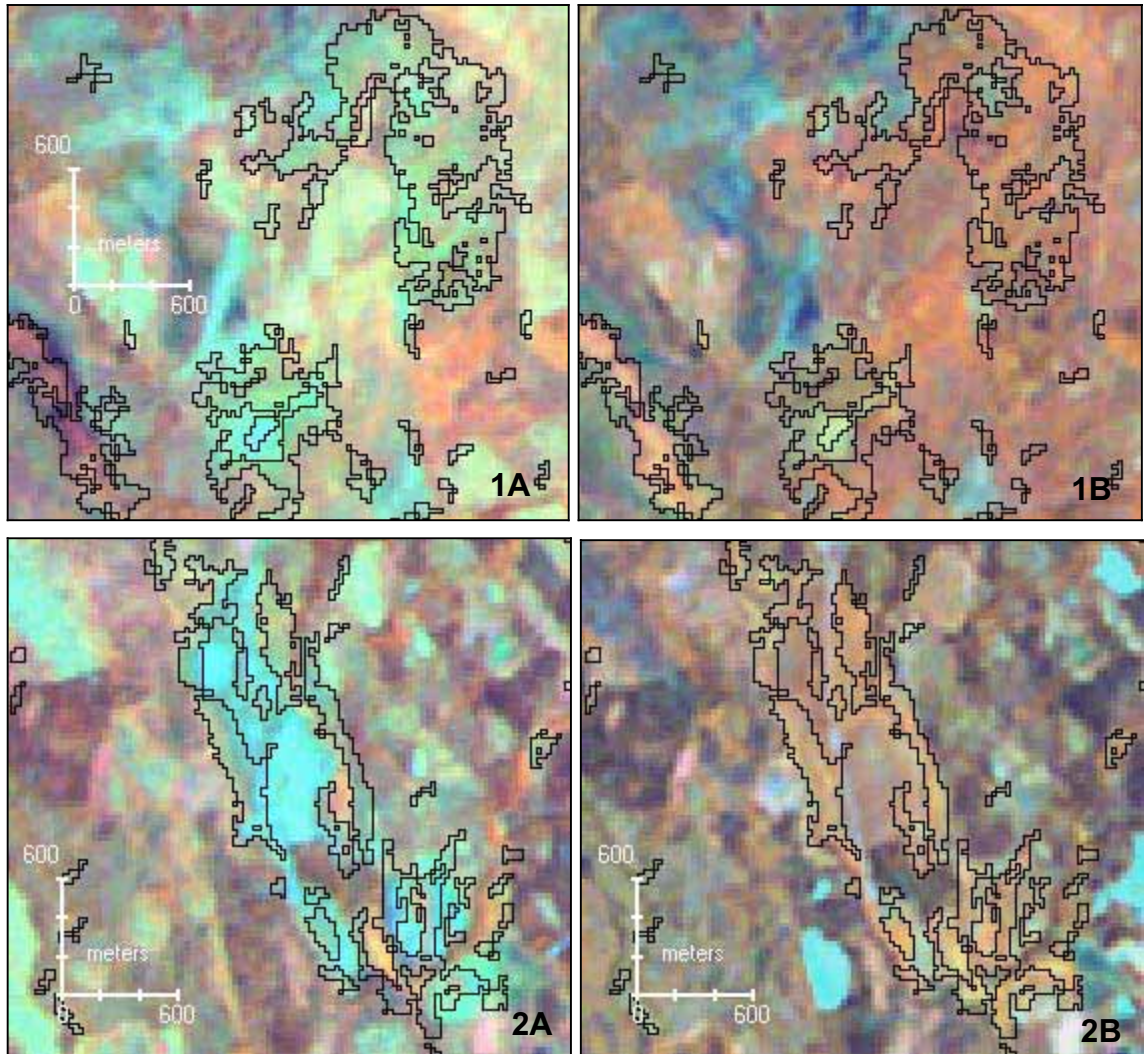
Även andra myrar finns inom delresultatet ökad biomassa/igenväxning som uppvisar arealsmässigt stora förändringar under tidsperioden. Merparten är troligtvis myrar som dikats och där trädskiktet kraftigt förtätats. Ett par exempel visas i figur 70.

Figur 71 visar ett exempel på arealsmässigt stora förändringar inom delresultatet förändrat botten/fältskikt. Även i detta fall är dikning en trolig orsak.

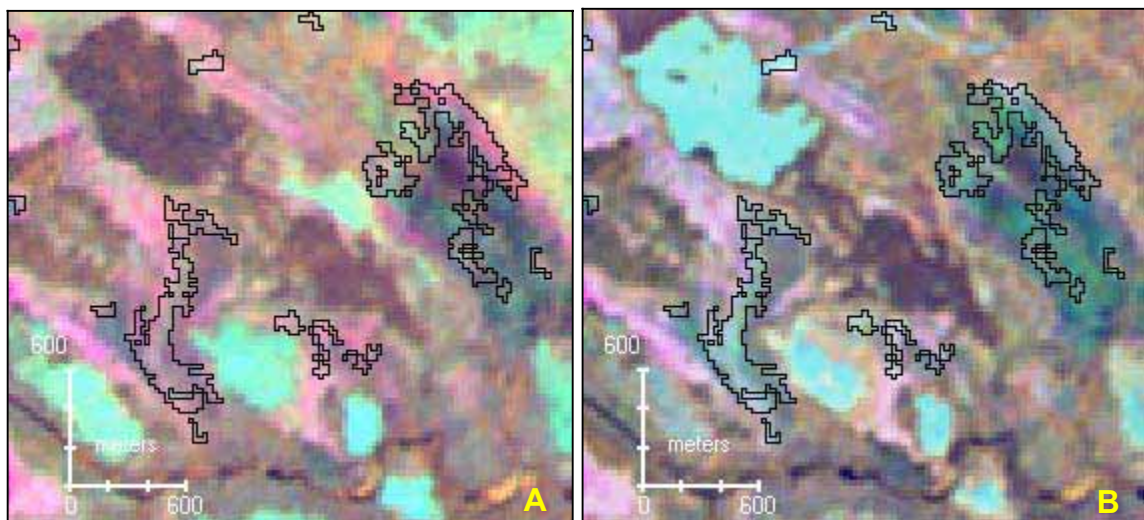
Figur 72-78 ger ytterligare några exempel på förändringar inom området. I dessa exempel har förändringarna verifierats genom fältbesök.



