

# Satellitbaserad övervakning av våtmarker

Nationell slutrapport första omdrevet

RAPPORT 6950 • FEBRUARI 2021



# Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Nationell slutrapport första omdrevet

Författare Niklas Hahn<sup>1</sup>, Kjell Wester<sup>1</sup> och Urban Gunnarsson<sup>2</sup>

1. Brockmann Geomatics Sweden AB
2. Länsstyrelsen i Dalarnas län

### **Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

### **Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6950-6

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2021

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2021

Omslag: Omslag, vänster bild, ovan: Fältkalibrering, Hörlinge ängar, Skåne.

Foto: Monika Puch, 2016, Länsstyrelsen Skåne.

Omslag, vänster bild, nedan: Dikning, Kånkmyran, Västernorrland.

Foto: Jonas Salmonsson, 2012, Länsstyrelsen Västernorrland.

Omslag, höger bild: Heråmadens naturreservat, Västra Götaland.

Foto: Niklas Hahn, 2015, Brockmann Geomatics.





# Förord

Våtmarker är viktiga i landskapet eftersom de ger många ekosystemtjänster, samtidigt som de är livsmiljö för många hotade växter och djur.

Programområdet Våtmark är ett av Sveriges nationella miljöövervakningsprogram och syftar till att långsiktigt följa utvecklingen av våtmarkernas tillstånd, både vad gäller hydrologisk orördhet och förutsättningar för biologisk mångfald. Utgångspunkten för miljöövervakningen är bland annat de nationella miljömålen och Sveriges åtaganden om rapportering inom internationella direktiv och konventioner. Sedan 2007 ingår den satellitbaserade övervakning av våtmarker i programområde Våtmark. Under tio år har Naturvårdsverket undersökt våtmarkernas tillstånd genom att inventera alla öppna myrar nedan fjällen. År 2017 avslutades det första nationella inventeringsvarvet i Sverige.

Inventeringmetodiken som använts har på uppdrag av Naturvårdsverket tagits fram av Brockmann Geomatics Sweden AB. Utvecklingen av metodiken har skett i samarbete med länsstyrelserna, Rymdstyrelsen och Naturvårdsverket. Efter ett omfattande utvecklingsarbete med tester, konsultationer och utvärderingar har metodiken utvecklats till ett satellitbaserat övervakningsprogram för Sveriges våtmarker.

Inventeringarna inleddes med Norrbottens län och fortsatte successivt områdesvis söderut. Separata rapporter togs fram för de olika delinventeringarna. I föreliggande rapport samlas resultaten från alla delinventeringsrapporter till en nationell rapport och här presenteras de viktigaste nationella resultaten. Rapporten är den största samlade våtmarksanalysen som gjorts i Sverige sedan sammanställningen av Våtmarksinventeringen 2009.

Författarna till rapporten svarar ensamma för innehåll och slutsatser.

Stockholm 16 februari 2021

Susann Östergård  
Enhetschef, Naturanalysenheten

# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	<b>3</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>6</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>8</b>
<b>1 INLEDNING</b>	<b>10</b>
1.1 Syfte	12
<b>2 METODIK OCH GENOMFÖRANDE</b>	<b>13</b>
2.1 Förarbete och preparering	13
2.1.1 Val av satellitscener	14
2.1.2 Scenpar	15
2.1.3 Väderanalys	16
2.1.4 Undersökningsområde	16
2.2 Basklassning	18
2.3 Förändringsanalys	19
2.3.1 Stratifiering utifrån myrtypsregioner	19
2.3.2 Förändringsanalysens metodik	21
2.3.3 Generalisering av delresultat	22
2.3.4 Förändringsklassning	22
2.4 Utvärdering	23
2.4.1 Utvärderingsområden och utvärderingsytor	23
2.4.2 Flygbildstolkning och fältkontroll inom utvärderingen	24
<b>3 RESULTAT</b>	<b>27</b>
3.1 Nationell och länsvis resultatsammanställning	27
3.2 Utvärdering	28
3.2.1 Bedömning av myrmasken	29
3.2.2 Överensstämmelse för FI-ytorna	30
3.2.3 Överensstämmelse för referensytorna	34
3.2.4 Ingrepp/orsak	35
3.3 Förändringskartor	43
3.3.1 Förändringskartor för olika områdes- och regionsindelningar	43
3.3.2 Förändringar i kantzon till jordbruksmark	45
3.3.3 Förändringar i limnogen våtmarker	47

<b>4</b>	<b>JÄMFÖRELSE MED VMI</b>	<b>50</b>
4.1	Definition av våtmark och myr i VMI	50
4.2	Vad gjordes inom VMI?	52
4.3	Undersökningsområden och tidpunkter	54
4.4	Jämförelse och resultat	56
4.4.1	VMI:s arealgränser - Jämförelseanalys	56
4.4.2	VMI:s våtmarkstyper - Jämförelseanalys	59
4.4.3	VMI:s naturvärdesklasser - Jämförelseanalys	61
4.4.4	VMI:s påverkansgrader - Jämförelseanalys	64
4.4.5	VMI:s ingreppstyper - Jämförelseanalys	67
<b>5</b>	<b>DISKUSSION OCH SLUTSATSER</b>	<b>71</b>
5.1	Troliga orsaker bakom förändringarna	72
5.2	Användningsområden	73
<b>6</b>	<b>KÄLLFÖRTECKNING</b>	<b>75</b>

# Sammanfattning

Under perioden 2007-2017 utfördes "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" i hela Sverige inom ramen för den nationella miljöövervakningen. Den satellitbaserade övervakningen är utformad för att upptäcka markanvändningsrelaterade förändringar i öppna myrar i form av ökad biomassa/igenväxning. Till förändringsanalysen för en tidsperiod används två set av satellitdata, ett från en äldre tidpunkt och ett från en senare tidpunkt. I norra Sverige analyserades tidsperioden 1990-2000 och i södra Sverige analyserades tidsperioden 1999-2009.

Undersökningsområdet, den öppna myren nedan fjällen, omfattar totalt ca 3 650 000 ha vilket motsvarar ca 8 % av Sveriges totala landyta. Ca 90 % av den öppna myren nedan fjällen har analyserats (resterande 10 % hade molnförekomst i satellitbild).

Förändrade områden delas in i två förändringsklasser som indikerar ökad biomassa/igenväxning; säker förändringsindikation och potentiell förändringsindikation med en minsta karteringsenhet på 0,5 ha. Förändringsklasserna ger en direkt indikation på styrkan och omfattningen av förändringen. Av den analyserade öppna myren visade ca 25 000 ha (0,77 %) säker förändringsindikation och ca 21 000 ha (0,63 %) potentiell förändringsindikation.

Utvärderingen, som utfördes med hjälp av flygbildstolkning och fältbesök, visar att överensstämmelsen för de 929 slumpmässigt valda förändringsindikationsytorna ligger minst på 61 % och max på 87 %. Motsvarande överensstämmelse för de 281 slumpmässigt valda referensytorna ligger minst på 68 % och max på 87 %.

Inom en 500 meter buffertzoon kring de 929 förändringsindikationsytorna som utvärderats har alla ingrepp/orsaker dokumenterats. De ingreppstyper som bedömdes vara mest relevanta för respektive förändringsindikationsyta fördelade sig enligt följande: dikning (35 %), skogsavverkning (27 %), väg (9 %) och vattenreglering (9 %).

En viktig del i arbetet har varit att redovisa förändringsresultatet på ett relevant och överblickbart sätt som grund för vidare analys och jämförelser.

Förändringsklassningen redovisas därför även som förändringskartor: andel säker förändringsindikation per analyserad öppen myr för olika områdes- eller regionsindelningar. Exempel på intressanta områdesindelningar som redovisas är indexrutor 10 km och delavrinningsområden. Förändringskartorna kan användas av miljömålsansvariga myndigheter på nationell och regional nivå för uppföljning av tillståndet i våtmarkerna.

Förändringskartorna visar att områden i anslutning till jordbruksbygder relativt ofta har höga förändringsandelar. Tydliga exempel på områden med hög andel förändringsindikation finns i östra Mellansverige kring Dalälven, Hjälmaren och Bråviken, samt i Västsverige vid Vänern och Vänerslätterna.

I Norrlandslänen, inklusive Dalarna, finns stora områden med relativt liten andel förändring. Liten andel förändringsindikation har även våtmarkerna i Kronobergs, Blekinge och Gotlands län.

Den satellitbaserade våtmarksövervakningen togs bland annat fram för att kunna göra en uppföljning av utvecklingen i våtmarkerna efter det att den svenska våtmarksinventeringen (VMI) slutförts. Den riktigt stora nyttan uppstår då data från olika undersökningar och tidpunkter går att jämföra. I rapporten har ett flertal intressanta jämförelseanalyser kunnat genomföras baserade på den satellitbaserade våtmarksövervakningen och VMI-objekten. En jämförelseanalys visade att öppen myr med hög påverkansgrad enligt VMI också har hög förändringsandel enligt våtmarksövervakningen. Våtmarker som var starkt påverkade redan under VMI har en stark benägenhet att fortsatt förändras även en lång tid efter det att påverkan registrerades.

Resultat från våtmarksövervakningen har använts av olika myndigheter, t.ex. vid uppföljningen av miljömålen och som en del av arbetet med uppföljning av skyddade områden.

# Summary

The satellite-based monitoring of the Swedish wetlands was carried out throughout Sweden between 2007 and 2017 within the framework of the national environmental monitoring programme. The satellite-based wetland monitoring is designed to detect increased biomass/overgrowth related to land use in open mires. Input data for the change analysis consist of satellite data from two points in time. In the northern part of Sweden the time period 1990-2000 was analysed and in the southern part the analysed time period was 1999-2009.

The surveyed area consists of open mire below the Alpine zone and covers in total approximately 3 650 000 ha, which corresponds to approximately 8 % of Sweden's total land area. 90 % of the open mire below the Alpine zone has been analysed (the remaining 10 % was masked out because of by cloud cover in the satellite data).

Changed areas are divided into two classes representing increased biomass/overgrowth; strong indication of change and potential indication of change, with a minimum mapping unit of 0,5 ha. Approximately 25 000 ha (0,77 %) of the analysed open mire resulted in strong indication of change and approximately 21 000 ha (0,63 %) resulted in potential indication of change.

The evaluation, performed using aerial photo interpretation and combined with field control when needed, shows that the conformity of the 929 randomly selected change indication areas was between 61 % and 87 %. The corresponding conformity for the 281 randomly selected reference areas was between 68 % and 87 %.

All impacts within a 500 meter buffer zone surrounding the 929 randomly selected change indication areas were registered. Drainage was the most common impact type (35 %) followed by logging (27 %), roads (9 %) and water table regulations (9 %).

An important part of the monitoring work was to present the change classification results in a relevant and transparent way as a basis for further analysis and comparison. Hence, the change classification results are also presented as change maps showing the proportion of strong indication of change for different regional divisions. Examples of interesting regional divisions are 10 km squares and sub-catchment areas. The change maps can be used by authorities responsible for national and regional environmental objectives.

The change maps show that areas adjacent to agricultural districts have relatively high proportion of change. Clear examples of areas with high proportions of

change are located in east middle Sweden around 'Dalälven', 'Hjälmaren' and 'Bråviken', and in west Sweden around 'Vänern'.

Examples of areas with low proportion of change are located in the northern counties, including 'Dalarna', as well as in the counties of 'Kronoberg', 'Blekinge' and 'Gotland'.

The satellite-based wetland monitoring was developed to complement the Swedish Wetland Survey (VMI). Really great benefits arise when data from different surveys and time periods can be compared. In this report several interesting comparative analyses have been made based on the satellite-based wetland monitoring and the VMI-sites. One comparison analysis showed that open mire with high degree of impact according to VMI also has high proportion of change according to the results from the wetland monitoring programme. Wetlands that were already heavily affected during the VMI work period show a strong tendency to continue to change a long time after that the impact was registered.

The results from the wetland monitoring have been used by different authorities, e.g. follow-up of national and regional environmental objectives or when monitoring status of protected areas.

# 1 Inledning

Sverige är rikt på våtmarker och är en av världens till ytan rikaste våtmarksländer med mer än 20 % av landarealen täckt av våtmarker (Löfroth 1991). I ett EU-perspektiv är Sverige det land som har störst areal våtmark (Raeymaekers 2000) och variationen bland de våtmarkstyper som finns i Sverige är stor.

Våtmarker har flera viktiga funktioner. Dels är oerhört stora mängder kol bundna i torvmarkerna, vilket har stor betydelse för mängden koldioxid i atmosfären. Dels är våtmarkerna viktiga för vattenrening och för vattenflödesreglering. Att de kan fungera som kvävefällor i övergödda områden är välkänt. Våtmarkerna har även en mycket viktig funktion för den biologiska mångfalden. De har en mångfald på flera olika nivåer från ekosystem, via biotoper, växt- och djursamhällen och arter ner till genetisk variation. Ser man till artnivån är drygt 800 våtmarksanknutna arter rödlistade och det största hotet mot arterna är igenväxning, dikning, vattenreglering och eutrofiering (Sundberg m.fl. 2015).

Våtmarker har påverkats av mänsklig aktivitet under en mycket lång tid, men det är först under de senaste århundradena som de förändrats i så stor utsträckning att den biologiska mångfalden hotas. Den omfattande markavvattningen som skett under 1900-talet främst genom dikningar, som initialt gjordes för att öka jordbruksmarksarealen och senare för att öka skogsmarken, har haft stora följder på många ekosystem. Vattenregleringsföretag har också inneburit stora förändringar då sjöars och vattendrags vattenståndsnivåer dämms upp eller reglerats på annat sätt. Anläggandet av vägar över våtmarker är också ett hot och mängden skogsbilvägar är nu mycket stort och en del berör även våtmarkerna. Deposition av kväve genom regn på våtmarker påverkar också så att våtmarkernas vegetation, vilket i kombination med klimatförändringar och markavvattning bland annat lett till en ökad trädutväxt på myrarna (Gunnarsson, Kempe & Kellner 2010).

Utöver att kvävedepositionen gynnat träden har den även påverkat vegetationen på flera andra sätt, t.ex. genom en minskad utväxt av vitmossor (*Sphagnum*) och gynnat flera högväxta kärlväxter som exempelvis blåttåtel och ängsull (Limpens m.fl. 2011). Ett område som har högst deposition av kväve är den så kallade "svarta bananen" i västra delen av sydsvenska höglandet där depositionen fortfarande är mycket hög. Depositionen avtar därifrån åt öster och norr.

Markanvändning genom skogs- och jordbruk har naturligtvis haft stor påverkan på våtmarkerna. Skogsbruket är det som i dagsläget har störst effekt på våtmarkerna genom skogsavverkning och vägdragning på eller i anslutning till våtmarker. Under 1980-talet drog Naturvårdsverket igång med en nationell inventering av våtmarker under beteckningen Våtmarksinventeringen (VMI). Detta som en reaktion på den stora våg av dikningar som skedde i Sverige under 1980-talet och skulle bidra med en ökad kunskap om våtmarkerna deras förekomst, naturvärden

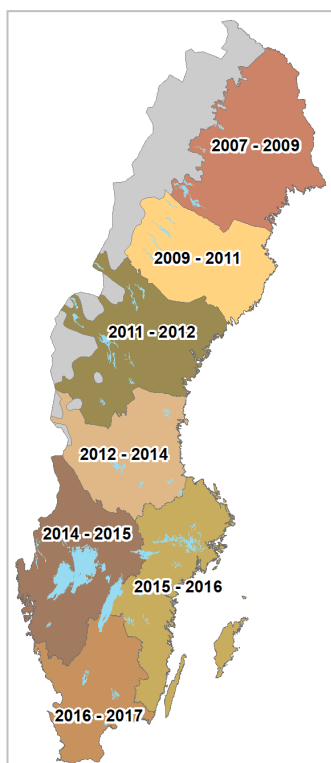


och mänsklig påverkansgrad. Inventeringen utfördes av de olika länsstyrelserna med Naturvårdsverket som uppdragsgivare. Det skulle ta 25 år innan det sista länet kunde slutföra inventeringen. Teknikutvecklingen hade då ändrats från att använda papper och penna samt hålkort till att bli ett modernt GIS-baserat system i Norrbottens län.

I den nationella sammanställningen av VMI (Gunnarsson & Löfroth 2009) presenteras en hel del resultat, bl.a. vilka våtmarkstyper som finns och var de finns, hur påverkade de var och vad som påverkade dem. VMI ger en ögonblicksbild i tiden, oftast baserat på gamla flygbilder (huvudsakligen från början av 1980-talet) och därför är situationen som speglas i VMI en momentan bild över hur det såg ut då.

En uppdatering av läget för våtmarkerna behövdes och efterfrågades från nationella myndigheter för att få en uppfattning av vad som skett efter att VMI avslutades. Som ett svar på detta togs en satellitbaserad metod fram för att detektera förändringar i våtmarker (Boresjö Bronge 2006). Metoden, "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" (eller "satellitbaserad våtmarksövervakning"), togs i operationell drift 2007 med Norrbottens län som första undersökningsområde.

Det praktiska arbetet med "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" har genomförts under perioden 2007 - 2017 av Brockmann Geomatics i nära samarbete med alla länsstyrelser och Naturvårdsverket (Figur 1).



Figur 1. Tidplan för genomförandet av den satellitbaserade våtmarksövervakningens första inventeringsvarv. Fjällregionen i grått ingår inte i analysen.

Satellitbaserad övervakning av våtmarker har genomförts i Norrbotten 2007-2009 (Backe m.fl. 2012), i Västerbotten 2009-2011 (Eriksson m.fl. 2012) i Jämtland/Västernorrland 2011-2012 (Hahn m.fl. 2013), i Dalarna/Gävleborg 2012-2014 (Hahn m.fl. 2015) i Värmland/Västra Götaland/Örebro 2014-2015 (Hahn & Wester, 2015), i Gotland/Kalmar/Stockholm/Södermanland/Uppsala/Västmanland/Östergötland 2015-2016 (Hahn & Wester, 2017) och i Blekinge/Halland/Jönköping/Kronoberg/Skåne 2016-2017 (Hahn & Wester, 2018). För kontaktpersoner på Länsstyrelsen och övriga medverkande, se länsrapporterna.

## 1.1 Syfte

### **Syfte med programområde våtmark**

Det övergripande syftet med programområde våtmark är att långsiktigt följa utvecklingen av våtmarkernas tillstånd vad gäller hydrologisk orördhet och biologisk mångfald.

### **Syfte med satellitbaserad våtmarksövervakning**

Den nationellt täckande satellitbaserade våtmarksövervakningen togs fram som ett sätt att följa utvecklingen i våtmarkerna efter det att VMI slutförts. Den satellitbaserade våtmarksövervakningens syfte är att identifiera öppen myr med snabba vegetationsförändringar, igenväxning och en ökad biomassa som identifieras med en metodik som jämför satellitbilder från två tidsperioder. Satellitbaserad övervakning av våtmarker syftar också till att ge miljömålsansvariga myndigheter på nationell och regional nivå effektiva redskap för uppföljning av tillståndet i den öppna myren.

### **Syfte med denna rapport**

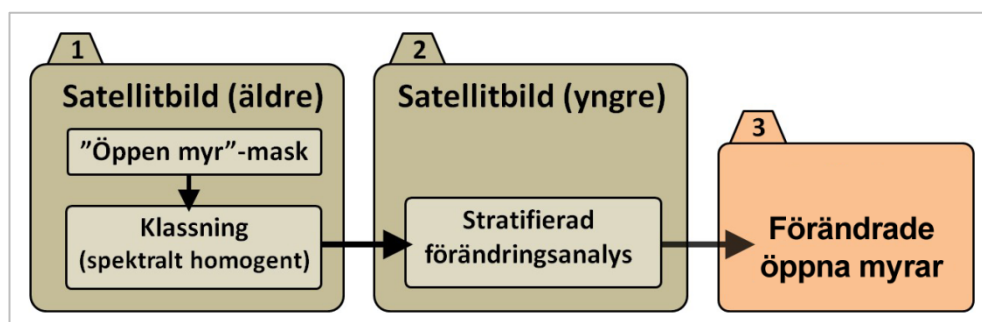
Nu när ett första omdrev slutförts görs en sammanställning av de viktigaste resultaten på nationell nivå. Resultatsammanställningen bygger till stor del på bearbetad data och information från tidigare länsrapporter. Syftet med rapporten är också att analysera vad som kan ligga bakom förändringarna som observerats och om möjligt fastställa de viktigaste orsakerna till dem. Där det är möjligt jämförs också resultaten från den satellitbaserade våtmarksövervakningen med resultaten från VMI.

## 2 Metodik och genomförande

Det nationella övervakningsområdet för den satellitbaserade våtmarksövervakningen omfattar öppen myr i hela Sverige med undantag för fjällen. Våtmarksövervakningens arbetsmoment är: förarbete och preparering, basklassning, förändringsanalys, utvärdering, resultatsammanställning och slutleverans.

Förenklat kan förändringsanalysen ses som en trestegsraket (Figur 2) med följande steg:

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



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

### 2.1 Förarbete och preparering

Förändringsanalysen baseras på Landsat TM/ETM satellitdata. I varje analys studeras förändringar i satellitscener från två tidpunkter med ca 10-års mellanrum. De satellitdata som använts är Landsat TM/ETM med 25-meters rumslig upplösning (satellitdata har samplats om från 30 meter till 25 meter för att passa "öppen myr"-masken).

### 2.1.1 Val av satellitscener

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

I norra Sverige analyserades tidsperiod "1990-2000". Ingående tidpunkter:

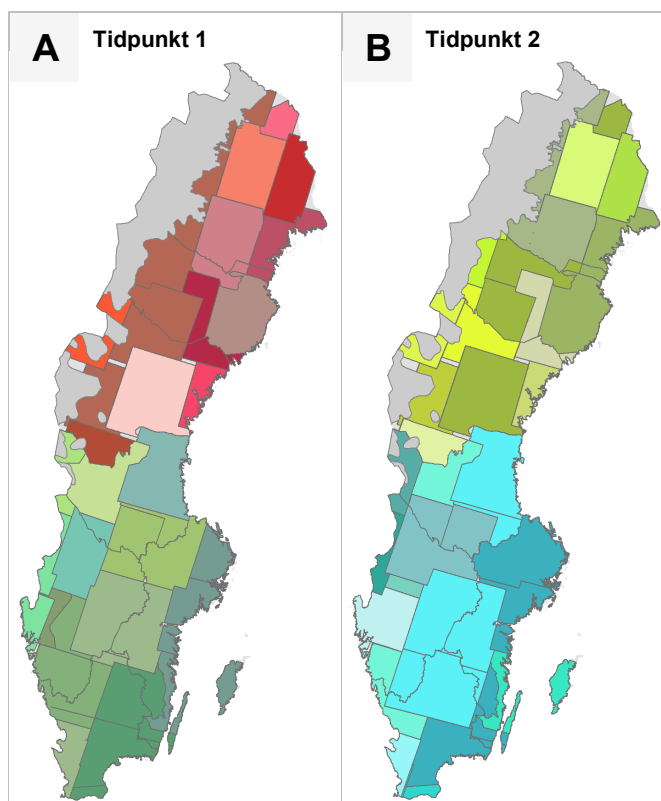
- Tidpunkt "1990" med satellitdata från 1990 men även från 1984, 1986, 1987 och 1989.
- Tidpunkt "2000" med satellitdata från 2000 men även från 1999, 2002 och 2003.

I södra Sverige analyserades tidsperiod "1999-2009". Ingående tidpunkter:

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

Figur 3A visar en överblick av de ingående satellitscenerna för tidpunkt 1 (34 st), utgörs i norra Sverige av satellitdata från 1990 och i södra Sverige från 1999.

Figur 3B visar de ingående satellitscenerna för tidpunkt 2 (33 st), utgörs i norra Sverige av satellitdata från 2000 och i södra Sverige från 2009.



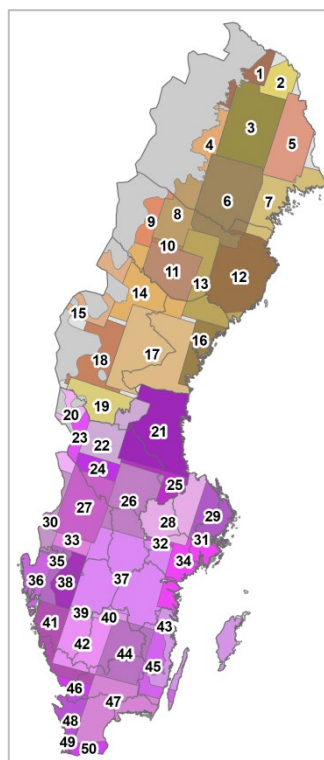
Figur 3. En överblick av de ingående satellitscenerna. A) Tidpunkt 1 utgörs i norra Sverige av satellitdata från 1990 och i södra Sverige från 1999. B) Tidpunkt 2 utgörs i norra Sverige av satellitdata från 2000 och i södra Sverige från 2009.

## 2.1.2 Scenpar

För att kunna genomföra förändringsanalysen skapas scenpar genom att äldre satellitscener matchas mot yngre. För en heltäckande analys av undersökningsområdet krävdes 50 st scenpar (Tabell 1 och Figur 4).

**Tabell 1. Information om scenpar. Numrering av scenpar enligt Figur 4 samt datum och geografiskt läge (path-row) för alla ingående satellitscener.**

Scen-par	Tidpunkt 1		Tidpunkt 2	
	Datum	Path-row	Datum	Path-row
1	1990-07-15	196-12	2000-07-27	195-12
2	1987-08-10	194-12	2000-07-27	195-12
3	1987-08-10	194-13	2000-07-27	195-13
4	1990-07-15	196-13	2000-07-27	195-13
5	1987-08-10	194-13	2000-07-29	193-13
6	1984-08-01	194-14	2000-07-27	195-14
7	1990-08-11	193-14	2000-07-29	193-14
8	1990-07-15	196-14	2000-07-27	195-14
9	1990-07-15	196-14	2000-07-25	195-14
10	1990-07-15	196-14	2000-07-27	195-15
11	1990-07-15	196-15	2000-07-27	195-15
12	1989-07-23	193-15	2000-07-29	193-15
13	1986-07-22	194-15	2002-08-11	194-15
14	1990-07-15	196-15	2003-07-19	196-15
15	1986-06-25	197-15	2002-08-07	198-15
16	1990-08-02	194-16	2002-08-20	193-16
17	1987-07-16	195-16	2000-07-27	195-16
18	1990-07-15	196-16	2003-07-10	197-16
19	1987-07-23	196-17	1999-08-01	196-17
20	1999-07-31	197-17	2007-08-22	197-17
21	1999-07-10	194-17	2007-07-16	194-17
22	1999-08-01	196-17	2009-06-26	195-17
23	1999-08-01	196-17	2007-08-22	197-17
24	1999-08-01	196-17	2007-08-24	195-18
25	1997-08-21	194-17	2007-07-16	194-18
26	1997-08-21	194-18	2007-08-24	195-18
27	1995-06-27	196-18	2007-08-24	195-18
28	1997-08-21	194-18	2009-06-28	193-18
29	1999-07-12	192-18	2009-06-28	193-18
30	1997-07-09	197-18	2007-06-03	197-18
31	1999-07-12	192-19	2009-06-28	193-18
32	1997-08-21	194-18	2009-06-28	193-19
33	1995-06-27	196-18	2009-09-30	195-19
34	1999-07-12	192-19	2009-06-28	193-19
35	2000-09-04	196-19	2010-06-04	196-19
36	1997-07-09	197-19	2010-06-04	196-19
37	1999-09-04	194-19	2007-07-16	194-19
38	1999-09-11	195-19	2010-06-04	196-19
39	1999-09-11	195-19	2007-07-16	194-20
40	1999-09-04	194-20	2007-07-16	194-20
41	1999-09-11	195-20	2009-06-26	195-20
42	1999-09-11	195-20	2007-07-16	194-20
43	1999-07-12	192-20	2010-06-24	192-20
44	1999-07-11	193-20	2007-07-16	194-20
45	1999-07-11	193-20	2009-06-28	193-20
46	1999-09-04	194-21	2009-06-26	195-20
47	1999-07-11	193-21	2009-06-28	193-21
48	1999-09-04	194-21	2010-06-29	195-21
49	1999-09-04	194-21	2010-07-08	194-21
50	1999-07-11	193-21	2010-07-08	194-21

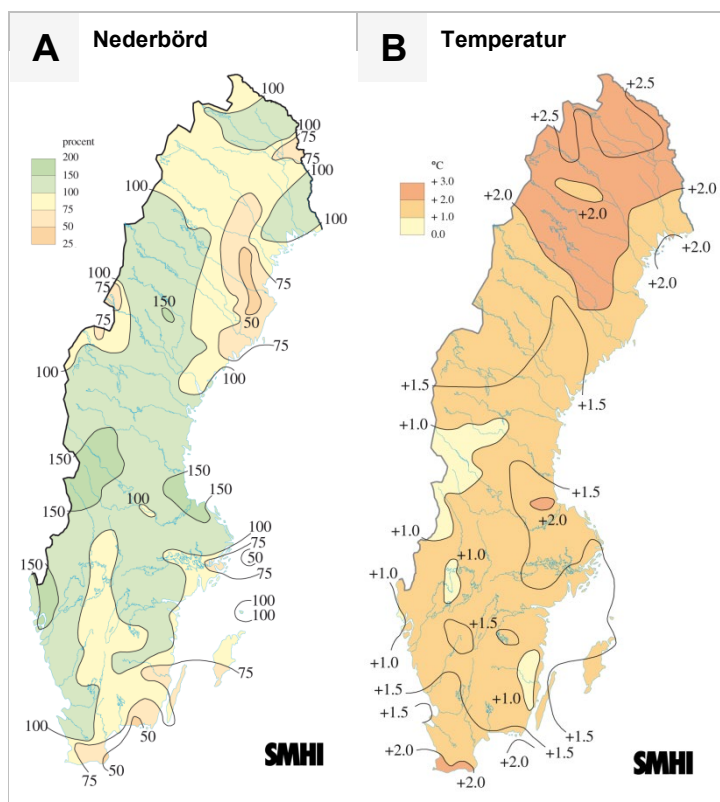


**Figur 4. För en heltäckande analys av undersökningsområdet krävdes 50 st scenpar. Numreringen används i Tabell 1.**

### 2.1.3 Väderanalys

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

Väderanalysen baseras på data från SMHI främst gällande medelnederbörd och medeltemperatur. (Figur 5).



Figur 5. Data till väderanalys hämtas från SMHI. A) Nederbörden i procent av den normala. B) Medeltemperaturens avvikelse från normalvärdet i °C. (SMHI, 2009).

I princip alla satellitscener som ingår (Tabell 1) är bra ur fenologisk synvinkel då de är registrerade vid en tidpunkt på året då vegetationen på myrarna vanligtvis är fullt utvecklad och ännu inte har börjat vissna i någon större omfattning.

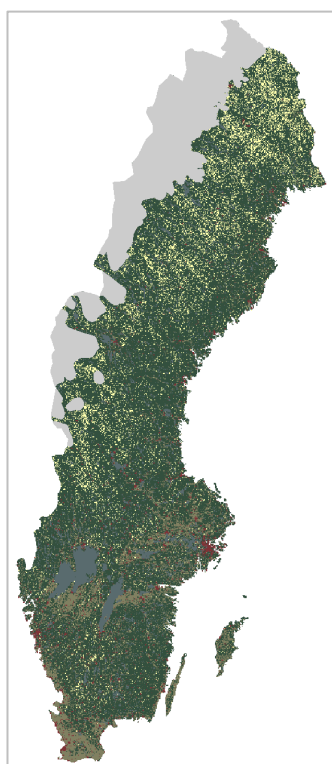
### 2.1.4 Undersökningsområde

Områden som inte ska eller kan analyseras tas bort från satellitscenerna. Detta görs genom att lägga på fjäll-, myr- och molnmasker.

Fjällmasken tar bort området som utgörs av fjällregionen (Figur 6) eftersom dessa myrar, liksom VMI, inte ingår i analysen. Anledningen till att fjällregionen inte ingår

beror dels på att underlaget för avgränsningen av den öppna myren i fjällen är sämre än för skogslandet, dels på att fenologiska problem är en mer vanligt förekommande felkälla beroende på en kortare vegetationsperiod samt att kunskapen om våtmarkstyperna i fjällregionerna är sämre än nere i skogslandet där VMI har bidragit till en bättre kännedom om myrvegetationen.

Myrmasken (avgränsning för öppen myr där trädskiktets krontäckning understiger 30 %) hämtas från Svenska Marktäckedata (SMD) där alla Sveriges markklasser ingår. Markklasserna "övrig myr", "blöt myr", "limnogene våtmarker" och "torvtäkt" kodas om för att bilda myrmasken (Figur 6).



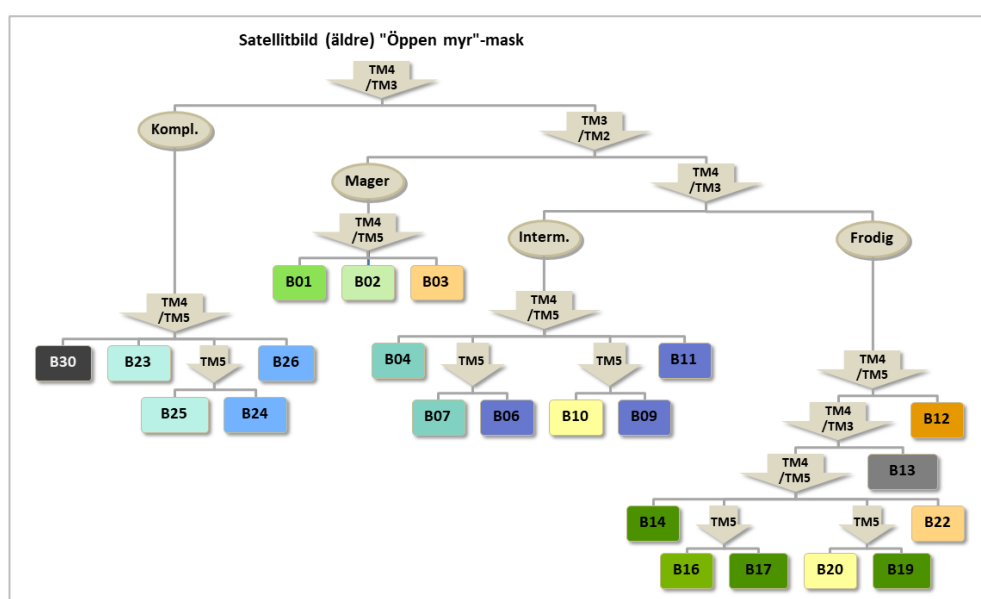
**Figur 6. Nationellt övervakningsområde där öppen myr visas i gult, skog i grönt, och jordbruksmark i brunt. Fjällregionen i grått ingår inte i analysen.**

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

Fjäll-, myr- och molnmaskerna läggs över varandra och bildar tillsammans avgränsningarna för det öppna våtmarksområdet som undersöks i analysen.

## 2.2 Basklassning

Basklassningen görs i scenparets äldre satellitscen. Basklassningen särskiljer spektralt homogena våtmarksenheter som sedan utgör grunden för den riktade förändringsanalysen som genomförs i nästa steg. Basklassningen utförs i steg där enskilda band samt kvoter mellan band används för att separera basklasserna åt (Figur 7). De band och bandkvoter som används vid basklassningen är följande: TM5-bandet, TM3/TM2-kvoten, TM4/TM3-kvoten och TM4/TM5-kvoten. Basklassningsmetoden är en vidareutveckling av framtagen metodik för våtmarksklassificeringen för Svenska Marktäckedata (Boresjö Bronge & Näslund-Landenmark, 2002).



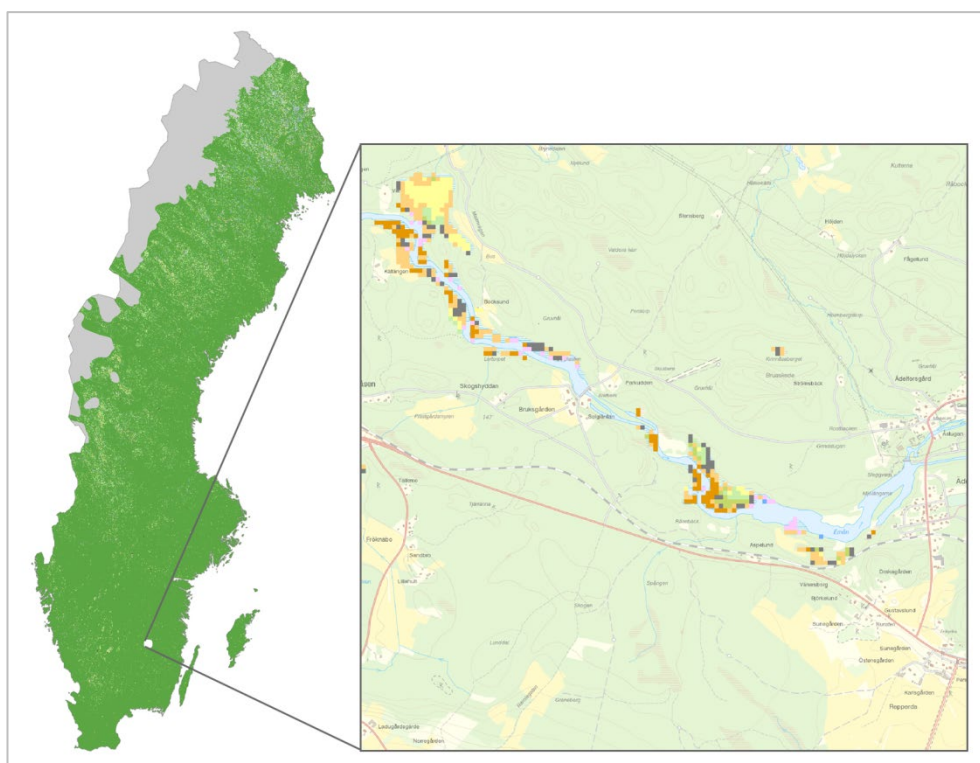
Figur 7. Struktur för hur basklassningen är hierarkiskt uppbyggd. Indelningen i klasser sker i tur och ordning enligt flödesschemat.

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

Basklasserna har kalibrerats med stöd av information från flygbildstolkning och fältkalibrering då data från totalt 731 kalibreringsytor samlades in. Vid fältkalibreringen registrerades i fältprotokoll respektive kalibreringsytas myrvegetationstyp och växlighet samt fotodokumentation.



I basklassningen togs 22 spektralt homogena våtmarksenheter fram (Figur 8).



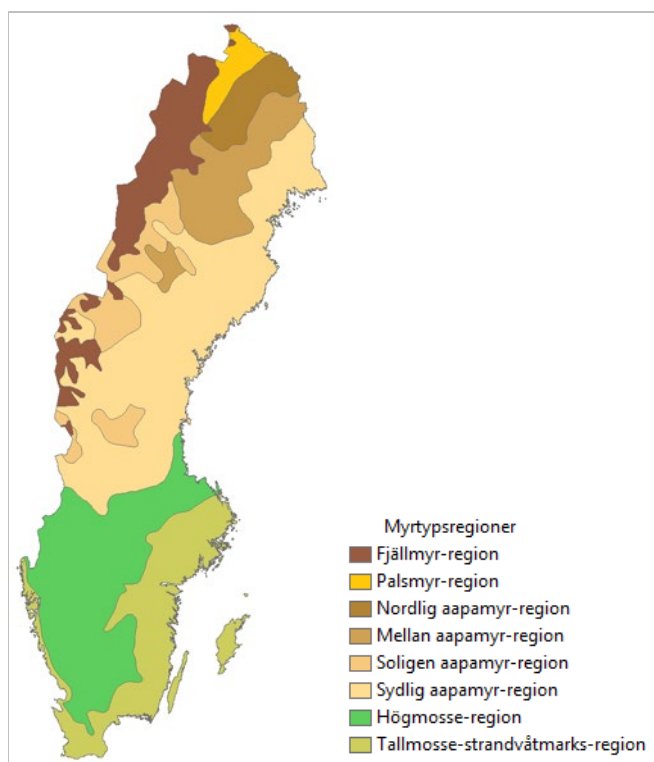
Figur 8. En översiktsbild över basklassningen för hela undersökningsområdet, samt ett exempel på hur basklassningen kan se ut för ett ca 10 km<sup>2</sup> stort område med topografiska kartan i bakgrunden.

## 2.3 Förändringsanalys

### 2.3.1 Stratifiering utifrån myrtypsregioner

Scenparen täcker ibland stora områden och trots att de två satellitscenerna är registrerade inom ett jämförbart tidsspänn så kan det inom scenen förekomma skillnader i växtfas mellan olika regioner. För att undvika skillnader i förändringsanalysen som egentligen är av fenologisk natur stratifieras analysen utifrån myrtypsregioner.

De myrtypsregioner som används (Figur 9) är de som beskrivs i VMI-rapporten (Gunnarsson & Löfroth, 2009). De svenska myrtypsregionsgränserna stämmer väl med gränsdragningarna som gjorts i våra grannländer.



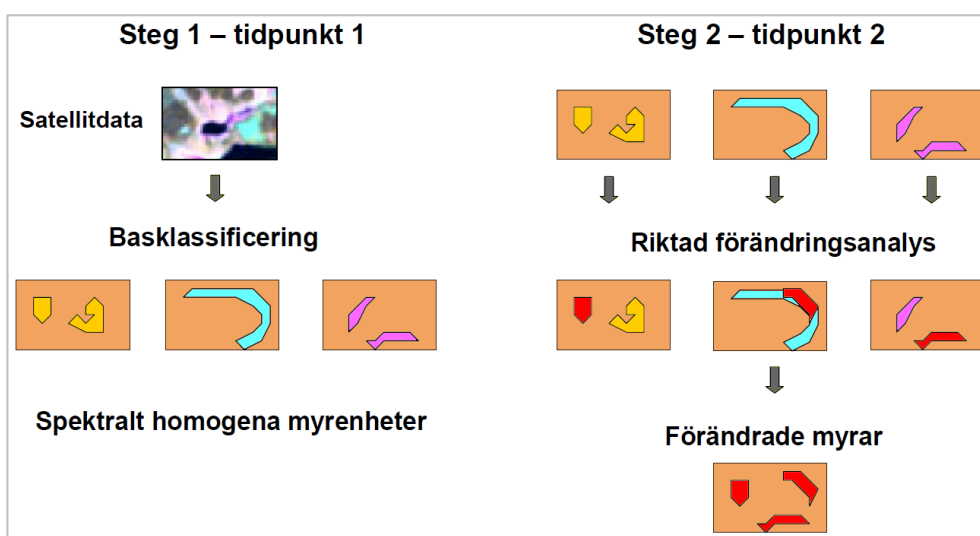
Figur 9. Myrtypsregioner. För att undvika skillnader som egentligen är av fenologisk natur stratifieras analysen utifrån myrtypsregioner (Gunnarsson & Löfroth, 2009).

- **Fjällmyr-region:** Ofta har fjällens myrar ett tunt torvlager men kan i vissa områden vara mer eller mindre heltäckande, vilket gör att de är svåra att skilja från hed och ängsvegetation. (Fjällkedjan har inte inventerats i VMI eller i den satellitbaserade våtmarksövervakningen.)
- **Palsmyr-region:** Region med förekomst av palsmyrar. (Denna region ingår delvis också i fjällkedjan, som inte inventerats i VMI och inte heller i den satellitbaserade våtmarksövervakningen.)
- **Aapamyrr-region:** Begreppet aapamyrr är hämtat från finsk myrterminologi och beskriver stora myrkomplex, som har ett centralt låglänt parti av strängblandmyr, strängflarkkärr, topogent eller soligent kärr. Aapamyrr-regionen är indelad i fyra underregioner.
  - **Nordlig aapamyrr-region:** Dominans av strängblandmyrar, där strängarna blir höga och har ren mossevegetation.
  - **Mellan aapamyrr-region:** Dominans av strängflarkkärr där flarkarna är regelbundna och separeras av låga strängar. De topogena kärren har stor areell utbredning här.
  - **Sydlig aapamyrr-region:** Dominans av topogena kärren, men även nordlig mosse och blandmyr av mosaiktyp är vanliga.
  - **Soligen aapamyrr-region:** Soligena kärren är mycket vanliga. Nederbörderna mycket höga och humiditeten så hög att soligena kärren eller ännu starkare sluttande backkärr förekommer.

- **Högmosse-region:** Dominans av mossar. Svagt välvda mossar är vanligast till ytan men även plåtåformigt välvda, koncentrisk, excentrisk och sluttande mossar är vanliga.
- **Tallmosse-strandvåtmarks-region:** Förutom tallmossar och topogena kärr är myrar relativt ovanliga, istället dominerar limniska eller marina strandvåtmarker.

### 2.3.2 Förändringsanalysens metodik

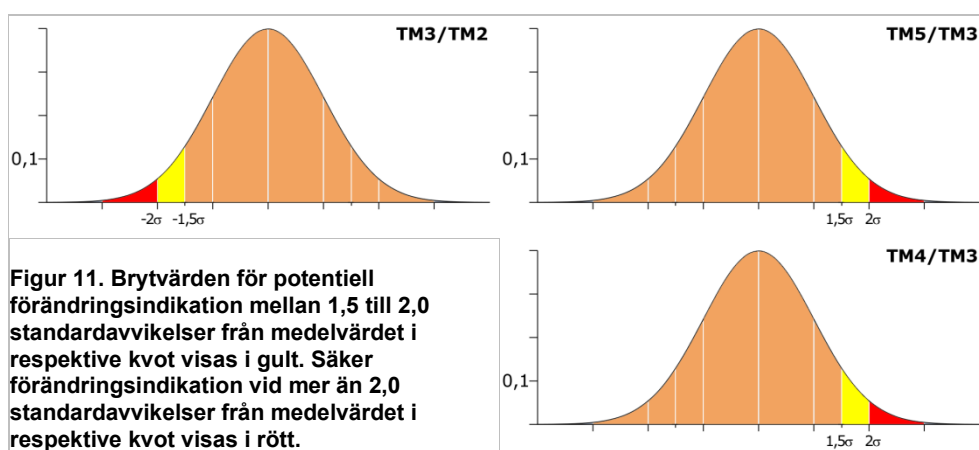
Eftersom myrtyperna avgränsas (i basklassningen) vid tidpunkt 1 så kan spektralt avvikande myrar, dvs. förändrade myrar, sökas genom riktad förändringsanalys inom basklasserna vid tidpunkt 2 (Figur 10).



Figur 10. Principskiss av den riktade förändringsanalysens olika steg. Från Borejsjö Bronge (2006). Röda fält i steg 2 indikerar områden med förändringsanalys.

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

Förändrade områden delas in i två förändringsklasser som indikerar ökad biomassa/igenväxning: potentiell och säker förändringsindikation. Potentiell förändringsindikation är en mindre stark förändringsindikation och definieras som ytor med mellan 1,5 till 2,0 standardavvikelsers förändring i förhållande till medelvärdet i den kvot som använts (där tecken på standardavvikelsen beror på använd kvot), se Figur 11. Säker förändringsindikation är en starkare förändringsindikation, och definieras som ytor med mer än 2,0 standardavvikelsers förändring i förhållande till medelvärdet i den kvot som använts (Figur 11).



Kvoterna som används för att identifiera områden med ökad biomassa (igenväxning) är: TM3/TM2-kvoten i kombination med TM5/TM3-kvoten och TM4/TM3-kvoten. För varje basklass beräknas "brytvärden" enligt följande (Figur 11):

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

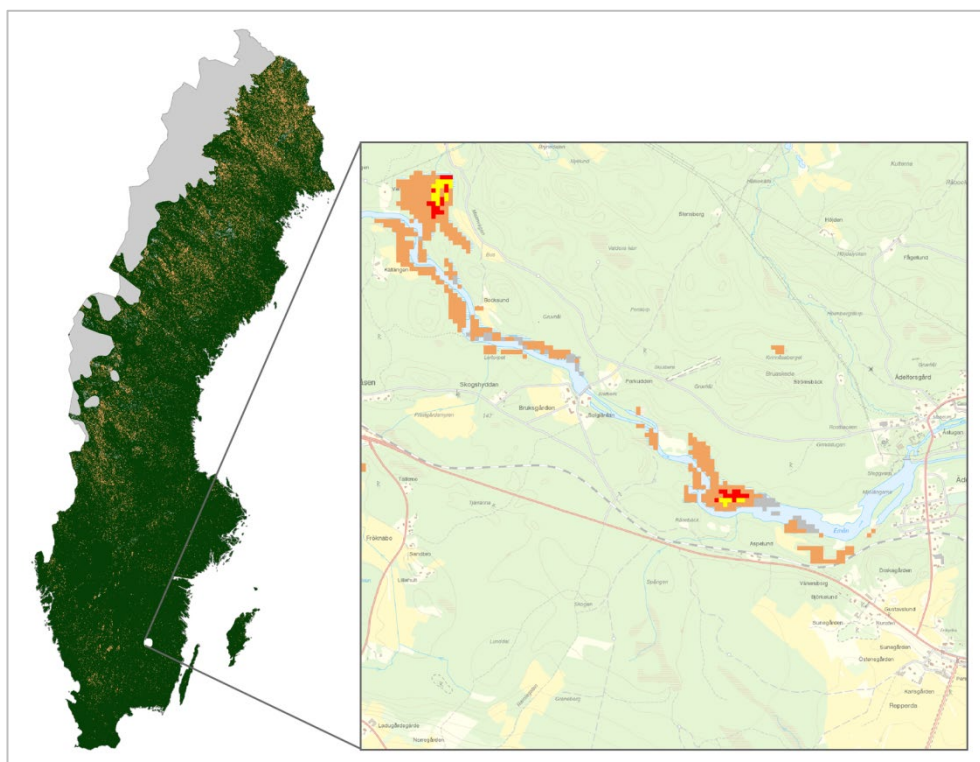
### 2.3.3 Generalisering av delresultat

De olika delresultaten läggs ihop för varje basklass (Figur 10) varefter förändringsklasserna generaliseras till en minsta karteringsenhet på  $0,5$  ha, dvs. ströpixlar tas bort om de inte är större än 8 sammanhängande pixlar. Slutligen skapas ett slutresultat med förändringsklasser för samtliga basklasser (Figur 10).

### 2.3.4 Förändringsklassning

Förändringsanalysen resulterar i en förändringsklassning med fyra klasser som tillsammans bildar den öppna myren (Figur 12).

- F-klass 1: Potentiell förändringsindikation (ökad biomassa/igenväxning)
- F-klass 2: Säker förändringsindikation (ökad biomassa/igenväxning)
- F-klass 3: Övrig analyserad öppen myr
- F-klass 4: Ej analyserad öppen myr



Figur 12. En översiktsbild över förändringsklassningen för hela undersökningsområdet, samt ett exempel på hur förändringsklassningen kan se ut för ett ca 10 km<sup>2</sup> stort område med topografiska kartan i bakgrunden.

## 2.4 Utvärdering

Baserat på den heltäckande förändringsklassningen utvärderas hur stor andel av ytorna som är verklig förändring och vad som kan ha orsakat denna.

### 2.4.1 Utvärderingsområden och utvärderingsytor

Undersökningsområdet täcker en stor yta och för att utvärderingen ska bli kostnadseffektiv slumpas ett antal större utvärderingsområden ut. Ett lämpligt krav i samband med fördelningen av utvärderingsområdena är att de bör fördelas på olika myrtypsregioner (Gunnarsson & Löfroth, 2009). Innan utvärderingsområdena slutgiltigt fastställs kontrolleras tillgång till lämpliga ortofoton.