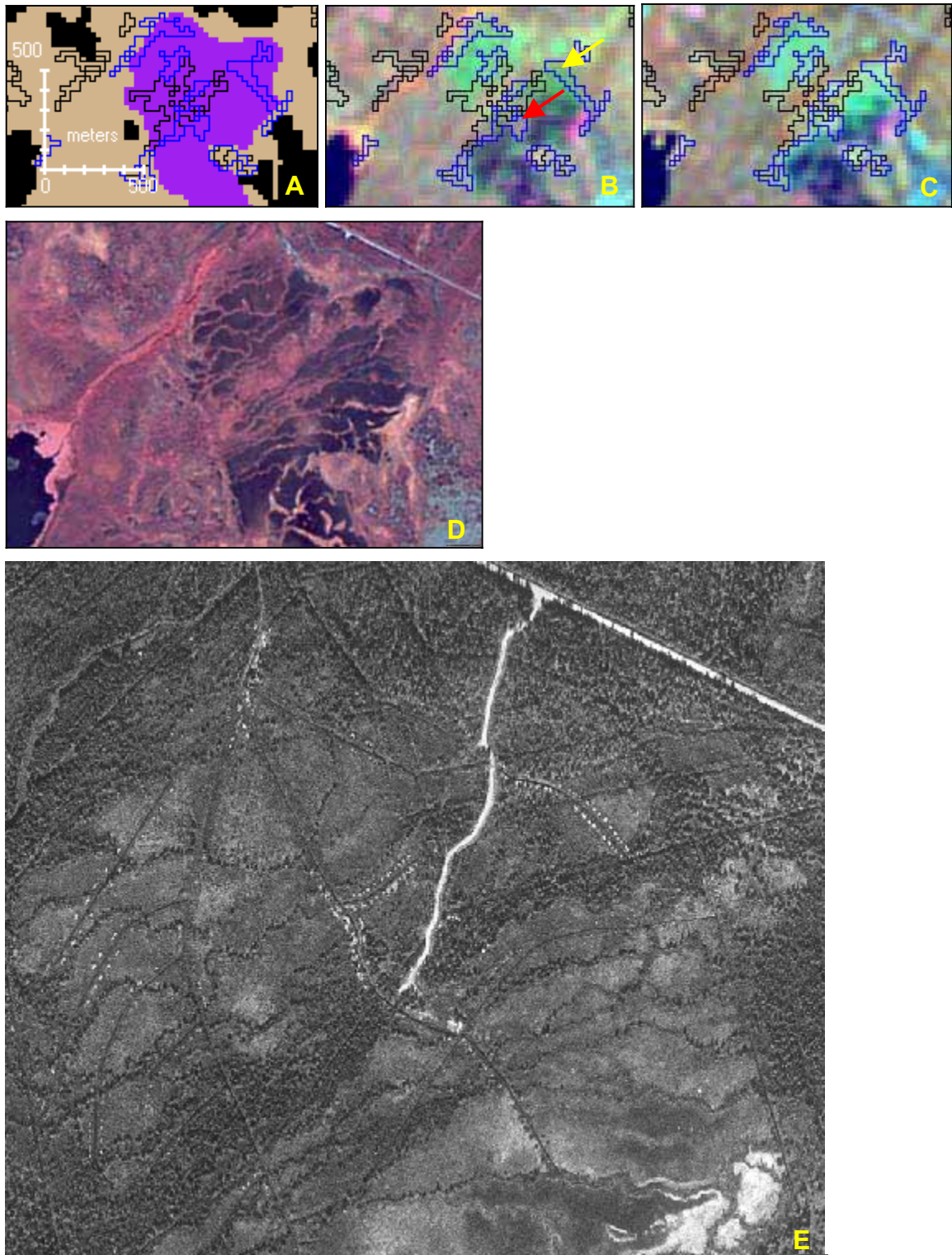
Figur 69. Blött kärr i anslutning till å som växt igen under 13-årsperioden. Totalt utgör förändringen närmare 50 ha. A. 1987-08-10. B. 2000-07-29.



Figur 70. Exempel på andra arealsmässigt stora förändringar inom delresultatet "ökad biomassa/igenväxning", i detta fall myrar som växt igen (dikade, se också figur 73) och fått ett kraftigt förtätat trädskikt under 13-års-perioden. Totalt berörs över 100 ha av ytorna i 1-exemplet (ytan längst ner till vänster undantagen som är ett igenväxande blött kärr) och drygt 70 ha i 2-exemplet. A. 1987-08-10. B. 2000-07-29.