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

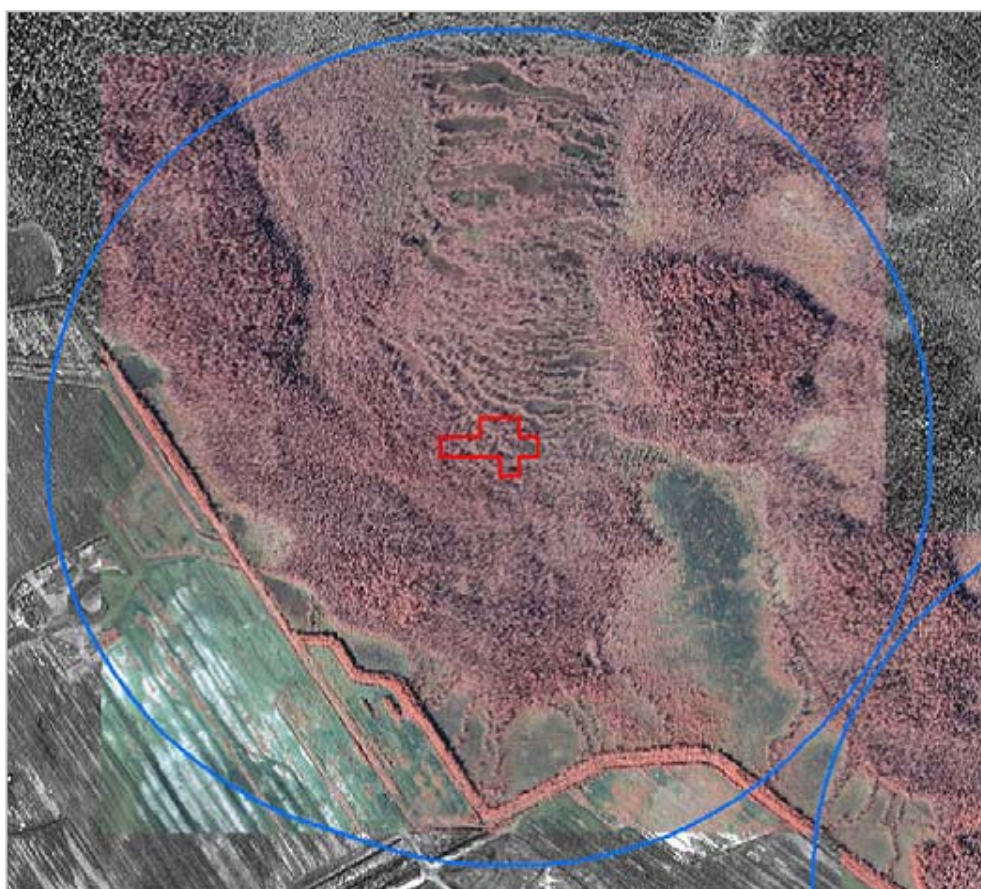
Ca 80 % av utvärderingsytorna var FI-ytor vilka slumpades ut inom förändrad våtmark oavsett basklass eller grad av förändringsindikation (säker och potentiell förändringsindikation). Resterande ca 20 % av utvärderingsytorna var referensytor, vilka slumpades ut inom de icke-förändrade områdena i myrmasken.



## 2.4.2 Flygbildstolkning och fältkontroll inom utvärderingen

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

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



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

Syftet med fältkontrollen är att bekräfta om förändring skett och identifiera anledningen till förändringen. I likhet med flygbildstolkningen beskrivs fältparametrar dels inom den 0,5 ha stora utvärderingsytan samt inom en radie av 500 m kring ytan. Vid fältkontrollen beskrivs ytan utan vetskap om det är en FI-yta eller en referensyta.

Avslutningsvis görs en slutlig bedömning/förklaring till förändringsindikationen. De insamlade parametrarna finns sammanfattade nedan och de beskrivs utförligare av Backe m.fl. (2012).

### Flygbildstolkning inom utvärderingen

De parametrar som noteras inom utvärderingsytan vid flygbildstolkning är:

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

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

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

### Fältkontroll inom utvärderingen

Parametrar inom utvärderingsytan som uppges vid fältkontroll är följande:

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

Efter att ovanstående parametrar i fältprotokollet fylls i får fältinventeraren reda på om ytan är en FI-yta eller referensyta.

### Slutlig bedömning av utvärderingsyta

Avslutningsvis görs en slutlig bedömning/förklaring till förändringsindikationen indelad i kategorier:

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



## 3 Resultat

Under perioden 2007-2017 utfördes "Satellitbaserad övervakning av våtmarker" i hela Sverige inom ramen för den nationella miljöövervakningen. Den satellitbaserade övervakningen är utformad för att upptäcka markanvändningsrelaterade förändringar i öppna myrar i form av ökad biomassa/igenväxning. Till förändringsanalysen för en tidsperiod används två set av satellitdata, ett från en äldre tidpunkt och ett från en senare tidpunkt. I norra Sverige analyserades tidsperioden 1990-2000 och i södra Sverige analyserades tidsperioden 1999-2009.

### 3.1 Nationell och länsvis resultatsammanställning

Tabell 2 visar resultat från förändringsanalysen per län och totalt.

**Tabell 2. Resultat från förändringsanalysen per län och totalt. Undersökningsområdet definieras av den öppna myren nedan fjällen. Det analyserade området är undersökningsområdet med undantag för moln mm (och procentsatsen är andelen av undersökningsområdet). Area för säker, potentiell och sammanlagd förändringsindikation (och procentsatsen är andelen av det analyserade området).**

Län	Kod	Under-söknings-område		Analyserat område		Säker förändrings-indikation		Potentiell förändrings-indikation		Sammanlagd förändrings-indikation	
		ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Norrbottnens län	BD	1 460 200	1 380 400	95 %	8 880	0,64 %	7 900	0,57 %	16 780	1,21 %	
Västerbottnens län	AC	693 300	611 900	88 %	4 220	0,69 %	4 230	0,69 %	8 450	1,38 %	
Jämtlands län	Z	496 200	396 600	80 %	2 810	0,71 %	2 600	0,65 %	5 410	1,36 %	
Västernorrlands län	Y	138 800	122 800	88 %	1 110	0,90 %	890	0,73 %	2 000	1,63 %	
Gävleborgs län	X	103 800	91 300	88 %	990	1,09 %	520	0,57 %	1 510	1,66 %	
Dalarnas län	W	319 000	284 700	89 %	1 710	0,60 %	1 240	0,44 %	2 950	1,04 %	
Uppsala län	C	18 300	17 700	96 %	330	1,86 %	260	1,47 %	590	3,33 %	
Stockholms län	AB	5 800	5 500	95 %	80	1,38 %	60	1,04 %	140	2,42 %	
Södermanlands län	D	10 200	9 500	94 %	200	2,10 %	140	1,50 %	340	3,60 %	
Västmanlands län	U	20 500	17 900	87 %	230	1,30 %	130	0,74 %	360	2,04 %	
Örebro län	T	38 600	32 500	84 %	800	2,45 %	360	1,11 %	1 160	3,56 %	
Värmlands län	S	117 300	107 400	91 %	1 160	1,08 %	900	0,83 %	2 060	1,91 %	
Västra Götalands län	O	77 300	69 900	91 %	1 120	1,60 %	500	0,72 %	1 620	2,32 %	
Östergötlands län	E	13 600	12 600	93 %	170	1,38 %	140	1,14 %	310	2,52 %	
Kalmar län	H	15 100	12 100	80 %	150	1,25 %	110	0,93 %	260	2,18 %	
Jönköpings län	F	42 800	41 700	97 %	600	1,43 %	340	0,80 %	940	2,23 %	
Kronobergs län	G	36 600	34 900	95 %	270	0,77 %	180	0,50 %	450	1,27 %	
Hallands län	N	18 400	17 800	97 %	250	1,38 %	70	0,38 %	320	1,76 %	
Skåne län	M	13 800	13 100	95 %	180	1,37 %	110	0,88 %	290	2,25 %	
Blekinge län	K	1 700	1 600	95 %	10	0,40 %	1	0,28 %	11	0,68 %	
Gotlands län	I	6 600	5 500	84 %	20	0,32 %	10	0,24 %	30	0,56 %	
<b>Totalt</b>		<b>3 647 900</b>	<b>3 287 400</b>	<b>90 %</b>	<b>25 290</b>	<b>0,77 %</b>	<b>20 691</b>	<b>0,63 %</b>	<b>45 981</b>	<b>1,40 %</b>	

Uppdatering Västerbotten: Under 2013 genomfördes två kompletteringar av övervakningsarbetet i Västerbotten. Dels så gjordes en förändringsanalys för ett tidigare ej analyserat område söder om Storuman och dels så förfinades molnmasken, främst i fjällen. I denna rapport redovisas det uppdaterade resultatet, vilket skiljer sig något från det ursprungliga resultatet i Västerbottens länsrapport (Eriksson m.fl. 2012).

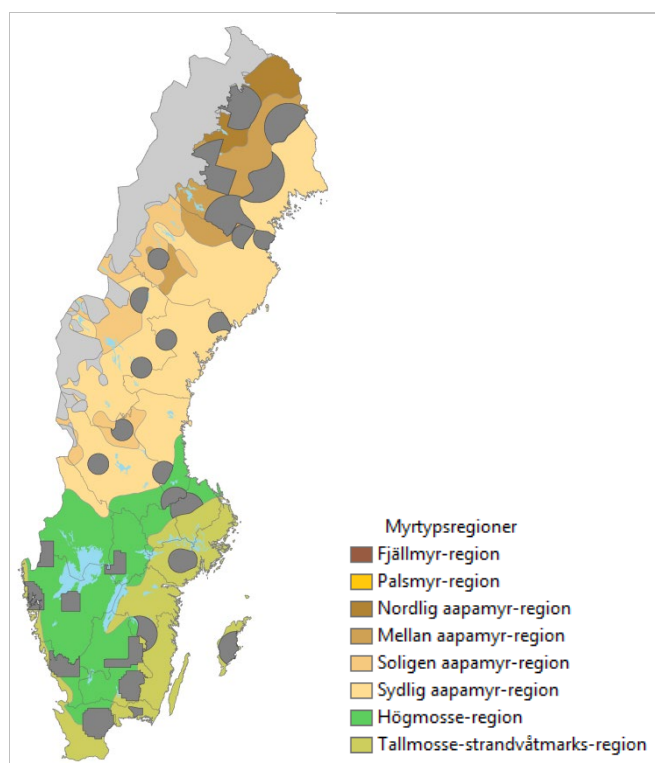
Undersökningsområdet, den öppna myren nedan fjällen, omfattar totalt ca 3 650 000 ha (Tabell 2) vilket motsvarar ca 8 % av Sveriges totala landyta. Ca 90 % av den öppna myren har analyserats (resterande 10 % hade molnförekomst i satellitbild).

En täckningsgrad på 90 % av den öppna myren är hög då satellitbilsinventeringen visade att helt molnfria satellitbilder var sällsynta.

Förändrade områden delas in i två förändringsklasser som indikerar ökad biomassa/igenväxning; säker och potentiell förändringsindikation med en minsta karteringsenhet på 0,5 ha. Förändringsklasserna ger en direkt indikation på styrkan och omfattningen av förändringen. Av den analyserade öppna myren visade ca 25 000 ha (0,77 %) säker förändringsindikation och ca 21 000 ha (0,63 %) potentiell förändringsindikation (Tabell 2).

## 3.2 Utvärdering

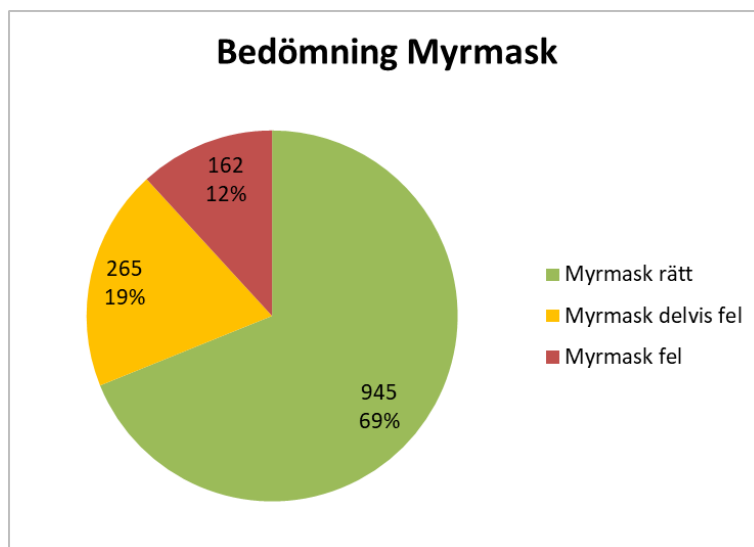
Totalt fördelades 1372 utvärderingsytor slumpmässigt ut inom 29 utvärderingsområden (Figur 14).



Figur 14. De 29 utvärderingsområdena med myrtyperregionerna som bakgrund.

### 3.2.1 Bedömning av myrmasken

I de flesta fall låg utvärderingsytorna inom eller till största delen inom myrmasken (i den äldre flygbilden). Av de ingående 1372 utvärderingsytorna var det 69 % som utifrån flygbildstolkningen verkligen låg inom öppen myr (myrmask rätt), medan 19 % förekom delvis inom öppen myr (myrmask delvis fel). Däremot låg 12 % av ytorna till största delen utanför myrmasken (myrmask fel), t.ex. då krontäckning var större än 30 % eller annan naturtyp än myr identifierades (Figur 16).



Figur 15. Bedömning av hur bra myrmasken varit i undersökningsområdet genom att undersöka träffsäkerheten i 1372 utvärderingsytor i flygbild.

De utvärderingsytor som till övervägande del låg inom icke-öppen myr plockades bort från vidare bearbetning i utvärderingen (se exempel i Figur 16).



Figur 16. Exempel på utvärderingsyta som bedömts som "myrmask fel" eftersom krontäckningen är större än 30 % (utvärderingsområde 3, yta nr 009, Ramnåsa, Växjö kommun, Kronobergs län). Ortofoto från 1995 där en röd linje markerar den 0,5 ha stora utvärderingsytan.

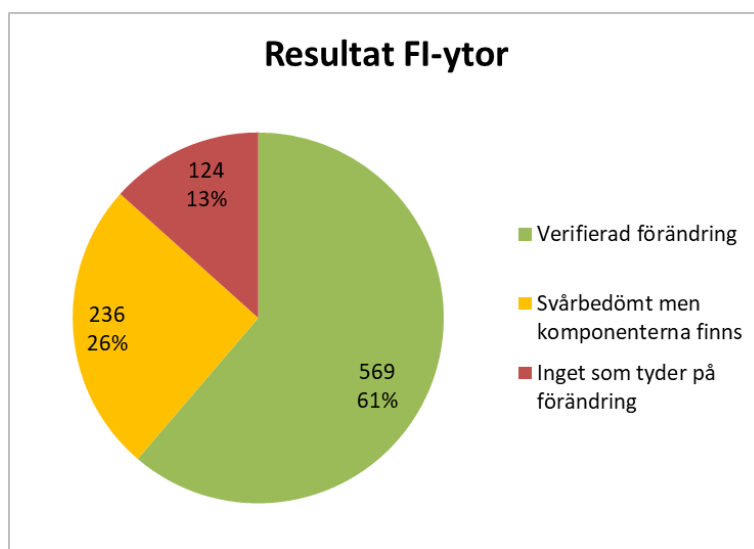
Av de 1372 utvärderingsytorna var det 162 som fick utgå p.g.a. fel i myrmasken. I de fall där myrmasken varit delvis felaktig har ytorna behållits i utvärderingen men då har enbart den delen av ytan som var myrmark utvärderats.

För de återstående 1210 utvärderingsytorna var fördelningen 77 % (929 st) FI-yltor (förändringsindikationsyltor) och 23 % (281 st) referensyltor.

### 3.2.2 Överensstämmelse för FI-yltor

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

Av de 929 FI-yltor som tolkats i fält eller med hjälp av flygbilder var det 61 % (569 ytor) som bedömdes som "verifierad förändring", 26 % (236 ytor) bedömdes som "svårbedömt men komponenterna finns" och 13 % (124 ytor) bedömdes som "inget som tyder på förändring" (Figur 17).



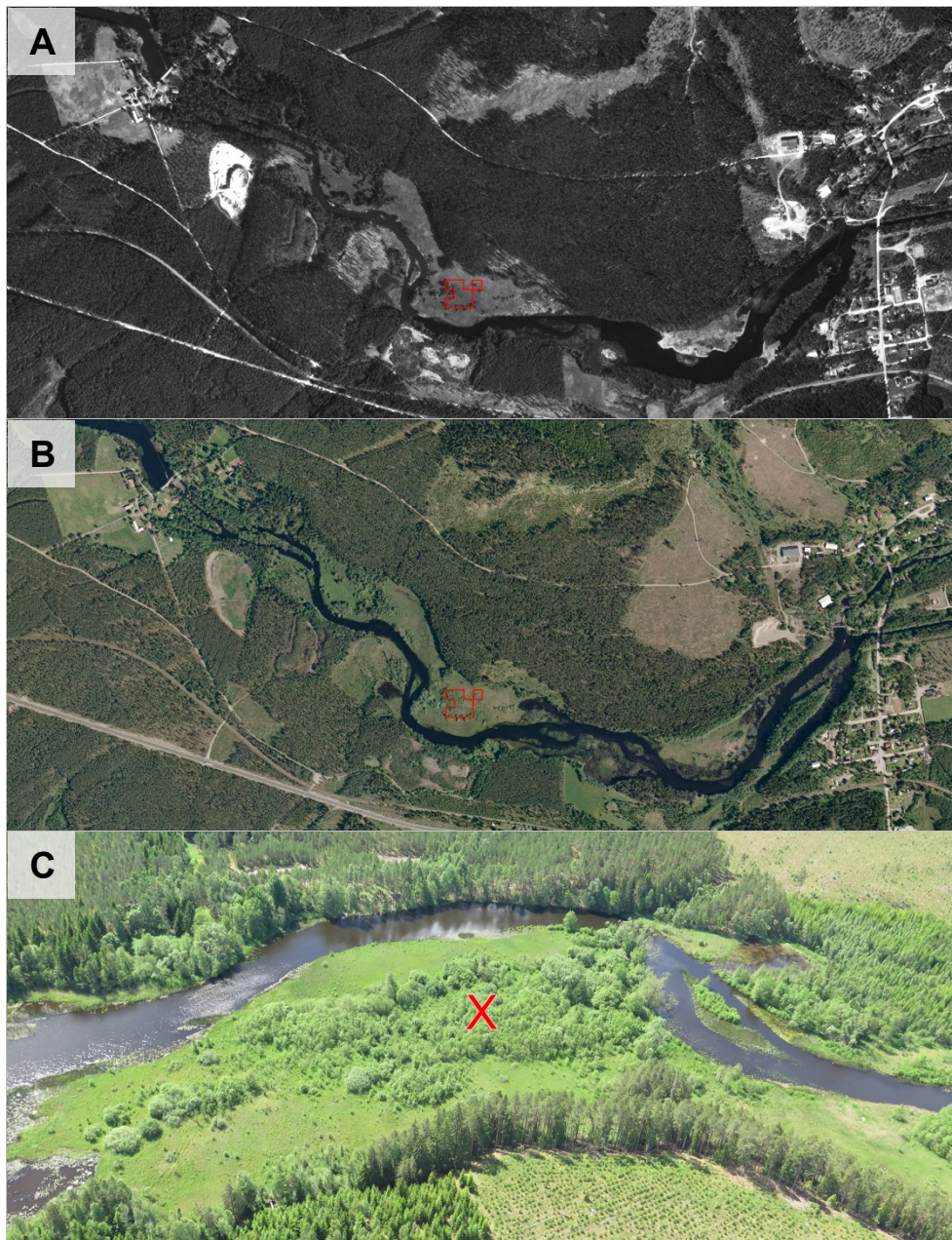
Figur 17. Resultat FI-yltor. Överensstämmelsen för de slumpmässigt valda FI-yltorerna ligger mellan 61 % och 87 %.

Flera av de ytor som bedömts som "svårbedömt men komponenterna finns" hade frodig vegetation, som eventuellt fått en ökad biomassa mellan tidpunkterna, men att de inte med säkerhet kunde kopplas till en verifierad förändring. Det kan alltså vara så att en riktig förändring identifierats i satellitanalysen, men att det sedan inte går att med säkerhet dokumentera den i fält eller med hjälp av flygbilder.

Utvärderingen, som utfördes med hjälp av flygbildstolkning och fältbesök, visar att överensstämmelsen för de 929 slumpmässigt valda förändringsindikationsytorna ligger minst på 61 % och max på 87 % (Figur 17).



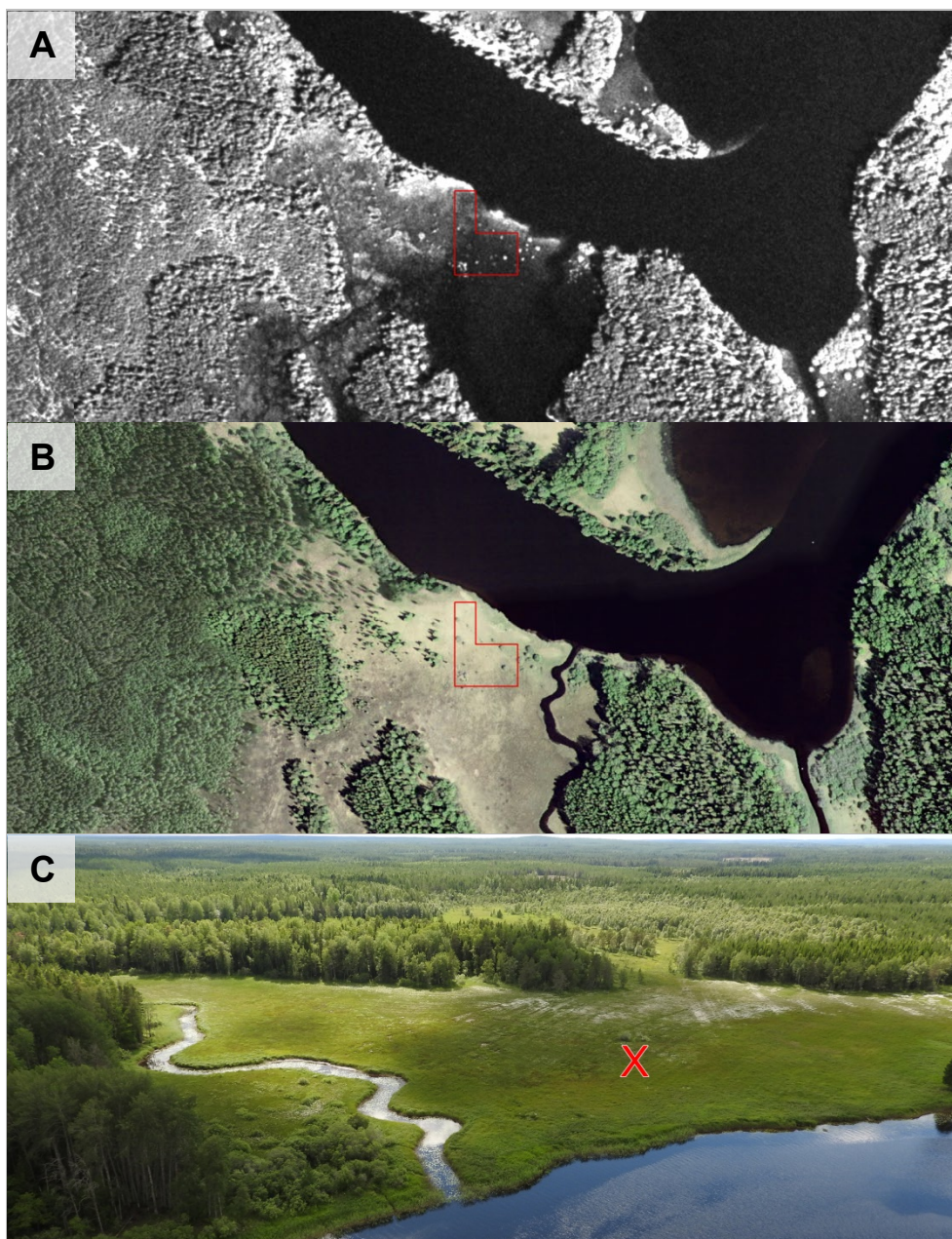
Figur 18 visar ett exempel på en FI-yta bedömd som "verifierad förändring" (se Figur 17). Den troliga orsaken är en sänkt vattennivå och att området inte längre svämms över.



Figur 18. Fältundersökt FI-yta bedömd som "verifierad förändring" (utvärderingsområde 2, yta nr 17, Ädelfors, Vetlanda kommun, Jönköpings län). A) Ortofoto från 1996 där en röd linje markerar den 0,5 ha stora utvärderingsytan. B) Ortofoto från 2006. C) Foto från 2017 i sydlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Lisa Tenning, Länsstyrelsen Jämtland.



Minst 53 av de 236 FI-ytor som bedömts som "svårbedömt men komponenterna finns" (se Figur 17) ligger i översvämningssområden där vattennivåfluktuationer förekommer. Vid tidpunkt 1 så är dessa ytor relativt blöta jämfört med tidpunkt 2 då det blivit torrare och ökad biomassa detekteras i förändringsanalysen. Figur 19 visar en av dessa svårbedömda FI-ytor.



Figur 19. Fältundersökt FI-yta bedömd som "svårbedömt men komponenterna finns" (utvärderingsområde 1, yta nr 67, Ångsösundet, Sala kommun, Västmanlands län) där förändringarna främst beror på översvämningar. A) Ortofoto från 1995 där en röd linje markerar den 0,5 ha stora utvärderingsytan. B) Ortofoto från 2009. C) Foto från 2016 i sydlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Henrik Berg, Länsstyrelsen Västmanland.

Figur 20 visar en fältundersökt FI-yta bedömd som "svårbedömt men komponenterna finns" där det visserligen pågår en igenväxning av en före detta slättermark men det är svårt att fastställa om förändringen inträffat under den undersökta perioden.

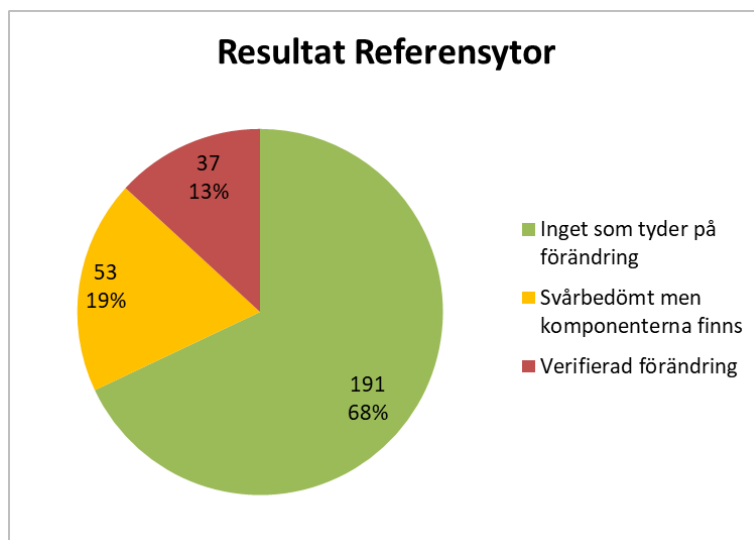


**Figur 20. Fältundersökt FI-yta bedömd som "svårbedömt men komponenterna finns" där det visserligen pågår en igenväxning av en före detta slättermark men det är svårt att fastställa om förändringen inträffat under den undersökta perioden (utvärderingsområde 2, yta nr 66, Tennäng, Mora kommun, Dalarnas län). Foto från 2013 i sydöstlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Urban Gunnarsson, Länsstyrelsen Dalarna.**



### 3.2.3 Överensstämmelse för referensytorna

För de 281 undersökta referensytorna var det 68 % (191 ytor) som bedömdes som "inget som tyder på förändring", 19 % (53 ytor) bedömdes som "svårbedömt men komponenterna finns" och 13 % (37 ytor) bedömdes som "verifierad förändring".



Figur 21. Resultat referensytor. Överensstämmelsen för de slumpmässigt valda referensytorna ligger mellan 74 % och 84 %.

Utvärderingen visar att överensstämmelsen för de slumpmässigt valda referensytorna ligger mellan 68 % och 87 % (Figur 21).

Figur 22 visar ett exempel på en referensyta som bedömts som "inget som tyder på förändring" (se Figur 21).

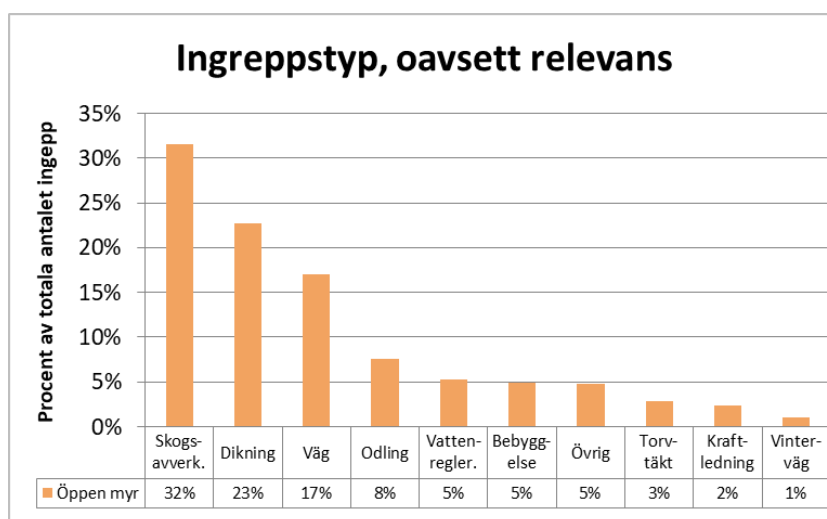


Figur 22. Fältundersökt referensyta bedömd som "inget som tyder på förändring" (utvärderingsområde 4, yta nr 28, Gideåbergsmyrarna, Sollefteå kommun, Västernorrlands län). Foto från 2012 i nordvästlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Jonas Salmonsson, Länsstyrelsen Västernorrland.



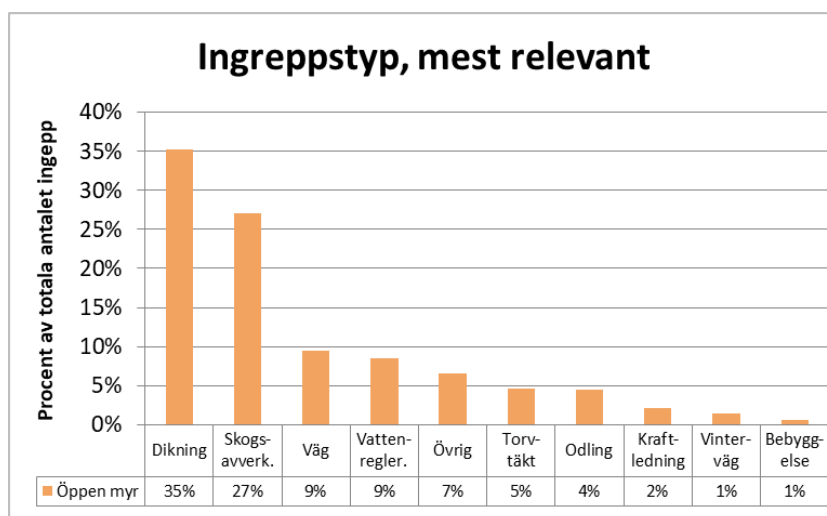
### 3.2.4 Ingrepp/orsak

Vid flygbildstolkning dokumenteras alla ingrepp/orsaker som syns i ytorna och inom en 500 meter buffertzona. Av de 929 FI-ytorna studeras här de 867 ytor med förekomst av ingrepp/orsak. För respektive ingrepp/orsak redovisas även en inbördes relevans. De olika ingreppen/orsakerna grupperas här i 10 olika ingreppstyper för att kunna presenteras tydligare. Fördelningen av alla noterade ingreppstyper (oavsett relevans) kring FI-ytorna visas i figuren nedan (Figur 23). Där framgår det att vanligast ingreppstyp var skogsavverkning (32 %); därefter var fördelningen dikning (23 %), väg (17 %), odlingsmark (8 %).



Figur 23. De vanligaste ingreppstyperna för ytor med förändringsindikation då alla noterade ingreppstyper anges utan att ta hänsyn till relevans.

Om man enbart tittar på de ingreppstyper som hade högst relevans för respektive utvärderingsyta framträder dikning som den mest relevanta ingreppstypen för förändringsindikationen med 35 % av alla ingrepp (Figur 24).



Figur 24. De vanligaste ingreppstyperna då enbart de med högst relevans för respektive FI-yta inkluderats.

Ingrepptypen "Dikning" utgörs främst av ingreppet "Dikning" (men även "Uträtad bäck"). Ingrepptypen "Skogsavverkning" består främst av ingreppen "Hygge" och "Ungskog". Ingrepptypen "Vattenreglering" består främst av ingreppen "Vattennivåfluktuationer", "Sjösänkning" och "Vattennivåreglering (fjärreffekt)". Ingrepptypen "Övrigt" utgörs främst av ingreppen "Upphörd slätter" och "Upphörd hävd". Ingrepptypen "Odling" består främst av ingreppet "Odlingsmark". Ingrepptypen "Vinterväg" utgörs främst av ingreppet "Vinterväg" men även "Barmarkskörning".

Inom en 500 meter buffertzoon kring de 929 förändringsindikationsytorna som utvärderats har alla ingrepp/orsaker dokumenterats. De ingrepptyper som bedömdes vara mest relevanta för respektive förändringsindikationsyta fördelade sig enligt följande: dikning (35 %), skogsavverkning (27 %), väg (9 %) och vattenreglering (9 %) (Figur 24).

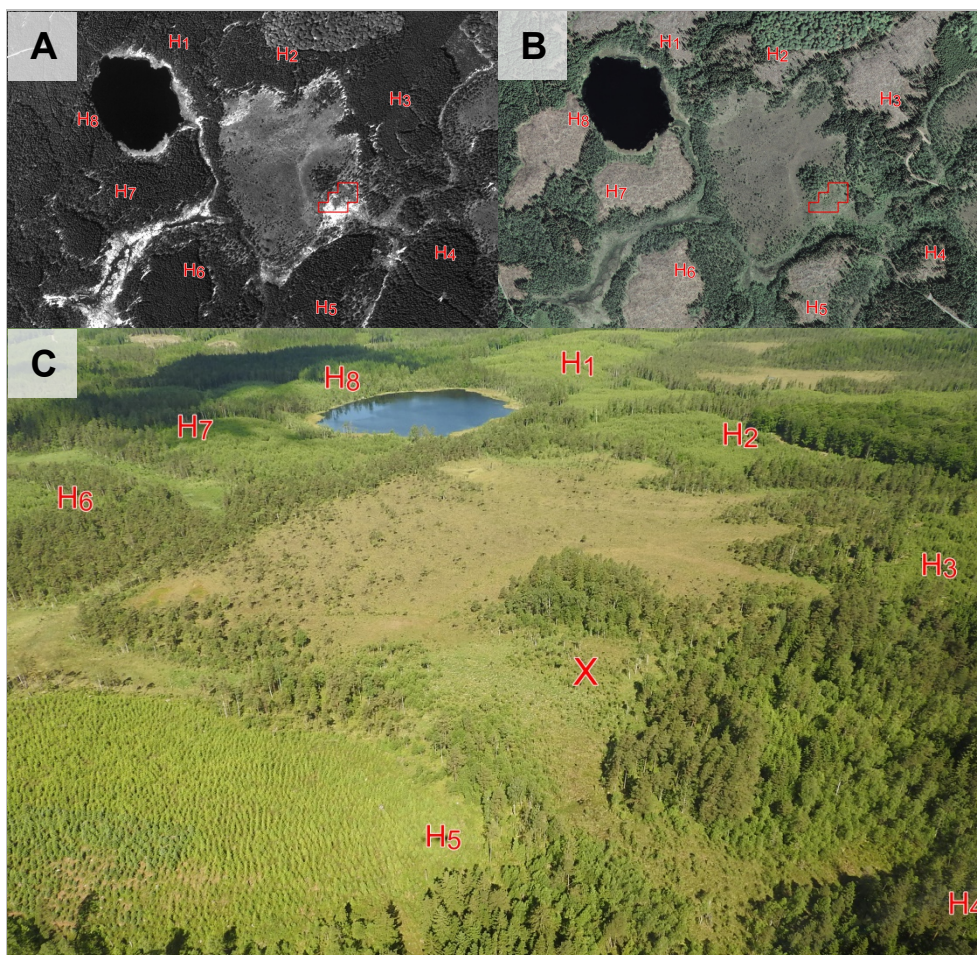
Dikning är med ca 35 % den vanligaste ingrepptypen enligt utvärderingen (se Figur 24). Figur 25 visar en fältundersökt yta där främsta ingrepptypen är dikning. Ytan är bedömd som "verifierad förändring". Här har diken haft en tydlig avvattande effekt, vilket man kan se på det relativt kraftiga uppslaget av buskar och småträd i hela myren. Sannolikt finns den avvattande effekten kvar även idag. I takt med att buskar och träd etablerar sig påskyndas också upptorkningen av myren, vilket i sin tur påskyndar igenväxningen. I kanten mot hygget ser det grönt och frodigt ut, troligtvis kan hygget i slutningen mot myren bidra till ökad näringstillförsel och därmed ge ökad vegetationstillväxt.



Figur 25. Fältundersökt yta där främsta ingrepptypen är dikning. Ytan är bedömd som "verifierad förändring" (utvärderingsområde 3, yta nr 41, Herrestadsfjället, Uddevalla kommun) med kommentar "Tydlig förändring till icke öppen myr". Foto: Per-Olof Martinsson, Länsstyrelsen Västra Götaland.



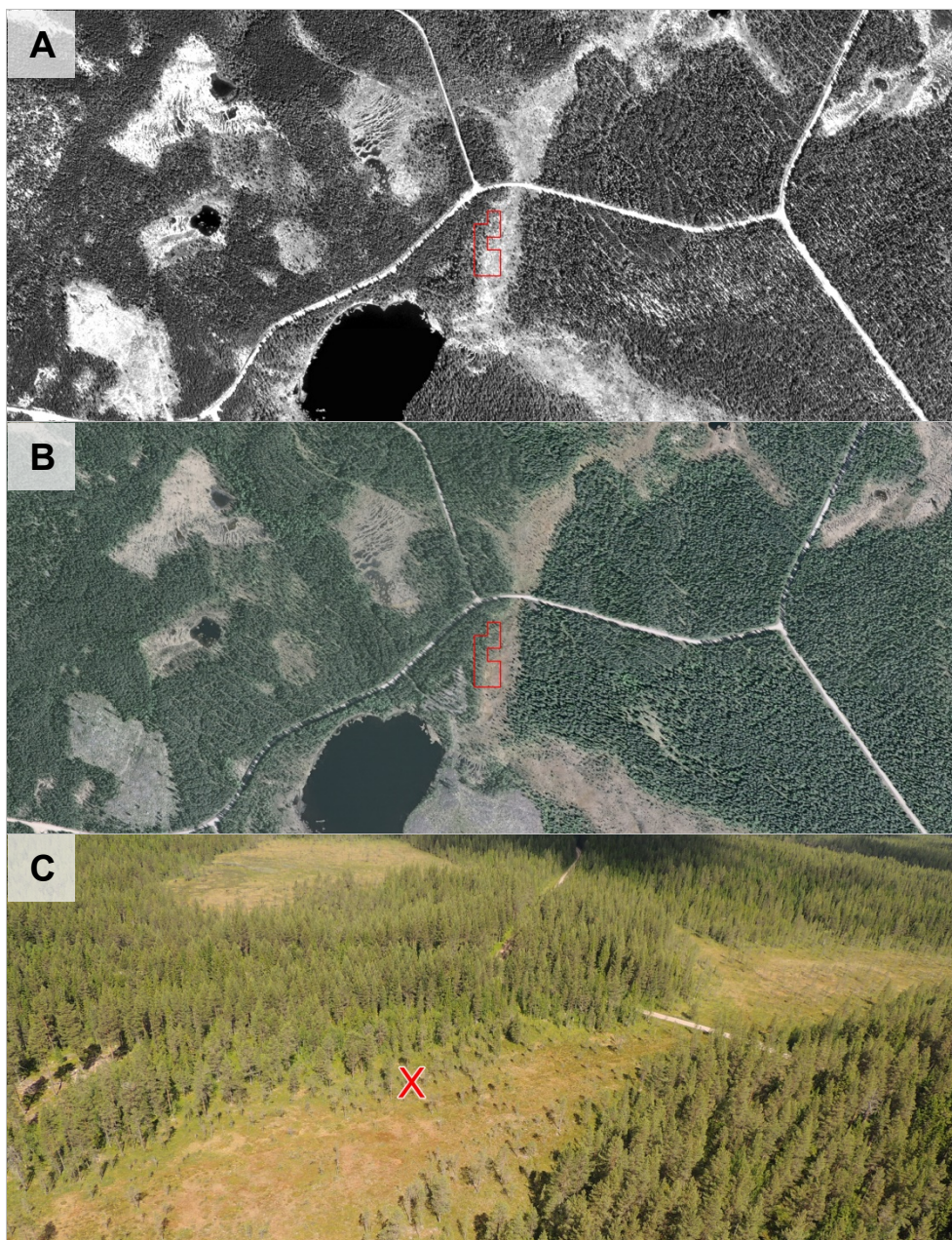
Figur 26 visar ett exempel på skogsavverkning, den näst vanligaste ingreppstypen enligt utvärderingen (se Figur 24). Noteringar från fältkontrollen: "Ytan grön, skiljer sig från högmossen runt omkring. Är ett kärrparti mellan hygge och högmosse. Björk har fått fäste, det har torkat upp p.g.a. skogsbruk. Många kringliggande hyggen. Diket gammalt."



Figur 26. FI-yta där främsta ingreppstypen är skogsavverkning (utvärderingsområde 1, yta nr 14, Abborrasjön, Falkenbergs kommun, Hallands län). Åtta kringliggande hyggen är markerade med H<sub>1</sub>-H<sub>8</sub>. A) Ortofoto från 1996 där en röd linje markerar den 0,5 ha stora utvärderingsytan. B) Ortofoto från 2006. C) Foto från 2017 i nordvästlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Lars-Åke Flodin, Länsstyrelsen Halland.



Figur 27 visar ett exempel på väg, den tredje vanligaste ingreppstypen enligt utvärderingen (se Figur 24). Noteringar från fältkontrollen: "Mer björk än naturligt. Gallring i kanten."



Figur 27. FI-yta där en väg passerar genom myren (utvärderingsområde 1, yta nr 11, Rackasomyran, Ljusdals kommun, Gävleborgs län). A) Ortofoto från 2000 där en röd linje markerar den 0,5 ha stora utvärderingsytan. B) Ortofoto från 2010. C) Foto från 2013 i nordvästlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Urban Gunnarsson, Länsstyrelsen Dalarna.

Figur 18 (ovan) visar ett exempel på ingreppstypen vattenreglering, den fjärde vanligaste ingreppstypen enligt utvärderingen (se Figur 24). Den troliga orsaken är en sänkt vattennivå och att området inte längre svämms över.



Figur 19 (ovan) visar ett annat exempel på ingreppstypen vattenreglering som är kopplat till blöthet i ena satellitscenen. Utvärderingsytan ligger i ett översvämningssområde med vattennivåfluktuationer. Vid tidpunkt 1 så är dessa ytor relativt blöta jämfört med tidpunkt 2 då det blivit torrare och ökad biomassa detekteras i förändringsanalysen.

Figur 28 visar ett exempel på ett område med upphörd slåtter (ingreppstyp "Övrigt" i Figur 24) och med rester av lador. Noteringar från fältkontrollen: "Frodig vegetation vid bäck. Före detta slåttermyr. Rester av lada finns inom ytan."



Figur 28. FI-yta i område med upphörd slåtter och med rester av lador (utvärderingsområde 2, yta nr 32, Pellirova, Pajala kommun, Norrbottens län). Foto från 2008 i sydöstlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Susanne Backe, Länsstyrelsen Norrbotten.

Figur 29 visar ett exempel på ett område med naturlig succession (ingreppstyp "Övrigt" i Figur 24) vilket betyder att myrmarken naturligt håller på att växa igen och nått en naturlig brytpunkt där t.ex. vide eller björk fått fäste. Noteringar från fältkontrollen: "Sjön växer igen, naturlig succession".



Figur 29. FI-yta i område med naturlig succession (utvärderingsområde 3, yta nr 36, Heligmyran, Vilhelmina kommun, Västerbottens län). Foto från 2011 i nordvästlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Katarina Eriksson, Brockmann Geomatics.



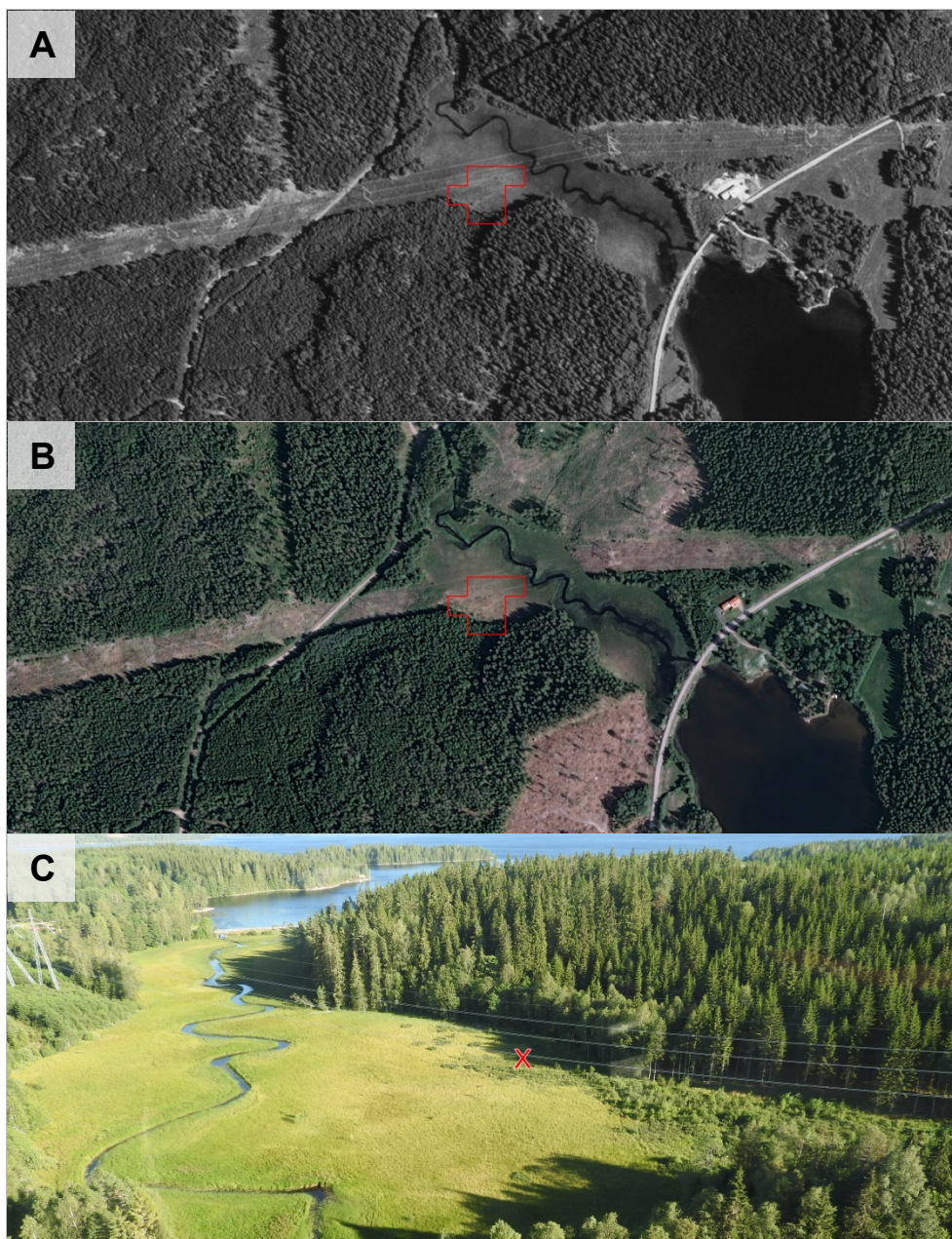
Figur 30 visar ett exempel på när en gammal torvtäkt växer igen, en mindre vanlig ingreppstyp enligt utvärderingen (se Figur 24).



Figur 30. FI-yta där främsta ingreppstypen är torvtäkt (utvärderingsområde 4, yta nr 8, Svartemossen, Hässleholms kommun, Skåne län). A) Ortofoto från 1997 där en röd linje markerar den 0,5 ha stora utvärderingsytan. B) Ortofoto från 2007. C) Foto från 2017 i västlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Lisa Tenning, Länsstyrelsen Jämtland.



Figur 31 visar ett exempel på ingreppstypen kraftledning (se Figur 24). Noteringar från fältkontrollen: "Allt mer buskar och träd har etablerat sig i kraftledningsgatan, vilket i sin tur bidragit till en torrare miljö och att igenväxningsvegetationen sakta men säkert fått fäste längre ut i kärret."



Figur 31. FI-yta där främsta ingreppstypen är kraftledning (utvärderingsområde 1, yta nr 30, Tenvik, Årjängs kommun, Värmlands län) A) Ortofoto från 2001 där en röd linje markerar den 0,5 ha stora utvärderingsytan. B) Ortofoto från 2008. C) Foto från 2015 i sydostlig riktning där ett rött kryss markerar utvärderingsytan, Therese Ericsson, Länsstyrelsen Värmland.

Figur 32 visar ett intressant område kring en utvärderingsyta. De många vattenfyllda groparna som syns i figuren grävdes på 1960-talet för att gynna fågellivet enligt ornitolog Leif Bertilsson (personlig kommunikation, 2016). De uppgrävda massorna lades i en hög bredvid varje grop, där det senare växte upp buskar. Buskarna blev ett problem eftersom kråkor ibland kan sitta där och spana på andra fåglars bon. Buskarna har därför röjts bort vid några tillfällen under årens lopp, men nu var det ett tag sedan vilket figuren visar.



**Figur 32. Fältundersökt yta med kommentar "Mycket märkligt område med vattenpölar och videbuskar fördelat över myren" (utvärderingsområde 2, yta nr 63, Hasselfors, Laxå kommun). Foto: Helena Rygne, Länsstyrelsen Örebro.**



## 3.3 Förändringskartor

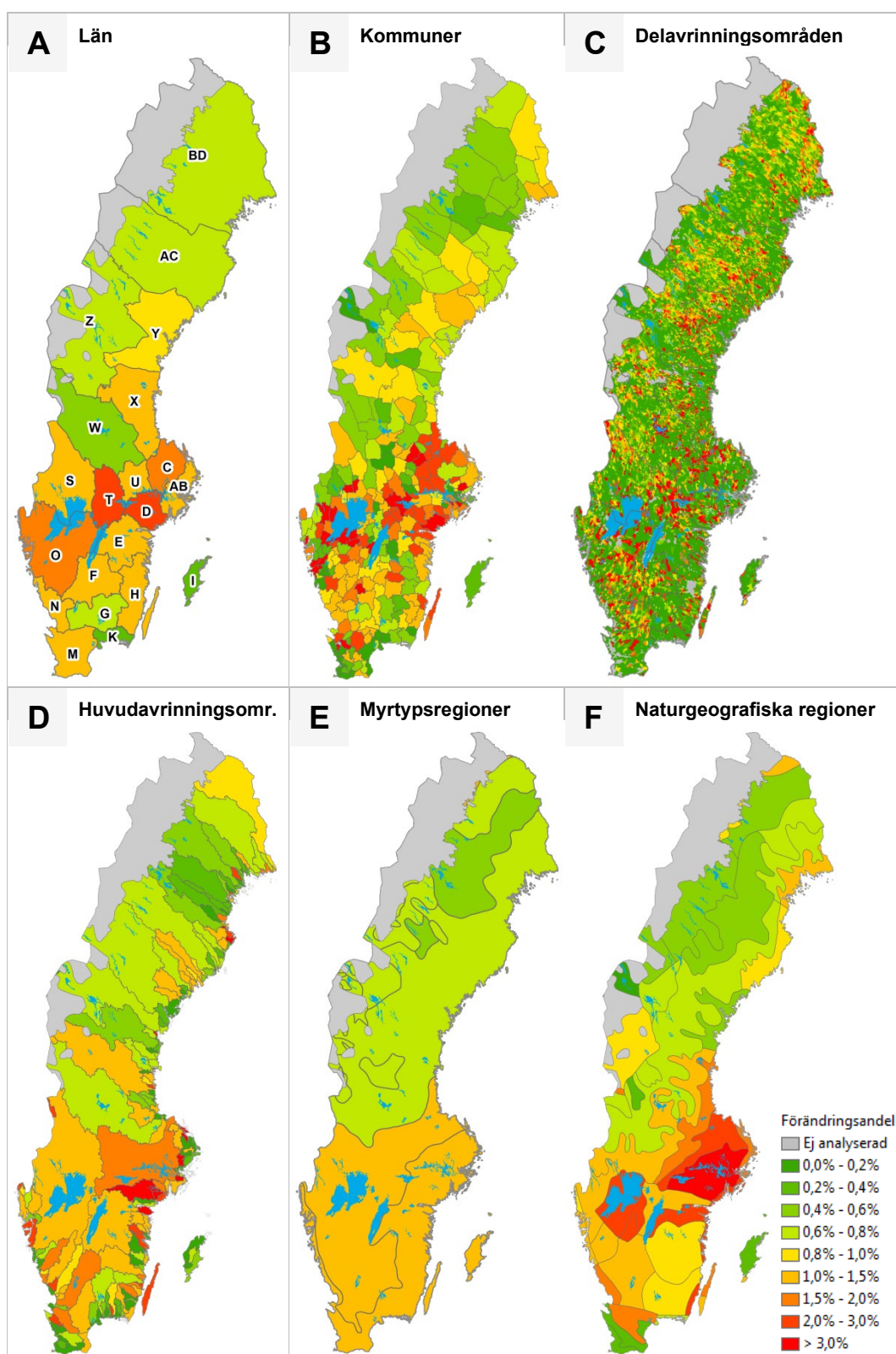
En viktig del i arbetet har varit att redovisa förändringsresultatet på ett relevant och överblickbart sätt som grund för vidare analys och jämförelser.