Figur 71. Exempel på några arealsmässigt stora förändringar inom delmängden "förändrat botten/fältskikt". De större ytorna utgör tillsammans ca 34 ha. A. 1987-08-10. B. 2000-07-29.



Figur 72. Fd strängblandmyr med uppslag av tall och björk i flarkarna. Området är kraftigt dikat. Dikningen utförd för ca 10-15 år sedan. Del av VMI klass 1-objekt. A. Myrmasker från Vägkartan, beige = öppen brunmyr, lila = öppen blåmyr. svarta polygoner = ökad biomassa/igenväxning, blå polygoner = förändrat botten/fältskikt. B. 1987-08-10. C. 2000-07-29. D. IR-färgflygbild från 1979-07-16. E. Ortofoto från 1997. Gul pil visar plats för markbild i figur 73. Röd pil visar plats för markbilder i figur 74.



Figur 73. Uppptorkad och förändrad fd flark med uppslag av björk. Bilden är tagen vid gul pil i figur 72. Foto: Sture Westerberg, augusti 2004.

9.3.2 Utvärdering

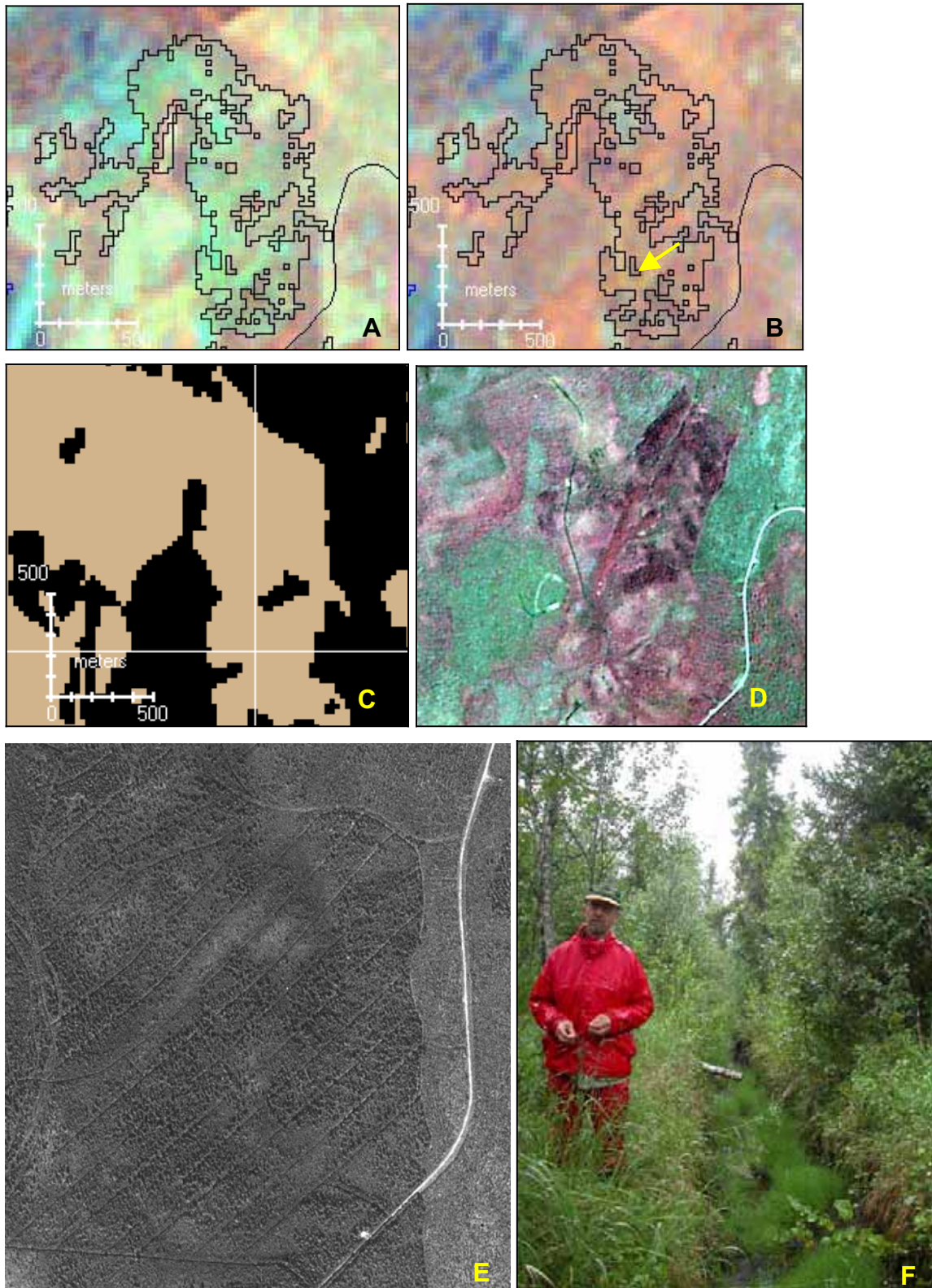
Totalt har 50 ytor besökts i fält, inklusive åtta referensytor (tabell 27). Resultatet överensstämmer väl med det som erhållits i Dalarna och Gävleborgs län. Förändringsindikationer inom delresultatet ökad biomassa/igenväxning har mycket hög träffsäkerhet, 95 %, medan indikationer inom delresultatet förändrat botten-skikt/fältskikt är behäftat med större osäkerhet. I detta fall har 64 % av förändringarna kunnat verifieras. Endast ett fåtal referensytor har kontrollerats, men trenden är likartad Dalarna och Gävleborgs län, förändringar finns som ej detekteras med metoden.