Förändringsklassningen redovisas därför även som förändringskartor: andel säker förändringsindikation per analyserad öppen myr för olika områdes- eller regionsindelningar. Förändringskartorna kan användas av miljömålsansvariga myndigheter på nationell och regional nivå för uppföljning av tillståndet i våtmarkerna.

### 3.3.1 Förändringskartor för olika områdes- och regionsindelningar

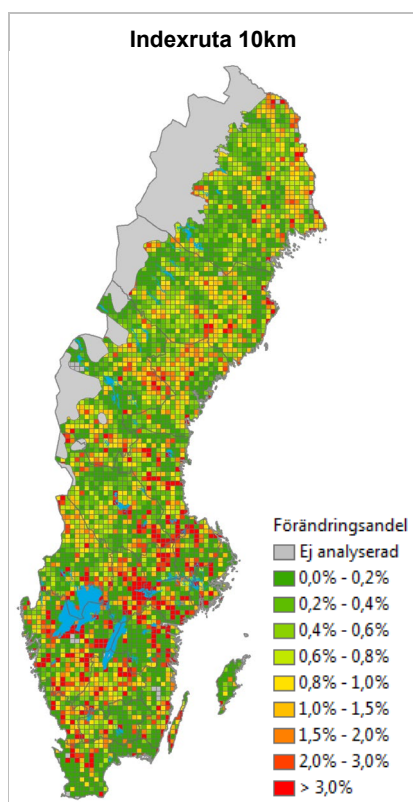
Förändringskartor med olika områdes- eller regionsindelningar är bra underlag för presentation och analys av hur förändringarna fördelar sig i landet. Figur 33 och Figur 34 visar 7 olika förändringskartor (med datakälla inom parentes):

- Län (Figur 33A; GSD) med läns-koder enligt Tabell 2,
- Kommuner (Figur 33B; GSD)
- Delavrinningsområden (Figur 33C; SMHI)
- Huvudavrinningsområden (Figur 33D; SMHI)
- Myrtypsregioner (Figur 33E; Gunnarsson & Löfroth 2009)
- Naturgeografiska regioner (Figur 33F; Nordiska ministerrådet 1984)
- Indexrutor 10 km (Figur 34; Lantmäteriet)



Figur 33. Förändringskartorna redovisar resultatet som andelen säker förändringsindikation per analyserad myr för olika områdes- eller regionsindelningar.

Figur 34 visar en "indexruta 10km"-förändringskarta som redovisar resultatet som andelen säker förändringsindikation per analyserad myr.



Figur 34. "Indexruta 10km"-förändringskarta som redovisar resultatet som andelen säker förändringsindikation per analyserad myr.

#### Var är det hög andel förändring?

Det finns en stark tendens att tätbebyggda områden i anslutning till jordbruksbygder har hög förändringsandel. Tydliga exempel på områden med hög förändringsandel finns i Östra Mellansverige kring Dalälven, Hjälmaren och Bråviken, samt i Västsverige vid Väneren och Väneröarna.

#### Var är det låg andel förändring?

Norrlandsläna, inklusive Dalarna, har relativt låg förändringsandel, vilket även våtmarkerna i Kronobergs, Blekinge och Gotlands län har.

### 3.3.2 Förändringar i kantzon till jordbruksmark

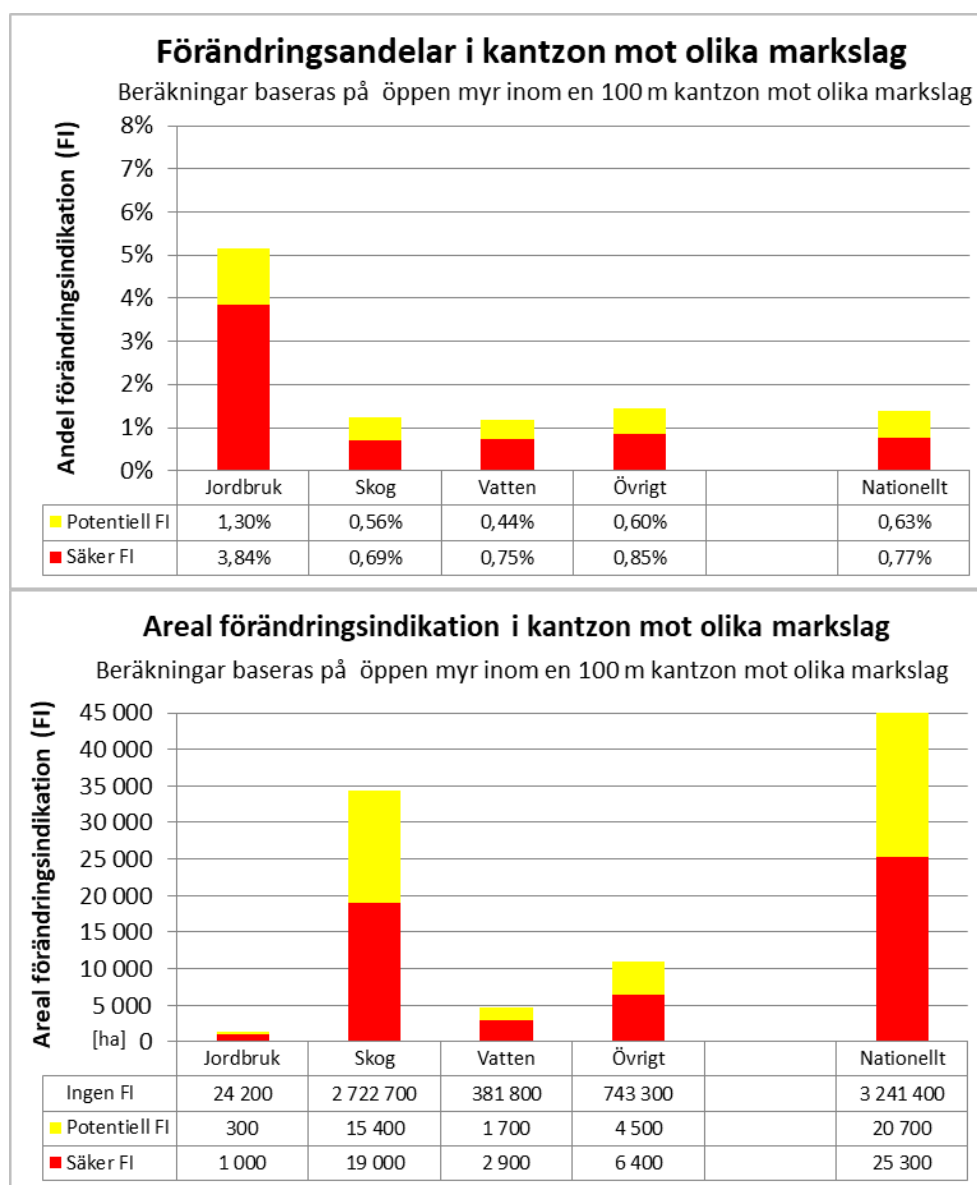
För att vidare undersöka om det finns samband mellan förekomst av främst jordbruksmarker och hög förändringsandel närliggande öppen myr gjordes följande analys.

Som ett första steg delades Svensk marktäckedata (SMD) in i fyra markslag; jordbruk, skog, vatten och övrigt. Till markslaget jordbruk avses här SMD-

klasserna: åkermark och frukt- och bärödling. Markslaget skog består av alla skogsklasser i SMD. Vatten består av klasserna för sjöar, vattendrag, kustlaguner, estuarier och kusthav. I markslaget övrigt ingår resterande klasser.

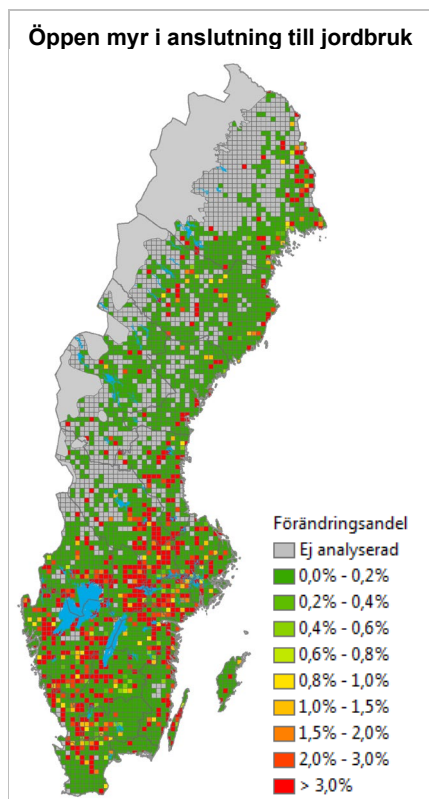
I nästa steg togs kantzoner fram inom den öppna myren. Öppen myr som ligger inom 100 m från jordbruk extraheras och förändringsandelen analyseras. Motsvarande gjordes för markslagen skog, vatten och övrigt.

Resultaten (Figur 35) visar att öppna myrar inom 100 m från jordbruksmark har en betydligt högre andel säker förändringsindikation (3,84 %) än medelförändringen i den öppna myren nationellt (0,77 %). För de övriga markslagen är skillnaden liten jämfört med medelförändringen.



Figur 35. Förändringar för öppen myr i kantzonen mot olika markslag. Överst) Andel förändringsindikation. Underst) Areal förändringsindikation.

Förändringarna inom kantzonen mot jordbruk (Figur 36) visar ett likartat geografiskt mönster av förändrade områden som för den öppna myren nationellt (Figur 34) men med en tydlig förhöjning av förändringsandelen i Sydvästsverige.



Figur 36. Förändringskarta för öppen myr inom en 100 m kantzon mot jordbruk.

#### Är öppen myr i anslutning till jordbruksmark mer förändrad?

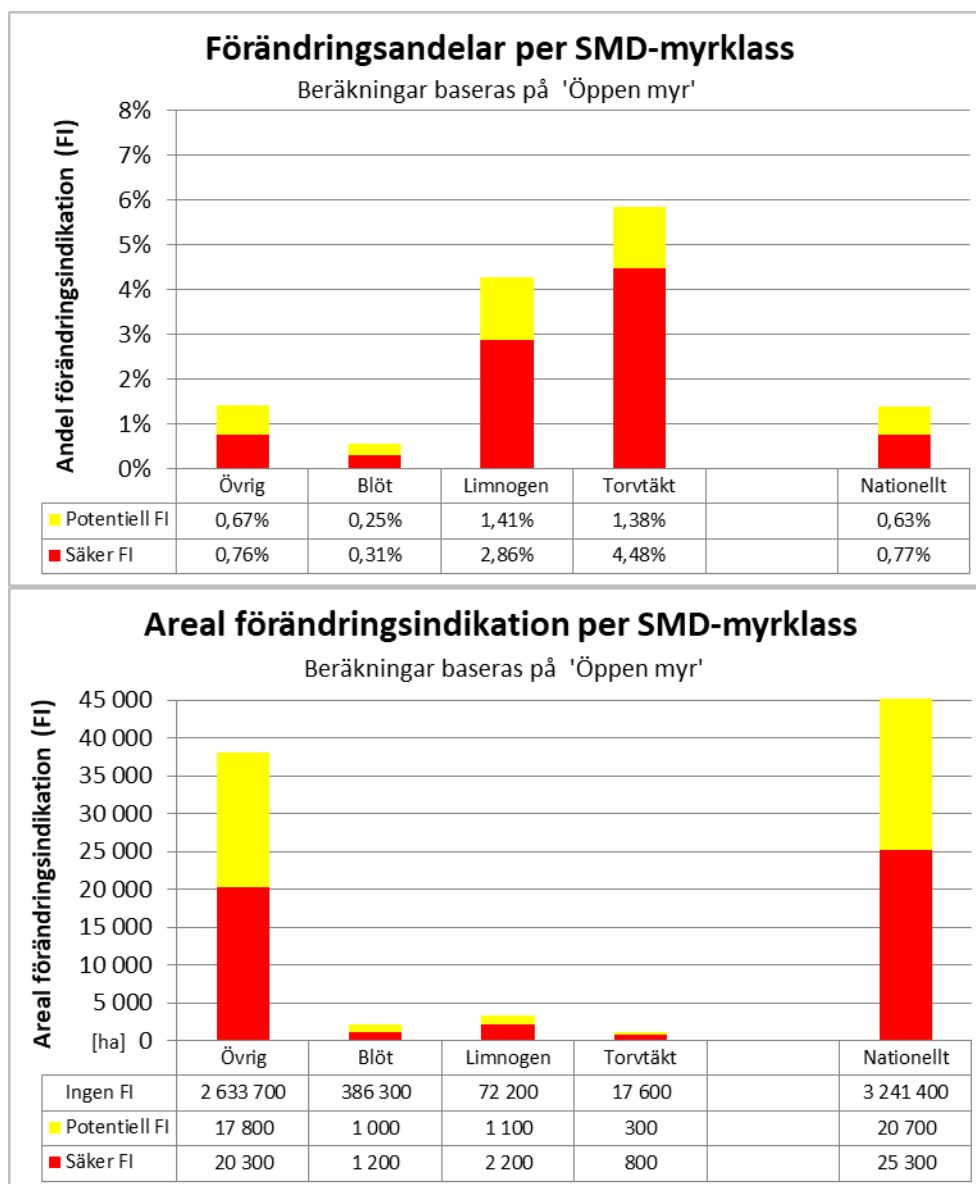
Ja, öppna myrar i anslutning till jordbruksmark har en betydligt högre förändringsandel än den öppna myren nationellt.

### 3.3.3 Förändringar i limnoga våtmarker

En analys av förändringsandelen för de olika våtmarksklasserna i SMD gjordes för att se vilken klass som hade störst förändringsandel. De våtmarksklasser som använts och som ingår i SMD är: övrig myr, blöt myr, limnoga våtmarker och torvtäkt. Limnoga våtmarker är strandvåtmarker runt sjöar och vattendrag.

Under arbetet med utvärderingen av förändringsklassningen noterades att limnoga våtmarker relativt ofta är mer förändrade än andra våtmarksklasser i SMD. För att studera detta undersöktes förändringsandelen i de olika våtmarksklasserna som även utgör våtmarksmasken.

Av de våtmarksklasser som ingår i SMD visar torvtäkt högst förändringsandel (Figur 37). Torvtäkt har dock en relativt liten yta men där torvtäkter finns är förändringsandelen hög. Limnogen våtmarker har en högre förändringsandel (2,86 %) än övrig myr och blöt myr (Figur 37). Orsaken kan vara förändrade vattennivåfluktuationer runt reglerade sjöar och vattendrag med förändrad översvämningfrekvens, upphörd slåtter och bete i strandvåtmarkerna och en förändrad markanvändning.

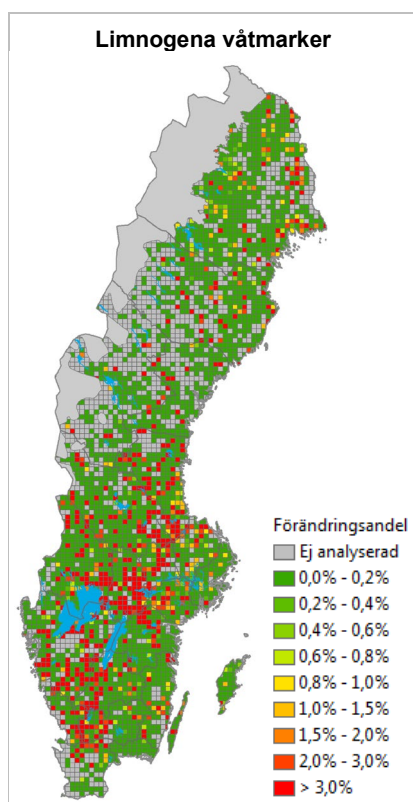


**Figur 37. Förändringar för öppen myr per SMD-myrrklass.**  
Överst) Andel förändringsindikation. Underst) Areal förändringsindikation.

Blöta myrar har en mycket lägre förändringsandel (0,31 %), dvs. knappt hälften så hög förändringsandel som det nationella snittet (0,77 %).



Förändringarna för de limnoga våtmarkerna (Figur 38) visar ett likartat geografiskt mönster som förändringarna inom kantzonen mot jordbruk (Figur 36).



Figur 38. Förändringskarta för limnoga våtmarker.

**Vilka våtmarksklasser har hög andel förändring?**

En analys av de olika våtmarksklasserna som ingår i SMD visar att torvtäkter och limnoga våtmarker har hög förändringsandel.

**Vilka våtmarksklasser har låg andel förändring?**

Blöta myrar har låg förändringsandel, hälften så hög som hos våtmarkerna generellt. Antagligen är igenväxningen av dessa långsammare än för övriga våtmarker.

## 4 Jämförelse med VMI

Våtmarksinventeringen, VMI, är den nationella inventeringen av våtmarker i Sverige. Den utgör en grundläggande och systematisk beskrivning och naturvärdesbedömning av våtmarkernas tillstånd i Sverige och gjordes länsvis från början av 1980-talet till 1994 då Norrbottens inventering var klar. I detta kapitel görs en nationell uppföljning av VMI genom jämförelser med den satellitbaserade våtmarksövervakningen.

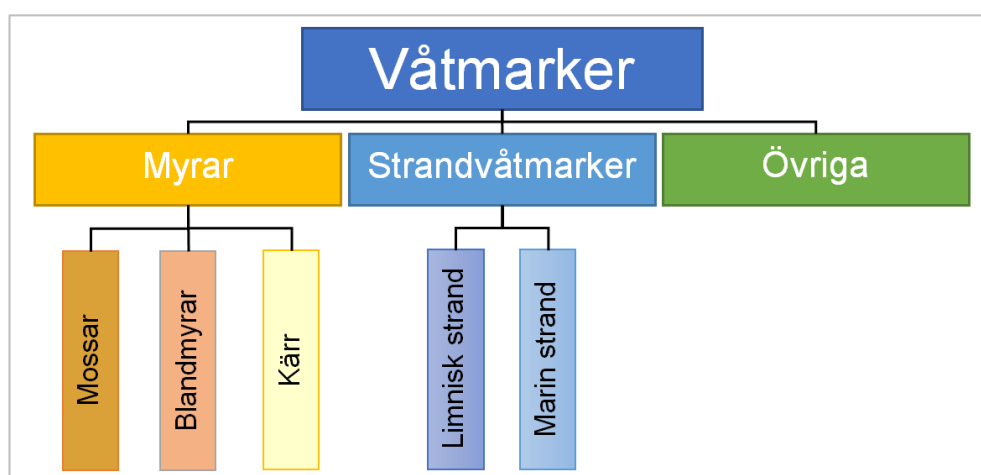
### 4.1 Definition av våtmark och myr i VMI

Många upplever indelningen av våtmarkerna som komplex, men det finns några enkla definitioner och uppdelningar att ta fasta på. Våtmarker är rent krasst marker där man blir blöt om fötterna då man beträder dem, åtminstone de blöta delarna av året och stövlar är oftast en lämplig fotbeklädning. Det finns en definition i VMI som väl beskriver våtmarkerna (se faktaruta).

#### Våtmarksdefinition, använd under VMI

"Våtmarker är sådan mark där vatten under stor del av året finns nära under, i eller över markytan, samt vegetationstäckta vattenområden. Minst 50 % av vegetationen bör vara hydrofil, d.v.s. fuktighetsälskande, för att man skall kunna kalla ett område för våtmark. Ett undantag är tidvis torrlagda bottenområden i sjöar, hav och vattendrag, de räknas som våtmarker trots att de saknar vegetation."

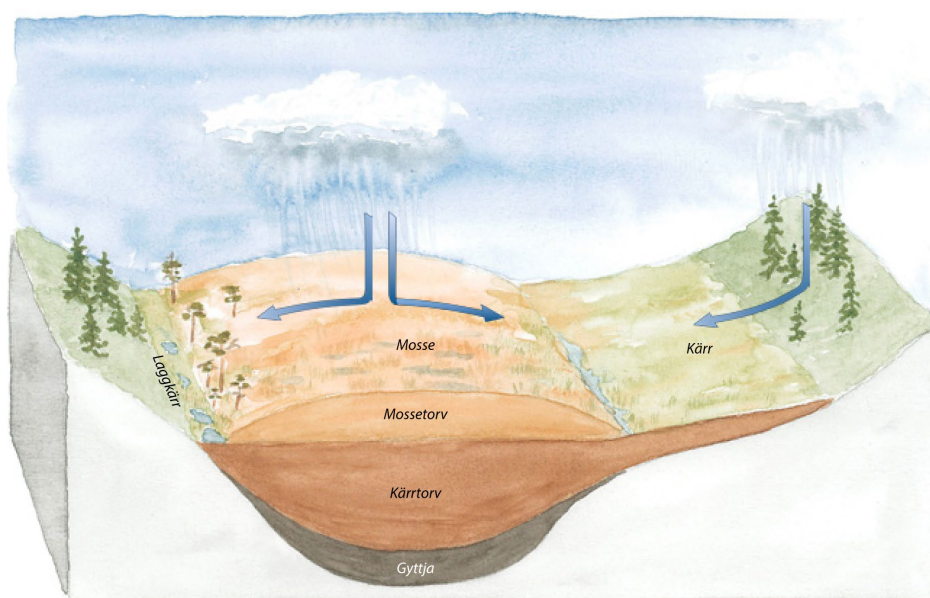
Våtmarker enligt VMI inkluderar: myrar, strandvåtmarker och övriga våtmarker (Figur 39; Gunnarsson & Löfroth 2009).



Figur 39. Uppdelning av våtmarker i olika våtmarksklasser enligt VMI.

**Myrar** är en delmängd av våtmarkerna som definieras av att de ska ha en aktiv torvbildning. De producerar aktivt ny torv genom vegetationens fotosyntes och att nedbrytningen av växtdelarna är långsam i den syrefria miljö som råder på myrarna. Vegetationsfria torvtäckter är rent principiellt inte en myr eftersom de

saknar aktiv torvbildning, även om de i olika sammanhang inkluderas bland våtmarker som en förenkling. Myrarna delas vidare upp i mossar, kärr och blandmyrar. Den viktiga skillnaden mellan mossar och kärr är var de får vattnet ifrån. Mossar kan vara svagt välvda eller ha en tydligt välvd mossekupol och därför får vegetationen på mosseplanet endast näringsfattigt regnvatten, medan kärren är plana och får förutom regnvatten även mineralrikt vatten via olika grundvattenflöden (Figur 40). Blandmyrar har både kärr- och mosseinslag och de kan exempelvis vara strängblandmyrar med mossepartier i långa strängar.



Figur 40. Mossen växer på höjden och vegetationen på mosseplanet får endast vatten direkt från nederbörden. Mellan mossen och fastmarken bildas ofta ett smalt och mycket blött laggkärr. Kärrret får vatten som kommer från omkringliggande fastmark. Illustration: Lotta Ström (Länsstyrelsen 2015).

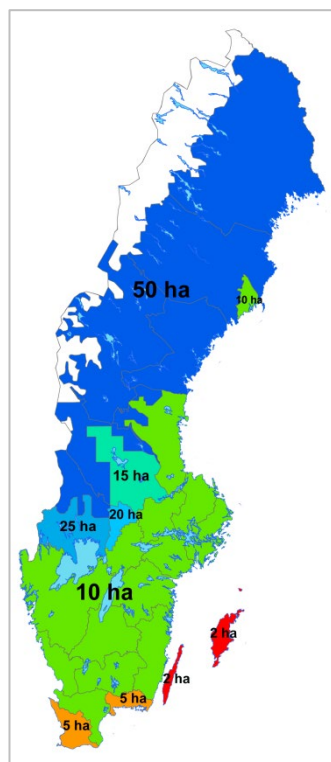
**Strandvåtmarkerna** delas upp i marin och limnisk strand beroende på om de är salt- eller sötvattenpåverkade. Sötvattenstränderna är vidare uppdelade efter om de är belägna vid en sjö eller ett vattendrag.

**Övriga våtmarker**, som inte är stränder eller myrar, delas upp i öppen och skogbevuxen våtmark. De öppna typerna består av exempelvis fuktängar och fukthedar och skogbevuxen av sumpskogar.