Tabell 27. Sammanställning av utvärderingsresultatet för kontrollerade ytor inom kartbladen 27M Korpilombolo/ 28M Pajala i Norrbottens län..

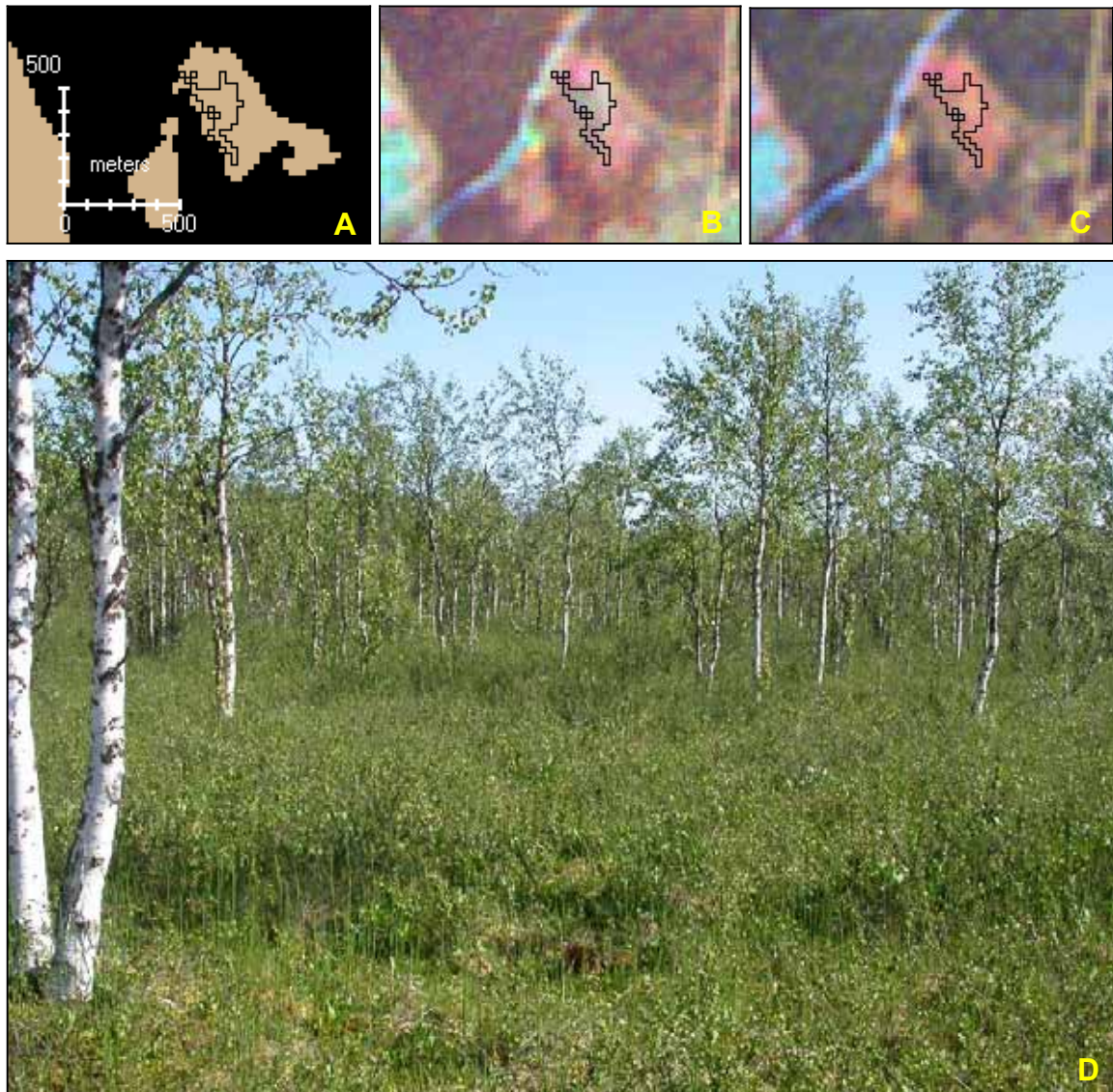
	Ökad biomassa/ igenväxning (3/2, 4/3, 5/3-kvot)	Förändrat botten- skikt/fältskikt	Referensytor (ingen förändr.)	Totalt
Kontrollerat	20	22	8	50
Verifierat	19	14	6	39
Korrekt	95 %	64 %	75 %	78 %



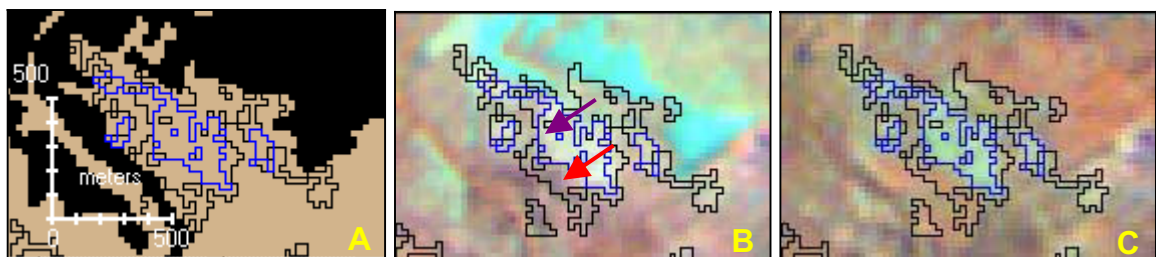
Figur 74. A. Stort dike och uppslag av björk. B. Upptorkad och förändrad fd mjukmatta med uppslag av björk och tall och med ett närmast ängsartat fältskikt med bl a gullris, mjölkört, ängsull och brunrör. I bottenskiktet björnvitmossa. Bilderna är tagna vid röd pil i figur 72. Foto: Sture Westerberg, augusti 2004.



Figur 75. Barrskogskärr som nu är starkt förbuskat och igenväxt med täta videsnår. Området är kraftigt dikat. Ej dikat i IR-färgflygbilden från 1979. A. 1987-08-10, svarta polygoner = ökad biomassa/igenväxning. B. 2000-07-29. C. Myrmasker från Vägkartan, beige = öppen brunmyr, hårkorset visar plats markfotot. D. IR-färgflygbild från 1979-07-16. E. Ortofoto från 1997. Gul pil visar plats för markfoto. F. Markbild. Foto: Sture Westerberg, augusti 2004.



Figur 76. Lövkärr som enligt IR-färgflygbilden ej är påverkad av dikningar. Två trädprover visar dock att ett yngre skikt av björkar kommit upp, d v s björkskiktet har förtätats. Myrmasker från Vägkartan, beige = öppen brunmyr.. B. 1987-08-10, svart polygon = ökad biomassa/igenväxning. C. 2000-07-29. D. Markbild. Foto: Sture Westerberg, augusti 2004.



Figur 77. Tallkärr som kraftigt förändrats p g a dikning. Myrmasker från Vägkartan, beige = öppen brunmyr. Svarta polygoner = ökad biomassa/igenväxning, blå polygoner = förändrat botten/fältskikt. B. 1987-08-10. C. 2000-07-29. Lila och röd pil visar plats för markfoton i figur 78.



Figur 78. Talkärr som kraftigt förändrats p g a diken. Korsande diken med ca 50 m mellanrum. A. Glest talkärr med 3-5 m höga tallar. Allmänt med 2 m höga småbjörkar. Foto vid lila pil i figur 77. B. Ett av diken. Kraftigt uppslag av tall, glasbjörk och ensataka granar. Foto vid röd pil i figur 77. Foton: Sture Westerberg, augusti 2004.

9.4 Sammanfattning

Förändringsanalys har genomförts över större delen av Dalarna och Gävleborgs län, samt över två topografiska kartblad i Jönköpings län och två storrutor i Norrbottens län. Olika myrtyper/myrregioner har omfattats av analysen så väl som scenpar registrerade vid olika tidpunkter och med varierande väder. I Dalarna och Gävleborgs län har analysen inkluderat satellitbilder registrerade vid både extremt torrt väder och vid extremt blöta förhållanden. Metodens robusthet vad gäller fenologi och väderförhållanden har därvid till viss del kunnat testas.

Två förändringsriktningar har producerats, ökad biomassa/igenväxning och förändrat bottenskikt/fältskikt. Ökad biomassa/igenväxning detekteras med 3/2-kvoten, alternativt också med 4/3-kvoten. I Norrbotten användes dessutom 5/3-kvoten. Förändringar i bottenskikt/fältskikt (kalkningseffekter, uttorkning p g a dikning, bottenskiktet skymms av förtätat starrskikt) detekteras med 4/5-kvoten.

Tabell 28 visar en sammanfattning av utvärderingsresultatet för de tre områdena. Observera att vissa delresultat (Dalarna och Gävleborgs län, rosa och blått scenpar samt Jönköpings län, förändrat bottenskikt/fältskikt) är baserat på ett begränsat antal ytor. Endast ett fåtal referensytor har kontrollerats i Jönköpings och Norrbottens län. Följande slutsatser kan dras:

- Detektering av ökad biomassa/igenväxning har genomgående mycket hög tillförlitlighet. Med några undantag är träffsäkerheten i indikerade förändringar över 90 %. Resultatet för 4/3-kvoten i blått scenpar (75 %) är baserat på relativt få punkter med en fenologiskt sett tidig äldsta scen. Den lägre träffsäkerheten i Jönköpings län (74 %) kan också förklaras med en fenologiskt sett mycket tidig äldsta satellitbild.
- Detektering av ökad biomassa/igenväxning är relativt okänslig för vädervariationer, men tidiga sommarregistreringar bör undvikas då vissa myrtyper ännu inte har fullt utvecklad biomassa tidigt på sommaren.

Tabell 28. Sammanställning av utvärderingsresultatet för Dalarna och Gävleborgs län, Jönköpings län och Norrbottens län.