I VMI ingick att utifrån flygbilder klassa alla ingående våtmarker till våtmarkstyp och utifrån var de finns och dominerar har myrtypsregioner skapats (Figur 9; Gunnarsson & Löfroth 2009). Myrarna är de våtmarker som nationellt täcker störst yta men är inte alltid den dominerande våtmarksklassen i landskapet, exempelvis i sydöstra Sverige är myrarna ganska fåtaliga och små och där dominerar istället strandvåtmarkerna. Kärr är den myrtyp som nationellt täcker störst areal, och då har de topogena kärren störst arealtäckning i Sverige (Gunnarsson & Löfroth 2009).

## 4.2 Vad gjordes inom VMI?

Under de inventeringar som gjordes under VMI beskrevs alla våtmarker över en viss arealgräns. I princip var det våtmarker som var större än 10 hektar i södra Sverige och över 50 hektar i norr (Figur 41; Gunnarsson & Löfroth 2009).

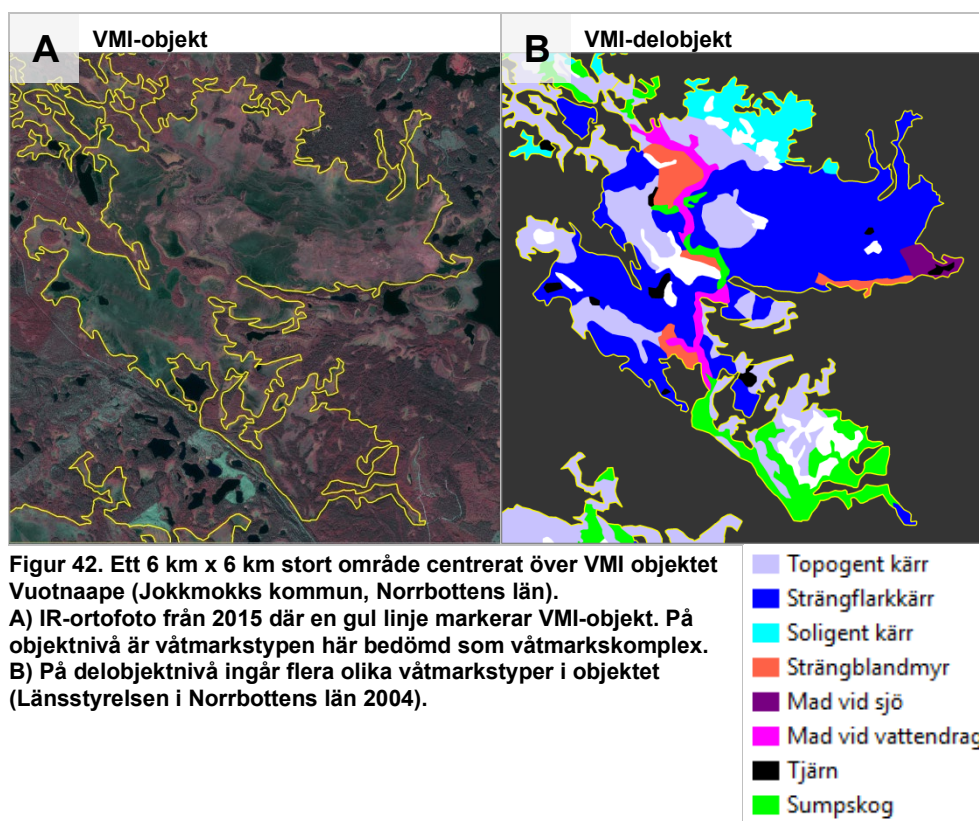


Figur 41. De minsta arealgränserna som använts i VMI, generellt sett användes 10 hektar i södra Sverige och 50 hektar i norr (Gunnarsson & Löfroth 2009).

Med flygbildstolkning och fältinventering avgränsades/bedömdes våtmarksobjekt och dess delobjekt med avseende på våtmarkstyp, påverkansgrad och ingrepp. Utifrån våtmarksobjektens kvalitéer gjordes sedan en naturvärdesklassning.

Indelningen av **våtmarkstyper** gjordes främst på delobjektsnivå, men även på objektsnivå. Våtmarkstypernas indelningssystem för delobjekten respektive objekten är inte alltid identiska. Till exempel om delobjekten (i ett objekt) är olika typer av mossar och kärr, klassas objektet till "myrkomplex". Totalt användes 35 olika våtmarkstyper för VMI-objekten: *koncentrisk mosse*, *excentrisk mosse*, *sluttande mosse*, *platåformigt välvd mosse*, *svagt välvd mosse*, *mosse av nordlig typ*, *obestämbär mosse*, *mossekomplex*, *topogent kärr*, *soligent kärr*, *backkärr*, *kärrkomplex*, *blandmyr av mosaiktyp*, *strängblandmyr*, *blandmyrkomplex*, *obestämbär myr*, *myrkomplex*, *våtmarksstrand vid sjö*, *mad vid sjö*, *våtmarksstrand vid vattendrag*, *mad vid vattendrag*, *bevuxen sjö*, *limnogent strandkomplex*, *marint strandkomplex*, *marint våtmarkskomplex*, *strandkomplex*, *fuktäng*, *fukthed*, *tidvis översvämmad mark av gulptyp*, *sumpskog*, *obestämbär våtmark*, *komplex av våta marktyper och våtmarkskomplex*.

Objekt klassade som obestämbara (t.ex. obestämbär mosse) blev det eftersom de oftast var så förstörda/påverkade att de inte gick att identifiera exakt vilken våtmarkstyp det rörde sig om. Vid VMI klassades samtliga objekt och delobjekt till våtmarkstyp, se exempel i Figur 42.



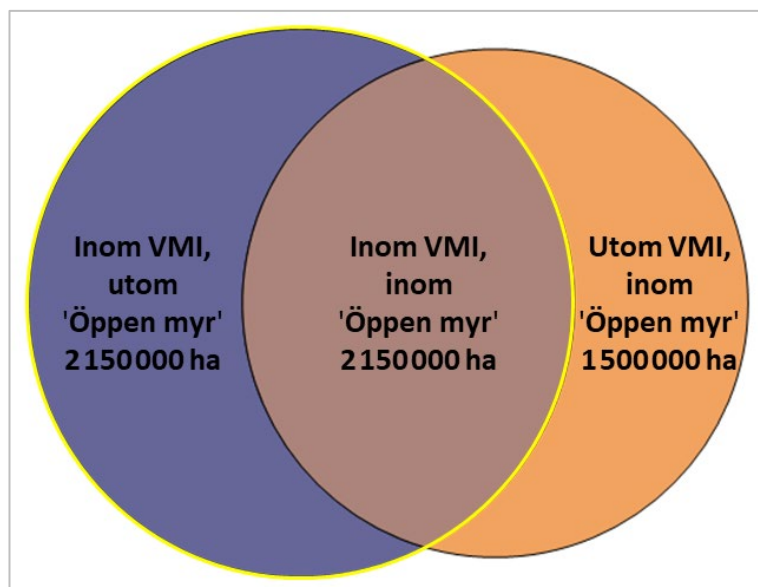
**Påverkansgrad** på objektsnivå var en bedömning av den totala hydrologiska påverkan och störning som mänskliga ingrepp orsakat i objekten. Denna delades in i sex grader av hydrologisk påverkan: *helt opåverkat*, *svag generell påverkan*, *stark generell påverkan*, *svag lokal påverkan*, *stark lokal påverkan* och *helt eller delvis förstört*. De olika typer av **ingrepp** som kunde ses i flygbild registrerades också på objektsnivå.

Utifrån våtmarkernas kvalitéer gjorde man sedan en **naturvärdesklassning** inom respektive inventerat län (kombinerat med naturgeografisk region). Klassningen var uppdelad på fyra klasser, där naturvärdesklass 1 var de 10 % mest värdefulla våtmarkerna, naturvärdesklass 2 var de därefter 20 % med högsta värdena, naturvärdesklass 3 innehöll resten förutom de förstörda våtmarkerna som blev tilldelade den lägsta naturvärdesklassen, naturvärdesklass 4.

Naturvärdesklassningen togs fram genom ett poängsättningssystem och består av flera faktorer: storlek, orördhet, mångformighet och raritet (se vidare Gunnarsson & Löfroth 2009).

## 4.3 Undersökningsområden och tidpunkter

Eftersom VMI och våtmarksövervakningen har haft olika undersökningsområden behöver man vid en jämförelse identifiera de områden som ingår i båda inventeringarna. I Figur 43 visas hur stora arealer som ingår i de olika inventeringarna och de 2 150 000 ha som sammanfaller används i analysen nedan.

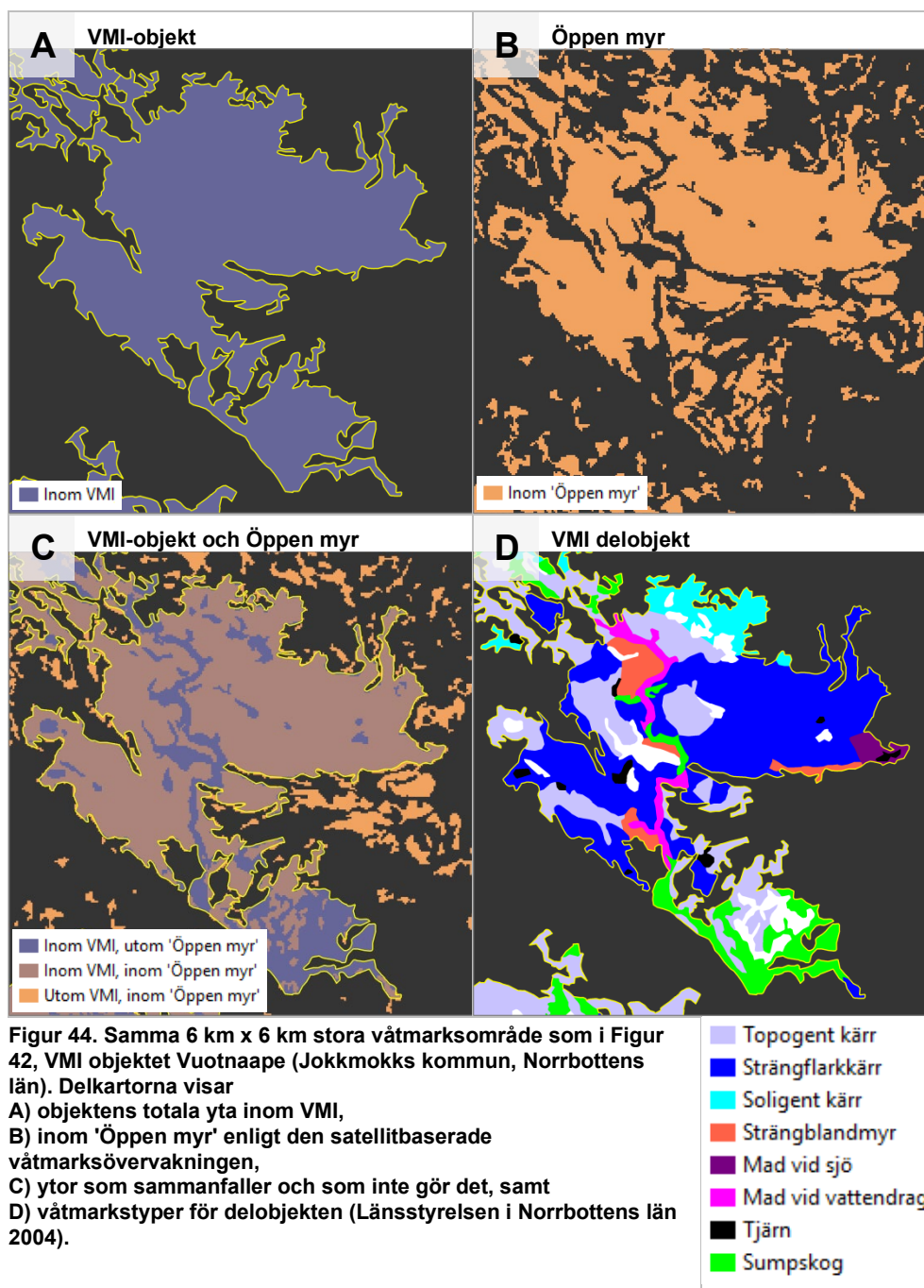


**Figur 43. Analyserade områden för VMI, våtmarksövervakningen och överlappet mellan dessa. Våtmarksobjektens totala yta inom VMI är ca 4 300 000 ha. Området som analyserades inom den satellitbaserade våtmarksövervakningen kallas här 'Öppen myr' och är totalt ca 3 650 000 ha. Överlappet, dvs. myrar som både ingår i VMI och våtmarksövervakningen, uppgår till ca 2 150 000 ha.**

De områden som anges "Inom VMI, utom Öppen myr" i Figur 43, utgörs bl.a. av våtmark med krontäckning på mer än 30 %, strandvåtmarker som inte är myr eller övriga våtmarker. Områden som anges "Utom VMI, inom Öppen myr" är huvudsakligen små myrar som fallit under arealgränsen för att inkluderas i VMI.

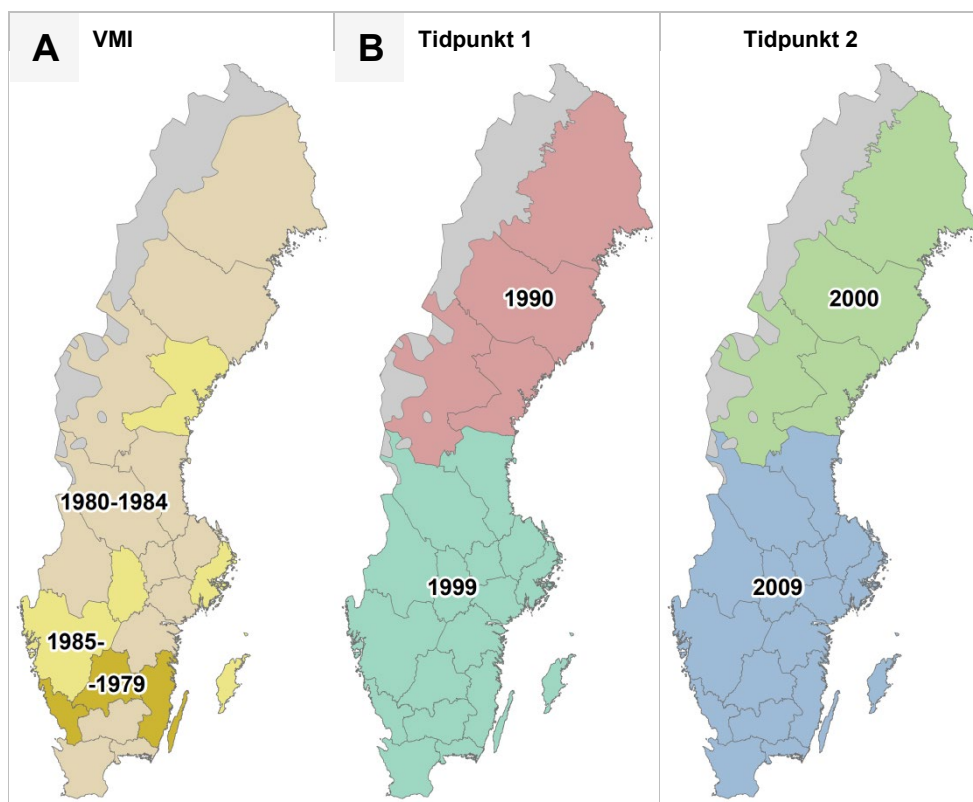
Ett exempel på de olika undersökningsområdena visas i Figur 44; VMI (Figur 44A), våtmarksövervakningen (Figur 44B) och deras överlapp (Figur 44C) där det framgår att små myrar faller utanför VMI. I exemplet syns också att de våtmarkstyper inom VMI som inte är öppen myr är sumpskog och mad vid vattendrag och tjärn, vilka inte ingår i våtmarksövervakningen (Figur 44D).





Eftersom VMI gjordes före digitaliseringens era, förutom i Norrbottens län, fanns objekten först enbart som utritade kartöverlägg. Dessa objekt har dock digitaliserats av Naturvårdsverket, med då inte på delobjektsnivå. En kartografisk jämförelse med förändringsanalysen kan därför bara göras på objektsnivå.

Flygbilderna som användes i VMI var huvudsakligen fotograferade i början av 1980-talet men årtalet för flygbilderna varierade något (Figur 45).



Figur 45. Tidpunkter (förenklade) för undersökningarna A) VMI: De flygbildstolkade objektens flygbildsår. Tidigt 1980-tal för nästan hela Sverige. B) Satellitbaserad våtmarksövervakning, tidpunkt 1 (satellitbildsår). 1990 i norra Sverige och 1999 i södra Sverige. C) Satellitbaserad våtmarksövervakning, tidpunkt 2 (satellitbildsår). 2000 i norra Sverige och 2009 i södra Sverige.

## 4.4 Jämförelse och resultat

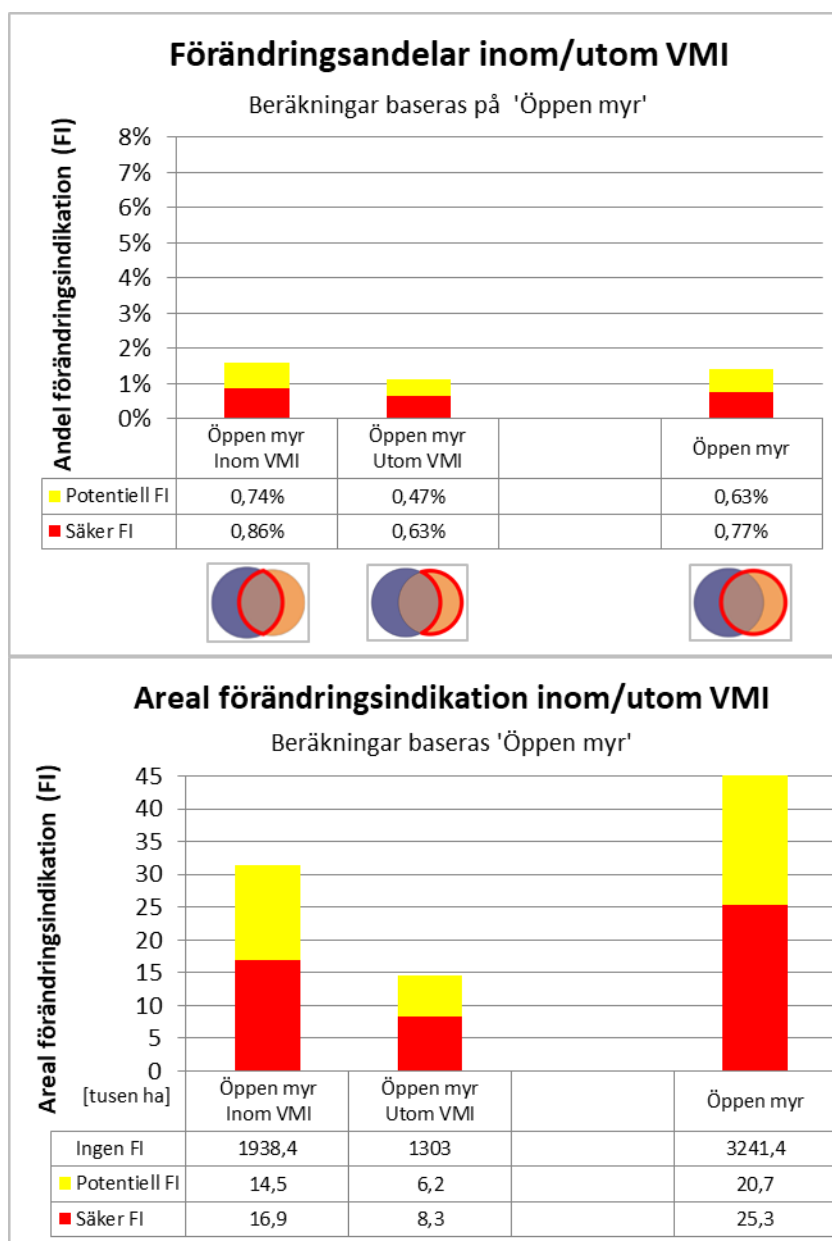
Resultaten från den satellitbaserade våtmarksövervakningen jämförs med VMI-information (arealgräns, våtmarkstyp, naturvärdesklassning, påverkansgrad och ingrepp) och analyseras.

Uppdatering Jämtland och Skåne län: VMI-data hämtas från Naturvårdsverkets Miljödataportal där det påpekas att data över Jämtland och Skåne län har vissa fel. Analyser i denna rapport grundar sig på korrigerad VMI-data där dessa fel är åtgärdade, bland annat genom att använda Länsstyrelsen Skånes VMI-data.

### 4.4.1 VMI:s arealgränser - Jämförelseanalys

För att svara på frågan om myrområden inom/utom VMI har förändrats i olika grad görs här en jämförelseanalys. Figur 46 visar förändringsandelar i diagramform för tre områden; "Öppen myr inom VMI", "Öppen myr utom VMI" samt "Öppen myr".

"Öppen myr inom VMI" har något högre andel säker förändringsindikation (0,86 %) jämfört med all analyserad öppen myr (0,77 %; Figur 46). Öppen myr utom VMI har något lägre säker förändringsindikation (0,63 %).

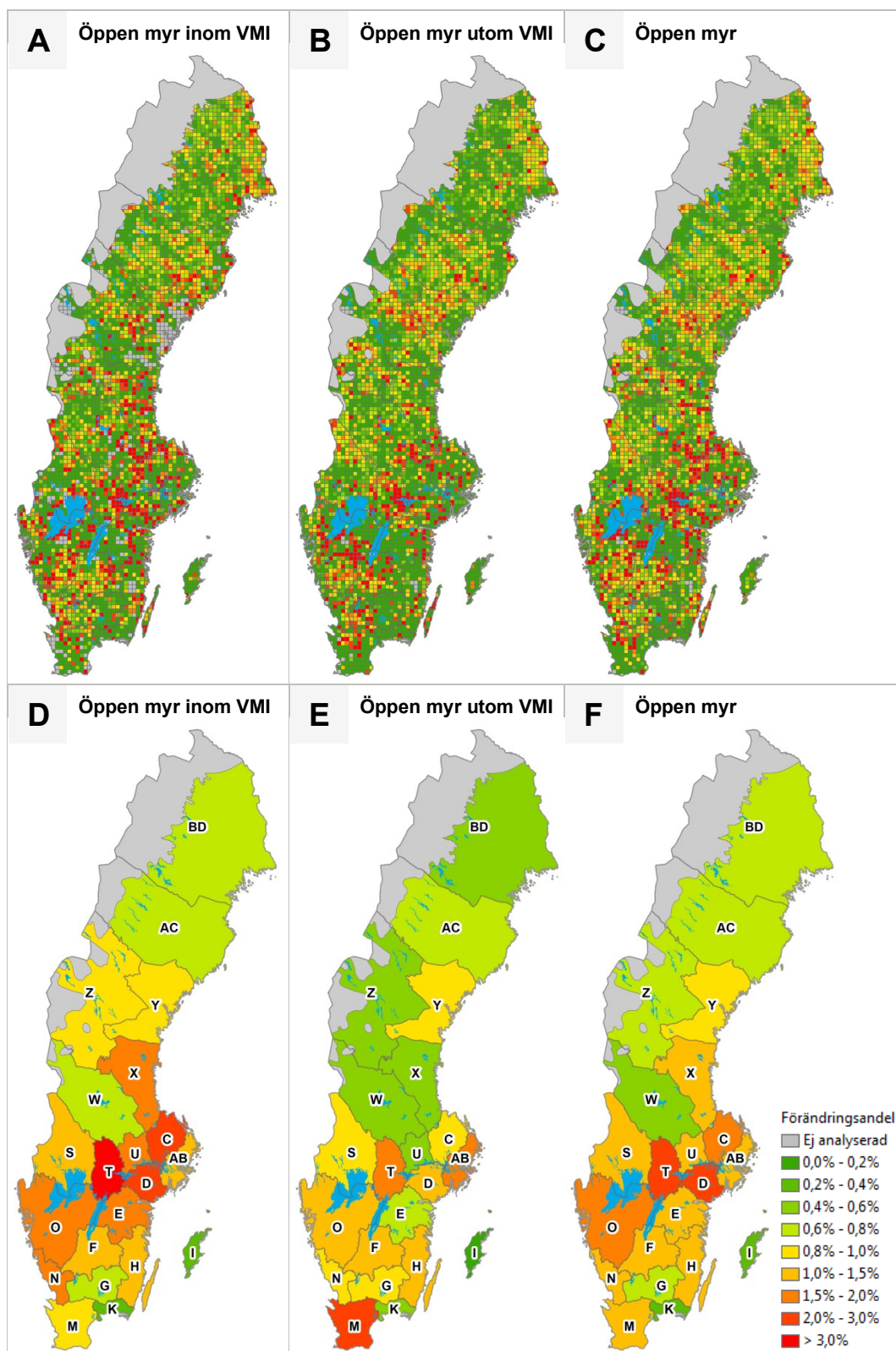


Figur 46. Förändringar för "Öppen myr inom VMI", "Öppen myr utom VMI" samt "Öppen myr". Överst) Andel förändringsindikation. I nedkant illustreras analyserat område med miniatyrbilder av Figur 43. Underst) Areal förändringsindikation.

Förändringskartorna för "Öppen myr inom VMI" (Figur 47A) och "Öppen myr utom VMI" (Figur 47B) är mycket lika varandra. Mönstret följer också det allmänna mönstret från "Öppen myr" (Figur 47C).

#### Hur förändrad är öppen myr inom VMI jämfört med öppen myr utom VMI?

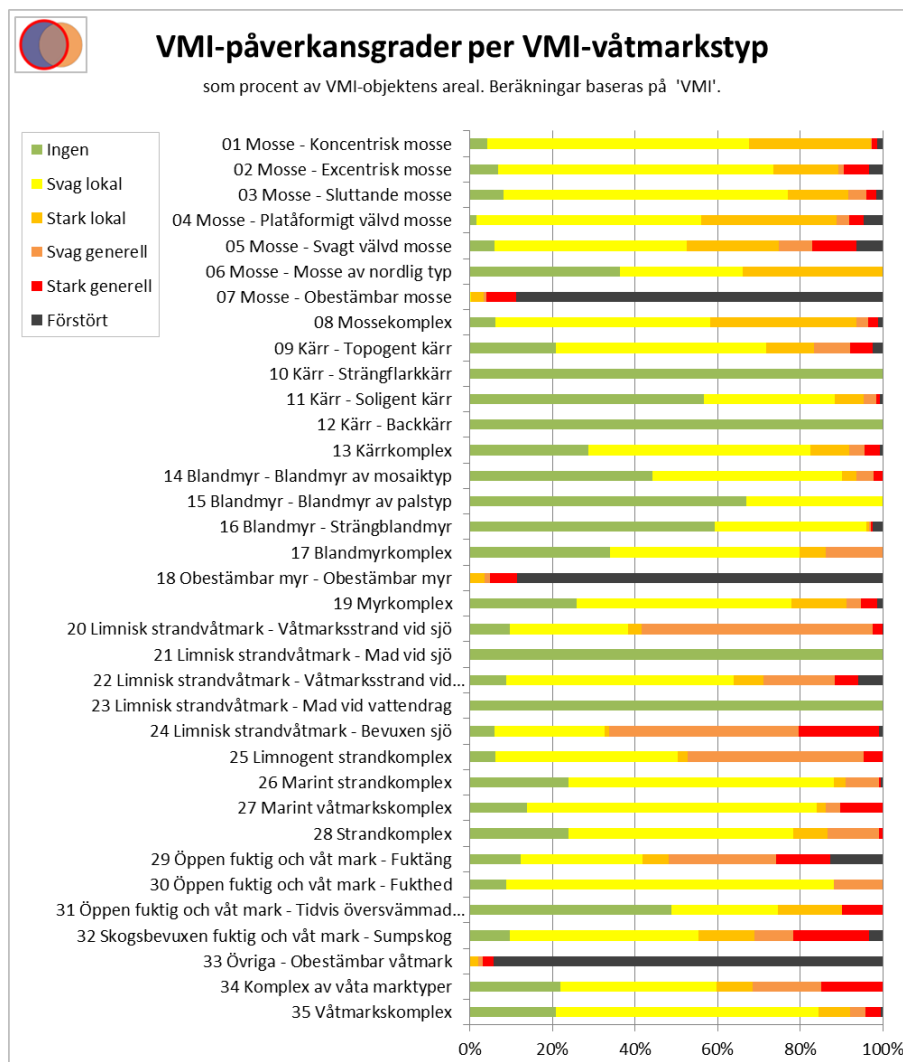
Förändringsandel och geografiskt mönster är mycket lika för "Öppen myr inom VMI" och "Öppen myr utom VMI" (Figur 46 och Figur 47).



Figur 47. Förändringsandelar i kartform för tre områden; "Öppen myr inom VMI", "Öppen myr utom VMI" samt "Öppen myr". A, B & C) Uppdelat på indexrutor 10 km. D, E, & F) Uppdelat länsvis.

#### 4.4.2 VMI:s våtmarkstyper - Jämförelseanalys

Figur 48 visar hur stor andel av VMI-objektens våtmarkstyper (på objektsnivå) som är påverkade av mänskliga ingrepp enligt VMI.



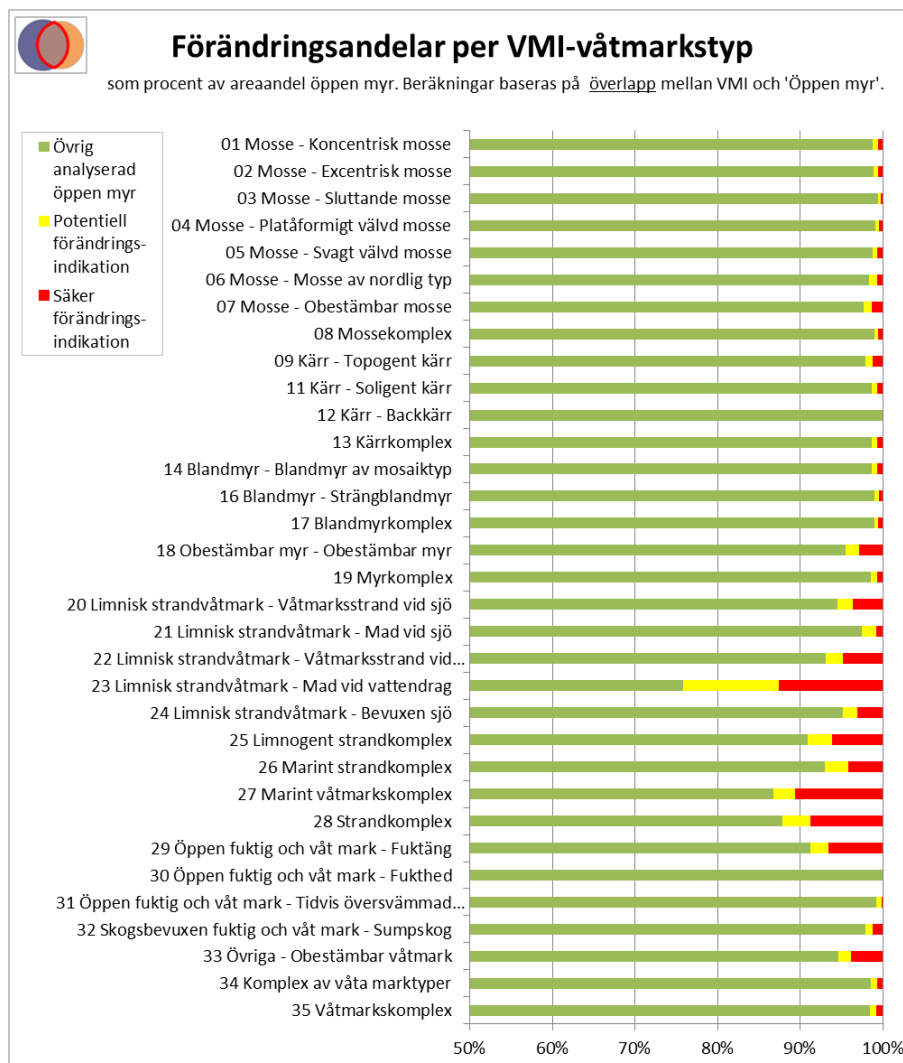
**Figur 48. VMI-påverkansgrader per VMI-våtmarkstyp, här som procent av VMI-objektens areal. I övre vänstra hörnet illustreras analyserat område med en miniatyrbild av Figur 43.**

De mest vanliga våtmarkstyperna (på objektsnivå) är våtmarkskomplex, följt av myrkomplex, kärrkomplex och mossekomplex som tillsammans med topogena kärr står för minst 90 % av arealen våtmark i VMI, de övriga våtmarkstyper har mindre areal och utgör därför ett mindre säkert underlag.

De obestämbare våtmarkstyperna, dvs. obestämbare våtmark/myr/mosse, var så påverkade att de under VMI inte gick att bestämma dem till våtmarkstyp, vilket också förklarar varför de har så stor andel påverkansgrad klassad som förstört. Mossetyperna och flera av strandvåtmarkerna är påverkade i relativt hög grad (våtmarkstyp 20 till 28 i Figur 48), medan de flesta blandmyrarna är relativt opåverkade.



Intressant är att se om de våtmarkstyper som var påverkade under VMI också är de som är mest förändrade under våtmarksövervakningen som genomfördes betydligt senare (Figur 45) och med en annan metod.



**Figur 49. Förändringsklasser från våtmarksövervakningen inom de olika VMI-objektens våtmarkstyper, här redovisat som procent av areaandel öppen myr. Observera att skalan enbart visar intervallet 50 - 100 %. I övre vänstra hörnet illustreras analyserat område med en miniatyrbild av Figur 43.**

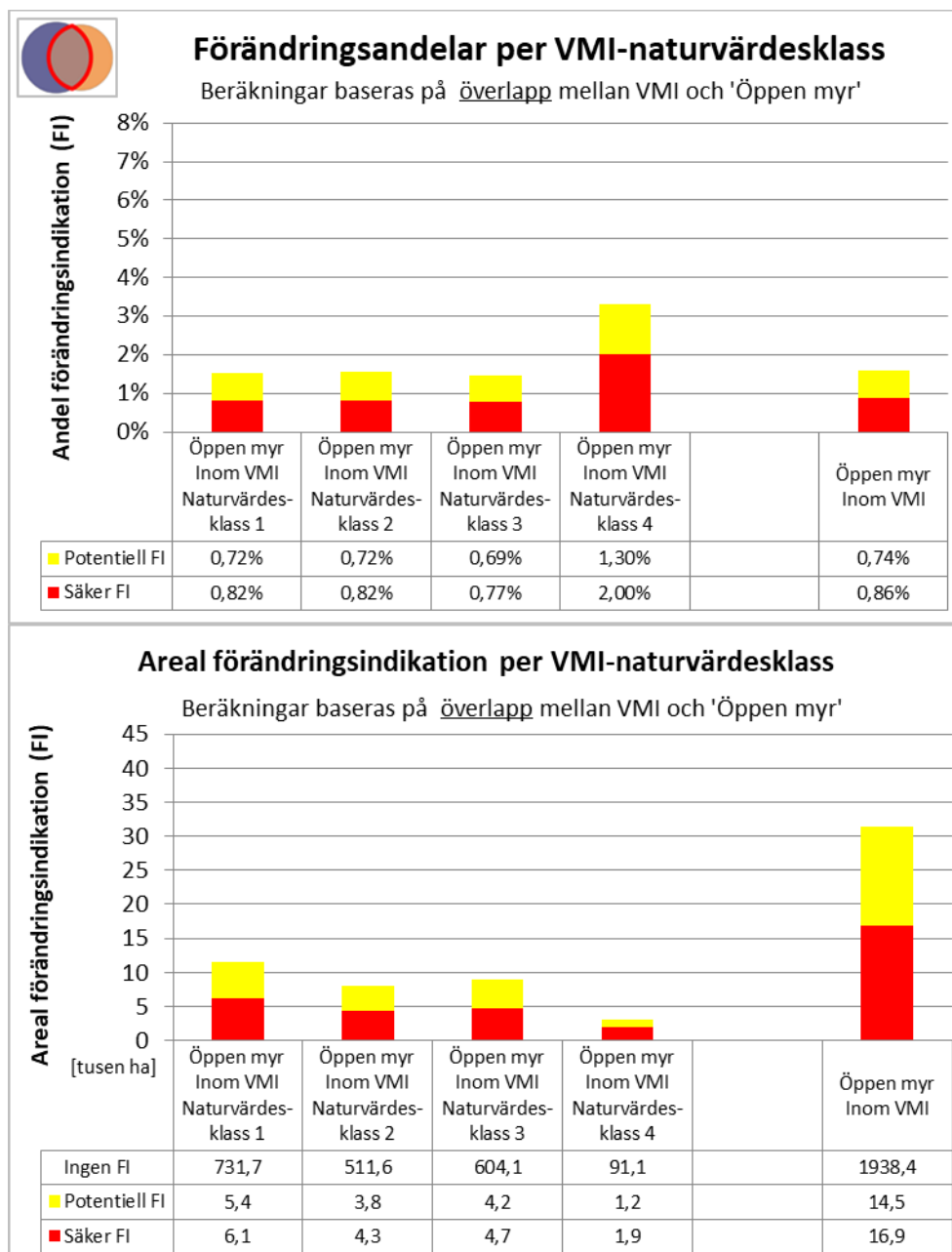
I våtmarksövervakningen sticker strandvåtmarkerna (våtmarkstyp 20 till 28 i Figur 49) ut som den gruppen av våtmarkstyper med högst förändringsandel. Detta är i likhet med den höga påverkansgrad som strandvåtmarkerna har i VMI (Figur 48). Andra våtmarkstyper med relativt höga förändringsandelar är fuktäng och obestämbär våtmark/myr/mosse.

#### Vilka VMI-våtmarkstyper är mest förändrade?

De våtmarkstyper som hade högst påverkansgrad i VMI, strandvåtmarkerna (Figur 48), visade sig också ha högst förändringsandel i våtmarksövervakningen (Figur 49). Detta resultat sammanfaller delvis med att de limnogen våtmarkerna i SMD också hade en hög förändringsandel (Figur 38).

#### 4.4.3 VMI:s naturvärdesklasser - Jämförelseanalys

Naturvärdesklassningen har varit ett av de viktigaste resultaten från VMI och det har ofta använts som ett underlag för områdesskydd genom att i möjligaste mån förhindra exploateringar i de värdefullaste naturvärdesklasserna (klass 1 och 2). Detta borde ha lett till att objekt med hög naturvärdesklass (klass 1 och 2) också har lägre förändringsandel i våtmarksövervakningen.



Figur 50. Förändringar per VMI-naturvärdesklass (inom överlapp med öppen myr). Överst) Andel förändringsindikation. I övre vänstra hörnet illustreras analyserat område med en miniatyrbild av Figur 43. Underst) Areal förändringsindikation.

Högst förändringsandel av naturvärdesklasserna har naturvärdesklass 4 (2 %, Figur 50). Dessa våtmarker betecknades redan under VMI som starkt påverkade objekt som saknar naturvärden, vilket indikerar att de i VMI registrerade ingreppen i naturvärdesklass 4 har haft fortsatt stor påverkan på den öppna myren efter det att VMI avslutats.

De andra naturvärdesklasserna har relativt likartade förändringsandelar: klass 1 (0,82 %), klass 2 (0,82 %) och för klass 3 (0,77 %), se Figur 50.

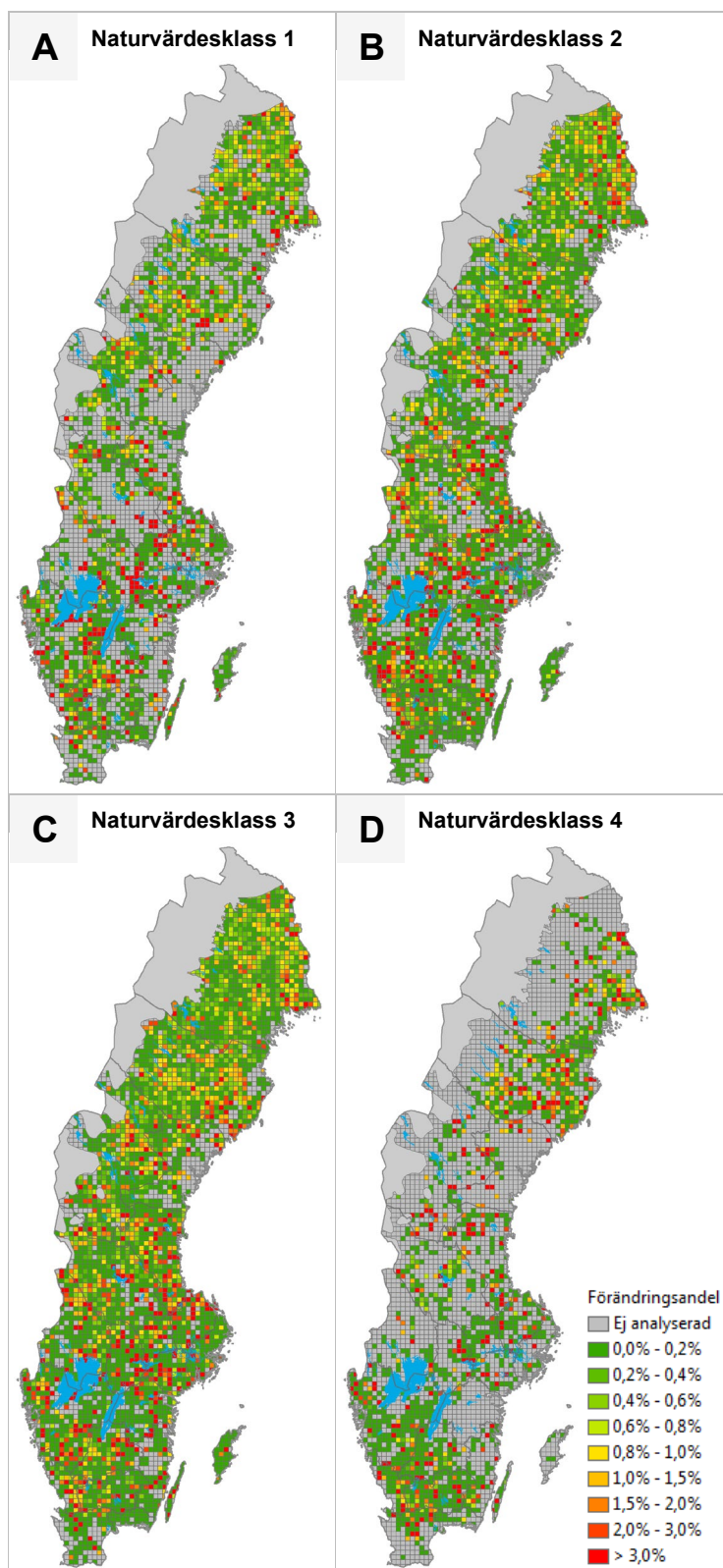
**Är myrar med höga VMI-naturvärden mindre förändrade?**

Starkt påverkade våtmarker som saknar naturvärden enligt VMI (naturvärdesklass 4) är mest förändrade av naturvärdesklasserna, vilket indikerar att de i VMI registrerade ingreppen (i naturvärdesklass 4) har haft fortsatt stor påverkan på den öppna myren efter det att VMI avslutats.

De andra naturvärdesklasserna med högre naturvärden enligt VMI är mindre förändrade (med relativt likartade förändringsandelar).

Figur 51 visar förändringskartor för de fyra naturvärdesklasserna. Förekomsten av naturvärdesklass 4 är glest fördelad över landet och saknar ansamlingar med hög förändringsandel (Figur 51D). De övriga naturvärdesklassernas områden med hög förändringsandel visar ett likartat geografiskt mönster av förändrade områden som för den öppna myren nationellt (Figur 34).

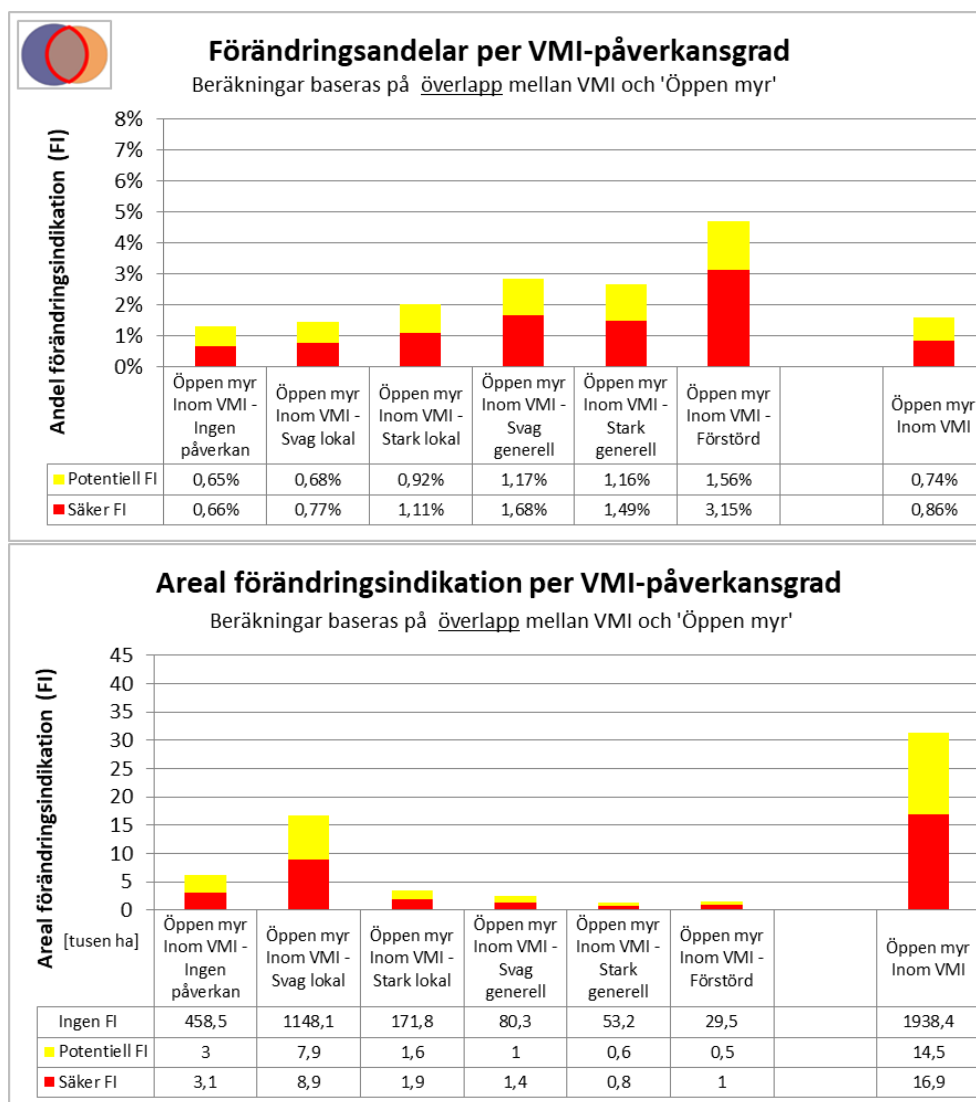
Naturvärdesklass 3 är en mycket utbredd klass och har också flest objekt nationellt. Klassen är också relativt spretig med alltifrån helt opåverkade myrar i våtmarksrika län till mycket påverkade och näst intill förstörda våtmarker i andra län vilket gör att man kan vänta sig att de ska reagera på mycket olika sätt vid förändringsanalysen.



Figur 51. Förändringskartor för de 4 naturvärdesklasserna inom VMI (inom öppen myr). A) Naturvärdesklass 1. B) Naturvärdesklass 2. C) Naturvärdesklass 3. D) Naturvärdesklass 4.

#### 4.4.4 VMI:s påverkansgrader - Jämförelseanalys

I VMI noterades påverkansgrad för objekteten. Samband mellan objektets påverkansgrad från VMI och förändringsandel i våtmarksövervakningen har undersökts. Figur 52 visar förändringsandelar i diagramform för de 6 påverkansgraderna inom VMI (inom öppen myr).



**Figur 52. Förändringar per VMI-påverkansgrad (inom överlapp med öppen myr).** Överst) Andel förändringsindikation. I övre vänstra hörnet illustreras analyserat område med en miniatyrbild av Figur 43. Underst) Areal förändringsindikation.

Objekt med ingen påverkan har lägst förändringsandel, objekt med generell påverkan har betydligt högre förändringsandel och förstörda objekt har högst förändringsandel (Figur 52). Det är inte någon större skillnad i förändringsandel mellan objekt med svag eller stark generell påverkan, men för att en påverkan ska klassas som generell krävs ett större ingrepp som påverkar större delen av våtmarken.



Det är möjligt att påverkansgrad är ett mer relevant sätt att hitta våtmarker som är mer föränderliga än vad naturvärdesklassningen är. Detta är inte så konstigt eftersom naturvärdesklassningen också, förutom påverkansgrad, beror på faktorer som storlek, orördhet, mångformighet och raritet.

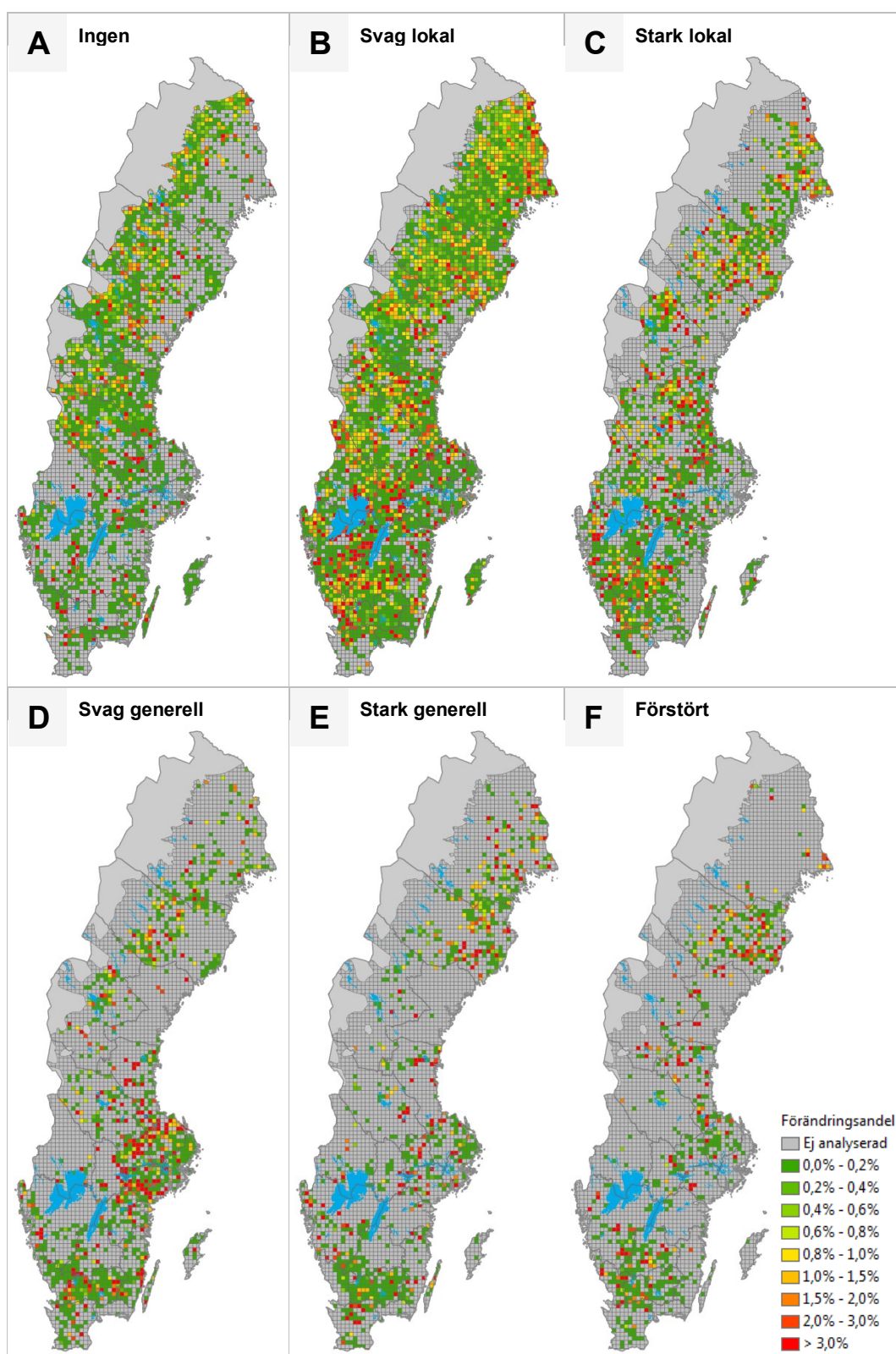
De två påverkansgraderna med generell störning är oftast orsakade av dikning, vattenreglering och torvtäkt (Gunnarsson & Löfroth 2009), och det är därför rimligt att anta att förändringar orsakade av dessa faktorer kan ha långsiktiga och vid förändringsanalysen pågående effekter på vegetationen. För de lägre påverkansgraderna har inte påverkan samma genomgripande effekt på våtmarksekosystemet och därför är förändringsandelen också låg.