	Ökad biomassa/ igenväxning	Förändrat botten- skikt/fältskikt	Referensytor (ingen förändr.)
Dalarna/Gävleborg – totalt	93 % (3/2-kvot) 75 % (4/3-kvot)*	47 %	83 %
Dalarna/Gävleborg – orange scenpar	91 % (3/2-kvot)	72 %	89 %
Dalarna/Gävleborg – rosa scenpar**	100 % (3/2-kvot)	29 %	83 %
Dalarna/Gävleborg – blått scenpar**	100 % (3/2-kvot) 75 % (4/3-kvot)	10 %	60 %
Jönköpings län	74 % (3/2-kvot)	100 %***	60 %**
Norrbottens län	95 % (3/2, 4/3, 5/3-kvot)	64 %	75 %**

* Baserat på endast åtta ytor

** Baserat på ett begränsat antal ytor (se tabell 22-23)

***Baserat på endast tre ytor

- Detektering av förändrat bottenskikt/fältskikt (kalkningseffekter, uttorkning p g a dikning, bottenskiktet skymms av förtätat starrskikt) är betydligt mera osäker. Resultatet för Dalarna /Gävleborgs län totalt är 47 % tillförlitlighet i indikerade förändringar och 64 % i Norrbotten. I Dalarna /Gävleborgs län är delresultatet för orange scenpar relativt bra, 72 %, men i övriga utvärderade scenpar är tillförlitligheten mycket låg p g a extremt torrt väder som har orsakat uttorkning av ytskiktet på *Sphagnum*-dominerade myrar. Tidiga sommarregistreringar bör också undvikas då vissa myrtyper (särskilt blöta myrar) ännu inte har fullt utvecklad biomassa tidigt på sommaren.
- Om delmängden förändrat bottenskikt/fältskikt ska produceras är kontroll av väderförhållandena mycket viktigt vid val av satellitbilder. Någon form av manuell editering behövs troligtvis också för vissa myrtyper. Tidiga sommarregistreringar bör undvikas då vissa myrtyper ännu inte har fullt utvecklad biomassa tidigt på sommaren.

10 ANVÄNDARUTVÄRDERING

10.1 Jemt Anna Eriksson, Länsstyrelsen i Dalarna & Olle Kellner, Länsstyrelsen i Gävleborgs län

Detta metodutvecklingsprojekt har gett oss insikt i att förändringar i form av igenväxning samt förändringar i bottenskikt går att följa med hjälp av förändringsstudier mellan satellitbilder från olika tidpunkter.

Säkerheten hos upptäckta förändringar är störst hos den förändringstyp som visar på att en igenväxning sker. Förändrat bottenskikt har lägre säkerhet. Upptäckta förändringar av denna typ har framför allt hänförts till skador uppkomna vid kalkning. Att ha ett uppföljningssystem som redovisar kalkningsskador är inte angeläget. Var kalkning utförs bör registerhållas och kontroller i fält kan då styras till dessa ytor. Slutsatsen av detta resonemang blir att metoden lämpligast används för att urskilja igenväxningstrender.

Igenväxning kan orsakas av flera faktorer:

- ökning av luftburna näringsämnen
- dränering
- upphörd hävd (slätter eller bete)

Deposition drabbar sällan selektivt, varför en ökad igenväxning orsakad av denna orsak kan vara svår att upptäcka med satellitmetoden. Inom en grupp av myrar som tolkats till att vara enhetlig är depositionens påverkan lika stor, varför ingen myryta vid uppföljning avviker från de övriga.

Däremot bör man med satellitmetoden kunna följa förändringar som beror av upphörd hävd eller fysiska ingrepp, t.ex. dikningar, dikesunderhåll, skogsbruk och vägbyggnation. Nya dikningsföretag är numera starkt begränsade men effekter av gamla diken kvarstår, liksom de som aktivt underhålls. I en preliminär granskning av materialet har vi funnit exempel både på våtmarksytor som förändrats på grund av gamla diken och sådana som förändrats på grund av upphörd hävd.

Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborg kommer nu att studera materialet närmare under det kommande året. Förutom att det ger en direkt indikation på omfattningen av igenväxningen av våtmarker tror vi att materialet kan användas som hjälpmedel för att utreda hur mycket olika typer av påverkan bidrar till igenväxningen. Vi planerar att under det kommande året göra stickprovsvisa fältbesök till våtmarker med indikation på igenväxning. Vid fältbesöken ska myrens vegetation beskrivas och jämföras med hur myrytan ter sig i gamla IRF-flygbilder. Hur omgivningarna till myren är beskaffad ska också dokumenteras. För detta ändamål har vi satellitbildstolkningar från 2001 som beskriver skogsmarken i fråga om trädålder, trädslagsblandning och förekomst av kala ytor.

Som utgångspunkt för denna studie kommer vi att använda Våtmarksinventeringen (VMI), som grupperar våtmarker efter påverkansgrad och myrtyp. Med denna indelning som grund kan våtmarkerna grupperas och att kunna följa förändringar inom dessa grupper ter sig som ett intressant miljöövervakningsprojekt. Den i denna rapport presenterade metoden ser lovande ut för att kunna fungera som en uppföljning av VMI. Metoden gör det möjligt för oss att beskriva hur t.ex. gamla diken påverkar såväl skyddsvärd våtmark som våtmark som redan är bedömd som exploaterad. Likaså kan vi följa om företag som vägbyggnationer och skogsbruk i närheten till våtmark ev. påverkar.

Först efter att nästa års studie genomförts är det möjligt att avgöra hur den presenterade metoden med satellitövervakning ska implementeras i den regionala miljöövervakningen av våtmarker.

10.2 Sture Westerberg, Länsstyrelsen i Norrbotten

Tyvär var det inte möjligt att klippa förändringsskikten mot VMI-skiktets klass 1 och 2-objekt för att se hur många av de förändrade ytorna som påverkade dessa objekt. Men uppenbarligen så finns det både små och stora förändringar i de flesta av objekten.

I det följande ges några allmänna kommentarer till de två producerad förändringsriktningarna samt några slutsatser vad gäller informationens användbarhet.

Ökad biomassa/igenväxning: Många av förändringarna visar att dikningar har gjorts, både gamla och relativt nya. Det finns även stora förändringsindikationer för sänkta sjöar, vilka uppvisar påverkan i varierande grad beroende av regn och avrinning. På de mindre ytorna har i regel inga synliga förändringar kunnat ses. Vissa av ytorna ligger, som vi såg i fält, på områden där skog har vuxit till, t ex björkkärr som har tendensen att förändras genom tiden. Förmodligen är dessa känsliga för vatten och kyla, samt snömängd. Träden dör lätt och knippbjörkar växer upp med en bredare krona. Vasikkavuoma slättermyr som besöktes i fält, har många förändringsytor, vilket kan förstås då här pågår slätter och röjningsarbeten.

Förändrat bottenskikt/fältskikt: Flera av förändringsytorna återfinns på områden där några direkta förändringar är svåra att bekräfta. Men flera sammanfaller eller ligger i anslutning till förändringsindikationer på ökad biomassa/igenväxning. Här spelar förmodligen blöthet/torrhet en stor roll mellan åren. Flera ytor hamnar även över sänkta sjöar. Men det finns också förändringsindikationer som ligger över dikade områden och som ej fallit ut som förändrade i den andra förändringsdelmängden, vilket innebär att dessa båda ger kompletterande information.

När det gäller att hitta dikade områden verkar metoden tillförlitlig. Men att enbart peka ut dikningar kanske är svårt. Dikningsverksamheten har ju minskat de senaste åren. Tydligt dikades det väldigt mycket under 80-talet.

Det finns inte så många Natura 2000 områden i Norrbotten i denna region som omfattar våtmark. De flesta utgörs av orörda skogsområden. Vasikkavuoma, Vänninänkka och Tervavuoma är några våtmarksområden som klassats som Natura 2000-områden.

Dikningar förekommer, vilket vi känner till, även på de högt klassade våtmarkerna. Då objekten är stora, har dikningarna inte dragit ner klassningen av objektens värde. Om dessa blir reservat så kan de restaureras. Söker man efter förändringar både inom och utanför skyddade områden, så är metoden användbar. Vi får ju en indikation på att något kan ha hänt. Nu får ju inte de skyddade områdena påverkas genom ingrepp. Hade vi haft tillgång till färskare bilder så hade dessa upptäckts.

Detta instrument hade varit fantastiskt att ha tillgång till när vi gjorde VMI.

11 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Inom genomfört projekt har en satellitbildsbaserad metod utvecklats för förändringsanalys på myrar. Genomförd pilotproduktion över Dalarna och Gävleborgs län med kompletterande analyser i Norrbotten och Västerbotten har visat att förändringsinformation för igenväxning/ökad biomassa kan produceras med mycket hög tillförlitlighet, samt att metoden är tillämpbar från söder till norr. De problem som funnits och skapat osäkerheter i resultatet har framför allt varit kopplade till för tidiga satellitbilda-registreringar och avvikande väder i form av extrem torka. Följande rekommendationer ges för operationell tillämpning:

- Satellitdata bör vara registrerade från ca 20 juni - 15 augusti, med optimal tidpunkt i juli. Tidpunkten är något beroende av var i Sverige tillämpning sker samt väder aktuellt år.
- Vid en tillämpning bör delmängden igenväxning/ökad biomassa (2/3-kvot kompletterad med 4/3-kvot, i Norrland också 5/3-kvot) prioriteras.
- Förändrat bottenskikt ger komplementär information (särskilt i Norrland). Om delmängden används bör kontroll av väder ske, så att framförallt scener med extrem torka undviks. Dessutom bör en manuell översyn/editering av förändringsinformationen göras och delmängden redovisas som ett som separat skikt.

12 HUR KAN FÖRÄNDRINGSINFORMATIONEN ANVÄNDAS AV LÄNSSTYRELSENA?

Jemt Anna Eriksson, Länsstyrelsen i Dalarna & Olle Kellner, Länsstyrelsen i Gävleborgs län

12.1 Introduktion

Under våren 2006 har Länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborgs län påbörjat en analys av förändringsinformationen för att demonstrera hur denna ska kunna användas av Länsstyrelserna vid en nationell tillämpning av metoden. Några första resultat och erfarenheter presenteras nedan.

12.2 Utvärdering i x- & w-län av våtmarksförändringsstudien

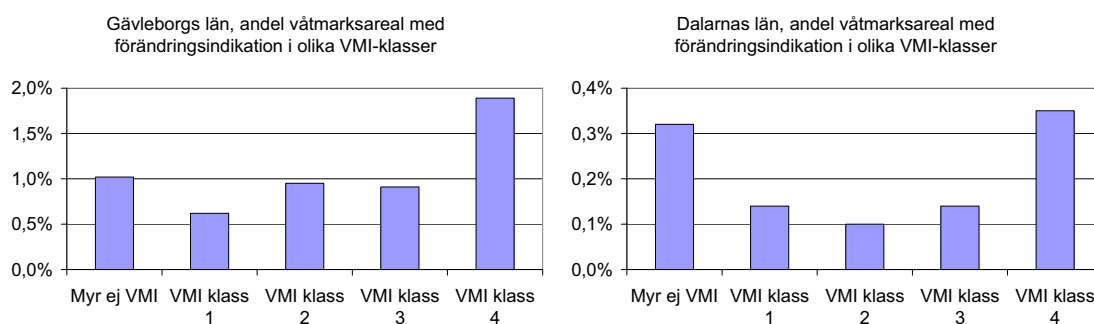
En GIS-bearbetning har utförts där förändringsindikationerna jämförts med tidigare kunskap om våtmarkerna, från Våtmarksinventeringen (VMI) som utfördes under slutet av 1980- och början på 1990-talet. Frågeställningarna i GIS-analysen var följande:

- Ren deskriptiv statistik: Hur många av de högst klassade objekten har förändringsindikation? Hur stor arealandel? Jämförelse med lägre klassade objekt.
- Har små (ej VMI-inventerade) våtmarker större (areal-) andel förändringsindikation än stora? I så fall hur mycket större?
- Har tidigare dikningspåverkade (enligt VMI) våtmarker större (areal-) andel förändringsindikation än opåverkade? (Ev följdfråga: Hur ser i så fall sambandet ut? Kan man se förändringsindikation även i svagt påverkade objekt?)
- Har våtmarker med annan påverkan än dikning större (areal-) andel förändringsindikation än opåverkade?

12.2.1 Resultat

1. Pågående förändring/igenväxning i flera högt klassade våtmarker

Vi har fått veta att det i flera av våra högst klassade våtmarker sker en pågående förändring/igenväxning i delar av objekten (figur 79). Förändringen är dock mindre än i lågt klassade våtmarker och våtmarker som inte är inventerade i VMI (våtmarker mindre än 50 ha).



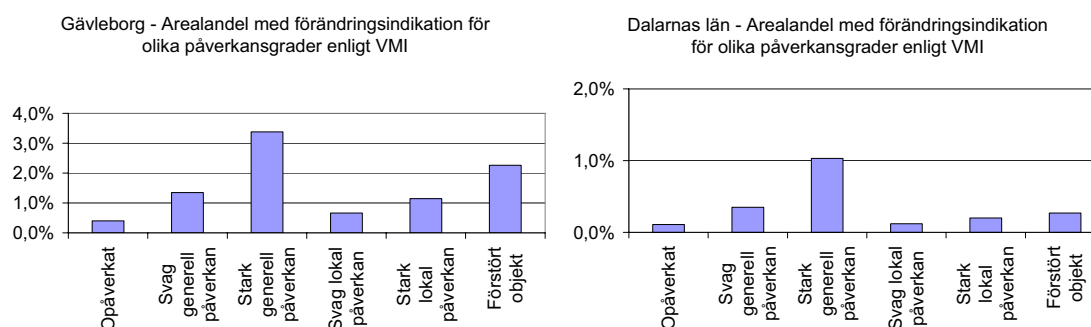
Figur 79. Diagram över förändringsindikation i olika naturvärdesklasser i Våtmarksinventeringen, VMI.

2. Större förändring i små våtmarker än i stora

Vi har fått reda på att förändringen är större i de små våtmarkerna som ej inventerades i VMI jämfört med stora våtmarker (se figur 79). Resultatet antyder att problemet med våtmarksförluster i landskapet är större än man skulle tro om man bara följer upp våtmarkerna i VMI.

3. Stor del av förändringsindikationerna går att härleda till känd påverkan

Vi har fått en uppfattning om att en stor del av förändringsindikationerna går att härleda till påverkan som var känd redan i våtmarksinventeringen (figur 80).



Figur 80. Diagram över förändringsindikation i olika påverkansklasser i Våtmarksinventeringen, VMI.

12.2.2 Fortsatt analys

Under fältsäsongen 2006 kommer våtmarker där förändring är indikerad att studeras i fält. Bedömning görs om verklig vegetationsförändring ägt rum. Som stöd för bedömningen används gamla IRF-flygfotografier. Bedömning görs av trolig orsak till vegetationsförändringen. Som stöd finns kartunderlag med skogsvägar, diken och hyggen med ungefärliga årtal för tillkomst.

REFERENSER

Boresjö Bronge, L., 2002: *Satellitdata för övervakning av våtmarker. Statusrapport.* SwedPower, 74 s.

Boresjö Bronge, L., och 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.

ERDAS, 2003: ERDAS Field Guide, seventh Edition. On-line version, Erdas Imagine 8.7.

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

Naturvårdsverket, 1994: *Myrskyddsplan för Sverige.* Naturvårdsverkets förlag, 416 p.

SMHI, 1985: *Väder och vatten.* Nr 6-8, 1985.

SMHI, 1986: *Väder och vatten.* Nr 6-9, 1986.

SMHI, 1987: *Väder och vatten.* Nr 6-9, 1987.

SMHI, 1989: *Väder och vatten.* Nr 6-9, 1989.

SMHI, 2000: *Väder och vatten.* Nr 6-9, 2000.

SMHI, 2001: *Väder och vatten.* Nr 6-9, 2001.

SMHI, 2002: *Väder och vatten.* Nr 6-8, 2002.

SMHI, 2003: *Väder och vatten.* Nr 7-12, 2003.



Länstyrelserna

Gävleborg
Dalarna

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

Länstyreslen Gävleborg
Rapport 2006:36
ISSN: 0284-5954
801 70 Gävle
Tel: 026-17 10 00
www.x.lst.se

Länstyrelsen Dalarna
Rapport 2006:38
ISSN: 1403-3127
791 84 Falun
Tel: 023-810 00
www.w.lst.se