För de våtmarker som fått påverkansgrad förstörd, vilket ofta är t.ex. gamla torvtäkter, kan det till och med vara positivt med en hög förändringsandel, eftersom det indikerar att de succesivt växer igen med vegetation och därför får ökad biomassa. För alla andra våtmarker är det i de allra flesta fall negativt med ökad biomassa/igenväxning som våtmarksövervakningen visar.

**Är öppna myrar med hög VMI-påverkansgrad mer förändrade?**

Öppen myr med hög påverkansgrad enligt VMI också har hög förändringsandel enligt våtmarksövervakningen (Figur 52). Våtmarker som var starkt påverkade redan under VMI har en stark benägenhet att fortsatt förändras även en lång tid efter det att påverkan registrerades.

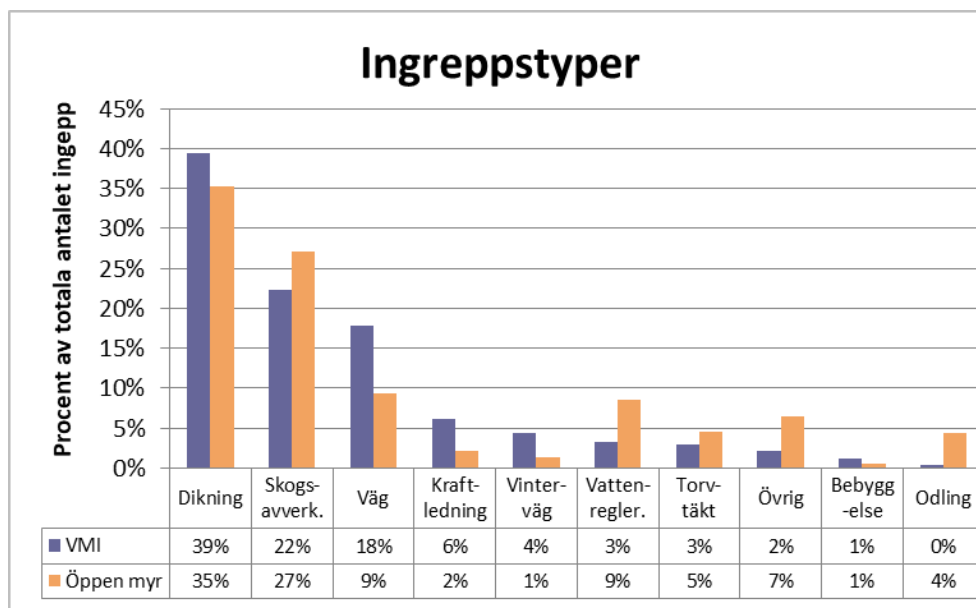
Förändringskartorna för de olika påverkansgraderna visar att svag generell, stark generell samt förstörd (Figur 53D-F) har färre objekt med mindre geografisk spridning än de övriga påverkansgraderna (Figur 53A-C). För påverkansgrad svag generell sticker områden runt Hjälmaren ut med hög andel förändringsindikation (Figur 53D). Påverkansgraden svag lokal (Figur 53B) skiljer sig inte från den generella trenden för våtmarksövervakningen (Figur 34).



Figur 53. Förändringskartor indextruta 10 km inom VMI med påverkansgrad: A) ingen, B) svag lokal, C) stark lokal, D) svag generell, E) stark generell och F) förstört.

#### 4.4.5 VMI:s ingreppstyper - Jämförelseanalys

Inom VMI så registrerades ingrepp i ca 27 500 VMI-objekt, huvudsakligen från flygbilder. I våtmarksövervakningen registrerades ingrepp i 929 utvärderingsytor i samband med flygbildstolkningen inom utvärderingen. Detta ger en möjlighet att undersöka om ingreppen har samma förekomstgrad eller inte. En jämförelseanalys visar att likheterna mellan inventeringarnas resultat (med avseende på ingreppstyp) är stora trots att de gjordes på olika sätt (Figur 54).



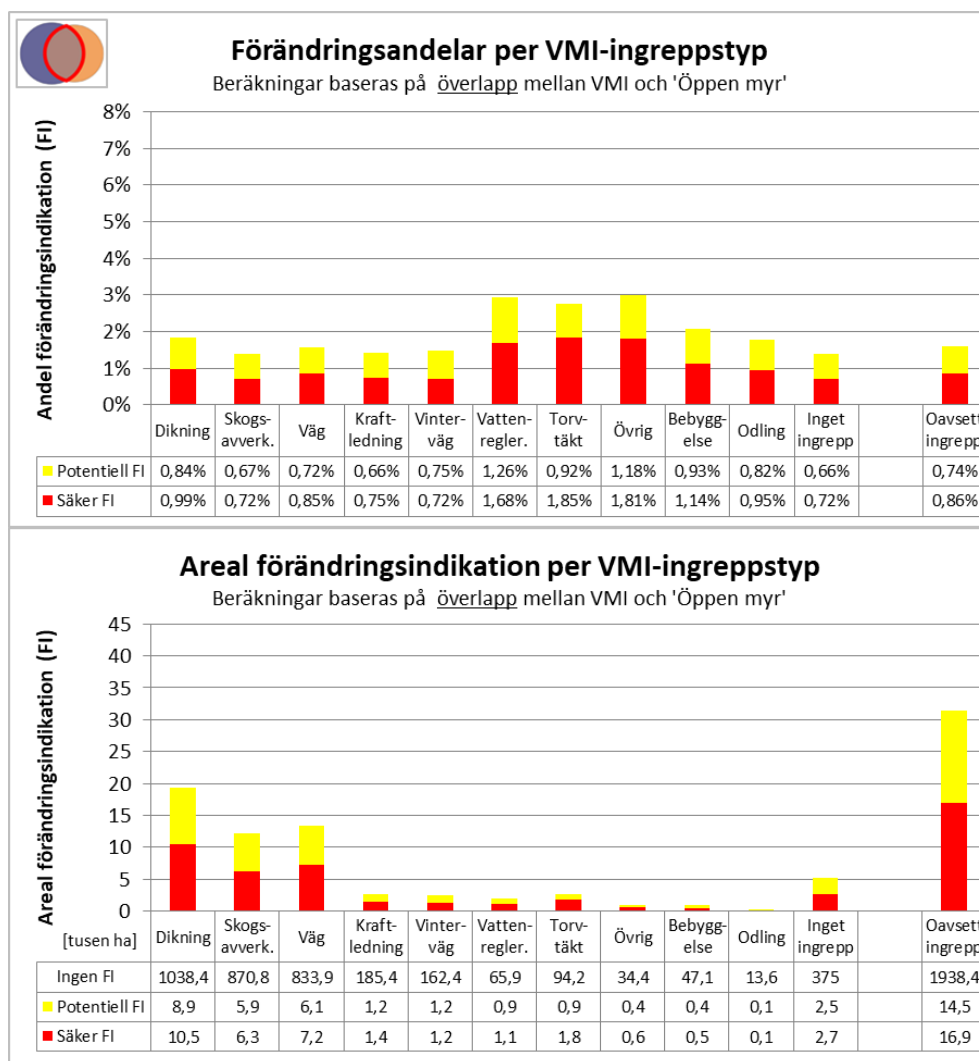
Figur 54. Ingreppstyper noterade i VMI-objekt och i våtmarksövervakningen som andel av totala antalet i respektive inventering.

##### Vilka ingreppstyper är vanligast?

En jämförelse av de vanligaste ingreppstyperna i VMI och i våtmarksövervakningen visar på stora likheter. Den vanligaste ingreppstypen som registrerades i VMI var dikning med ca 39 % av totala antalet, följt av skogsavverkningar (22 %) och vägar (18 %) (Figur 54). Även i våtmarksövervakningen var de tre vanligaste ingreppen desamma med diken som den vanligaste ingreppstypen (35 %), följt av skogsavverkningar (27 %) och vägar (9 %) (Figur 54).

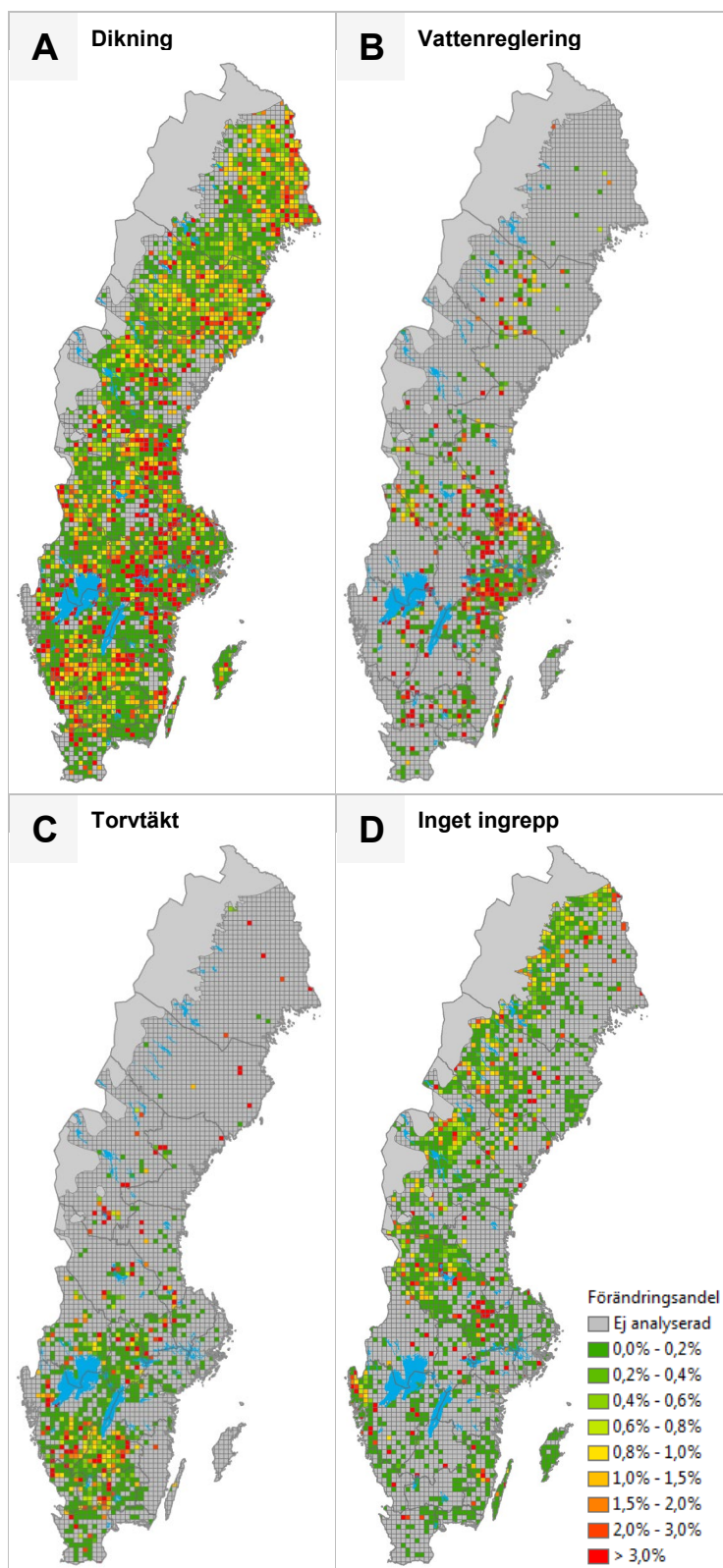
Bland de mindre vanliga ingreppstyperna skiljde sig förekomstgraden något med vattenreglering som en relativt vanlig ingreppstyp i våtmarksövervakningen men mindre vanligt i VMI. Kraftledningar har högre förekomstgrad i VMI. För de mindre vanliga ingreppstyperna beror skillnaderna mellan inventeringarna mest på metodikskillnader.

Men hur stor påverkan har då de olika ingreppstyperna på olika VMI-objekt om man ser hur de är förändrade enligt våtmarksövervakningen? Är det så att objekt med diken också är de som är mest förändrade enligt våtmarksövervakningen? Samband mellan objektens ingreppstyper från VMI och förändringsandel i våtmarksövervakningen har därför undersökts. De olika ingreppstyperna i VMI-objekten har orsakat olika stor förändringsandel i våtmarksövervakningen (Figur 55).



**Figur 55. Förändringar per VMI-ingreppstyp (inom överlapp med öppen myr).** Överst) Andel förändringsindikation. I övre vänstra hörnet illustreras analyserat område med en miniatyrbild av Figur 43. Underst) Areal förändringsindikation.

Ingreppstyperna torvtäkt, vattenreglering, övriga ingrepp och bebyggelse har högst förändringsandel (Figur 55). De vanligaste ingreppstyperna dikning, skogsavverkningar, vägar, kraftledningsgator och vintervägar (Figur 54) har inte lika hög förändringsandel i våtmarkerna och skiljer sig endast marginellt från myrar utan ingrepp (Figur 55).



Figur 56. Förändringskartor indexruta 10 km inom VMI med ingreppstyp: A) dikning, B) vattenreglering, C) torvtäkt, D) inget ingrepp.



De fyra ingreppstyperna i Figur 56 är vanligt förekommande i olika delar av landet. Vattenreglering är vanligast i Östra Mellansverige och här ses också höga förändringsandelar runt Mälaren och Hjälmarens (Figur 56B). Torvtäkt är vanligast i ett område från södra Sverige upp till södra delen av Gävleborgs län (Figur 56C). För torvtäkter är förändringsandelen ofta hög, men långt ifrån alla torvtäkter har hög förändringsandel.

**Är det så att objekt med diken också är de som har högst förändringsandel i våtmarksövervakningen?**

En jämförelse av objektens ingreppstyper från VMI och i våtmarksövervakningen visar vilken ingreppstyp som har högst förändringsandel. Dikning är den vanligaste ingreppstypen och påverkar den största arean har en förändringsandel som är strax över genomsnittet. Dikning som anses vara ett av de större hoten mot våtmarkerna har naturligtvis mindre påverkan än de exploaterande ingreppen torvtäkt, vattenreglering och bebyggelse. Intressant är också att skogsavverkningar, vägar, kraftledning och vinterväg endast marginellt skiljer sig från myrar utan ingrepp (Figur 55).

## 5 Diskussion och slutsatser

Syftet med den satellitbaserade våtmarksövervakningen är att följa utvecklingen i våtmarkerna och att identifiera områden med snabba vegetationsförändringar, igenväxning och en ökad biomassa. De nationella resultaten, relevanta för uppföljning av tillståndet i våtmarkerna, finns nu tillgängliga i och med att satellitbilsövervakningen har slutförts i hela Sverige. Områden med snabba förändringar har identifierats, huvudsakligen kopplade till igenväxning och ökad biomassa på öppna myrar, vilket är några av de största hoten mot våra öppna myrar.

De huvudsakliga användarna av resultaten består framför allt av nationella, regionala och lokala myndigheter som Naturvårdsverket, länsstyrelser och kommuner. Resultaten är också relevanta för andra nationella myndigheter såsom exempelvis Skogsstyrelsen, Jordbruksverket och Svenska kraftnät. Förändringsklassning och förändringskartor är tillgängliga via Naturvårdsverkets Miljödataportal och Länsstyrelsens GeodataKatalog.

Den satellitbaserade våtmarksövervakningen togs bland annat fram för att kunna göra en uppföljning av utvecklingen i våtmarkerna efter det att VMI slutförts. Den riktigt stora nyttan uppstår då data från olika undersökningar och tidpunkter går att jämföra. I rapporten har ett flertal intressanta jämförelseanalyser kunnat genomföras baserade på den satellitbaserade våtmarksövervakningen och VMI-objekten. Ytterligare jämförelseanalyser med VMI hade kunnat genomföras om också VMI-delobjekten fanns digitaliserade.

I våtmarksövervakningen har, liksom i VMI, fjällens våtmarker inte inkluderats. Anledningen till att fjällregionen inte ingått beror dels på att underlaget för avgränsningen av den öppna myren i fjällen är sämre än för skogslandet, dels på att fenologiska problem är en mer vanligt förekommande felkälla beroende på en kortare vegetationsperiod i fjällen. Troligtvis kommer igenväxning även att ske i fjällens våtmarker, men i fjällmiljö är det även andra faktorer som kommer att påverka, som t.ex. betespåverkan och sommartorka i de myrar som får vatten i form av smältvatten från snölegor. Under arbetet med våtmarksövervakningen noterades också att vissa fjällnära till synes opåverkade områden hade höga förändringsandelar. En orsak kan vara fenologiska effekter (trots att de ingående satellitbilderna i analysen hade lämpliga datum). Det är också svårare att få en perfekt geometrisk passning mellan de ingående satellitbilderna i mycket starkt kuperad terräng, där även djupa skuggor kan vara problematiska.

Påverkan i linjära element som t.ex. körskador och diken är svåra att fånga in med satellitbaserade metoder om de inte påverkat större sammanhängande ytor och haft påverkan på vegetationen. För att få med dessa krävs flygbildstolkning eller fältbaserade metoder (Kindström, Glimskär & Rygne 2014).

Resultatet från den satellitbaserade våtmarksövervakningen kommer att utgöra ett unikt material även för framtida analyser av våtmarkernas tillstånd och utveckling. Exempel på analys av fler tidsperioder finns beskrivet i länsrapporten för Dalarna/Gävleborg (Hahn m.fl. 2015).

## 5.1 Troliga orsaker bakom förändringarna

Igenväxning orsakad av kvävebelastningen, som är högst i sydvästra Sverige och sedan avtar succesivt åt nordost, är svår att urskilja det i allmänna mönstret från förändringsanalysen (Figur 36). Andra faktorer verkar ha en större betydelse för igenväxning av öppna myrar. Förändringar orsakade av ett förändrat klimat börjar bli viktiga även för våtmarkerna och färskas studier (bl.a. Granath m.fl. 2014; Hedwall, Brunet & Rydin 2017) visar exempelvis att förändringar orsakade av en ökad temperatur till och med överskuggar förändringar som orsakas av kvävenedfall i tempererade klimatområden med hög kvävebelastning.

Över i stort sett hela Sverige fortsätter den sedan tidigare pågående trenden med en ökad träd tillväxt på myrarna och ökning av ris och skogsväxande mossor (Hedwall, Brunet & Rydin 2017). Förändringsanalysen är väl anpassad för att kunna detektera just denna typ av förändringar, d.v.s. förändringar förknippade med en ökad biomassa på myrarna.

Förutom den generellt ökade träd tillväxten på myrarna, som troligvis beror på ökad temperatur och ökad kvävedeposition, är direkt påverkan genom markanvändning en mycket vanlig orsak till förändringar. Resultat från både våtmarksövervakningen och VMI visar att diken, skogsbruk och vägar är de vanligaste ingreppen i våtmarkerna (Figur 54).

En jämförelseanalys mellan VMI-ingreppstyper och våtmarksövervakningen visar hur våtmarkerna förändrats per ingreppstyp. Ingreppstyperna torvtäkt, vattenreglering, övriga ingrepp och bebyggelse har höga förändringsandelar (Figur 55), vilket indikerar att dessa i VMI registrerade ingrepp har haft fortsatt stor påverkan på den öppna myren efter det att VMI avslutats. Ingreppstyperna dikning, skogsavverkning och väg är vanligast men de har endast en liten ökning i förändringsandel som ligger strax över genomsnittet (Figur 55).

Förändringskartorna visar att områden i anslutning till jordbruksbygder relativt ofta har höga förändringsandelar. Tydliga exempel på områden med hög andel förändringsindikation finns i Östra Mellansverige kring Dalälven, Hjälmarren och Bråviken, samt i Västsverige vid Väneren och Vänerenslätterna (Figur 34).

Öppen myr i kantzon mot jordbruksmark har höga förändringsandelar (Figur 35). En högre grad av utdikning och näringsläckage är troliga orsaker till detta.

Limnogena våtmarker har också höga förändringsandelar (Figur 37). Orsaker kan vara förändrade vattennivåfluktuationer runt reglerade sjöar och vattendrag med förändrad översvämningens frekvens, upphörd slåtter och bete i de tidigare så viktiga slåttermarkerna samt förändrat klimat. Sammantaget gör detta att strändernas våtmarker börjar växa igen med buskar och träd. Orsakssambanden kring igenväxningen är inte alltid helt fastställda och behöver därför undersökas mer i detalj.

I Norrlandslänen, inklusive Dalarna, finns stora områden med relativt liten andel förändring. Liten andel förändringsindikation har även våtmarkerna i Kronobergs, Blekinge och Gotlands län (Figur 34).

## 5.2 Användningsområden

Resultat från våtmarksövervakningen har använts av olika myndigheter, t.ex. vid uppföljningen av miljömålen och som en del av arbetet med uppföljning av skyddade områden.

Förändringskartorna utgör ett viktigt underlag för att beskriva tillståndet i våtmarkerna. Var finns de största förändringarna och var är det oförändrat? Resultatet från våtmarksövervakningen har använts för att se vilka områden som har förändrats snabbt och kan ligga till grund för olika prioriteringsanalyser. I samband med den direkta ärendehantering för enskilda objekt är det bra att komplettera resultaten från våtmarksövervakningen med ortofoton som ger ytterligare detaljerad och uppdaterad information.

Resultatet från den satellitbaserade våtmarksövervakningen ingick som ett underlag i en omfattande behovsanalys över Norrbotten som syftade till att besvara frågan "Var i länet finns behov av att restaurera våtmarker?" (Backe m.fl. 2016). Kartor som visar mått på naturvärden och påverkan togs fram. Med hjälp av detta underlag kan restaureringsåtgärder göras på rätt plats för att förbättra alternativt bibehålla funktionen i länets myllrande våtmarker.

En annan variant av ovan nämnda behovsanalys gjordes i samband med framtagandet av länens handlingsplaner för grön infrastruktur. Resultat från våtmarksövervakningen användes bl.a. som en del i arbetet att ta fram våtmarkstrakter samt för att identifiera påverkade våtmarker (Carlos Paz von Friesen, Länsstyrelsen i Västerbottens län, opublicerat). Detta arbete användes vidare som ett prioriteringsunderlag i samband med den nationella våtmarkssatsningen (Bornold m.fl. 2018) och utgjorde ett viktigt underlag för att identifiera var restaureringsinsatser bör utföras.

Ett annat användningsområde är vid uppföljning av skyddade områden där det är viktigt att ta reda på hur det går för våtmarker som är Natura 2000-områden,

naturreservat, nationalparker eller har andra områdesskydd. Här kan områden med hög förändringsandel visa på att restaureringsåtgärder behöver göras (Hahn m.fl. 2013) alternativt så kan man följa upp genomförda restaureringsåtgärder med stöd av resultatet från förändringsanalysen. Har skyddet hjälpt? Har restaureringen gett effekt?

Idag saknas ofta naturvärdesinformation om mindre myrar utanför VMI. Med information från förändringsklassningen går det att avgränsa dessa små myrar och göra en indelning i låg/hög förändringsandel, som i sin tur kan utgöra ett stöd/underlag för en naturvärdesbedömning.

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

En förbättrad klassning av myrvegetation planeras för kommande omdrev av satellitbaserad våtmarksövervakning. Baserat på erfarenheter från det första omdrevet har ett förslag tagits fram avseende nomenklatur och ny förbättrad metod för klassning av myrvegetation. Denna myrvegetationsklassning är anpassad för att ingå i Nationella Marktäckedata (NMD). Detta är ett bra exempel på samordning mellan nationella miljöövervakningsprogram och landtäckeprojekt.



## 6 Källförteckning

Backe, S., Eriksson, K. & Gunnarsson, U., 2012. *Markanvändningsrelaterade vegetationsförändringar inom öppen myr*. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 2012:4.

Backe, S., Hahn, N., Wester, K., 2016. *Var finns det behov av att restaurera våtmarker i Norrbottens län?* Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 6/2016.

Bertilsson, L., 2016. ornitolog från Fjugesta.

Boresjö Bronge, L. & Näslund-Landenmark, B., 2002. *Wetland classification for Swedish CORINE Land Cover adopting a semi-automatic interactive approach*. Canadian Journal of Remote Sensing, vol 28, No 2, s 139-155.

Boresjö Bronge, L., 2006. *Satellitdata för övervakning av våtmarker - Slutrapport*. Länsstyrelsen Gävleborgs län, Rapport 2006:36, Länsstyrelsen Dalarnas län, Rapport 2006:38.

Bornold, P., Ermold, M, Hultman, E. & Terä, K. 2018. *Åtterrapportering av våtmarkssatsningen*. Länsstyrelsen Gotlands län, rapport 2018.

Engström, H. & Backe, S., 2013. *Inventering av myrfåglar i Norrbotten - Pilotstudie inom Biogeografisk uppföljning*. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapport 19/2013.

Eriksson, K., Wester, K., Hahn, N., Hedvall, T. & Alsam, S., 2012. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Västerbotten*. Länsstyrelsen Västerbotten, Meddelande 24:2012.

Granath, G., Limpens, J., Posch, M. m.fl. 2014. *Spatio-temporal trends of nitrogen deposition and climatic effects on Sphagnum productivity in European peatlands*. Environmental Pollution 187: 73-80.

Gunnarsson, U., Kempe, G. & Kellner, O. 2010. *Mer träd på myrarna. Igenväxning de senaste 20 åren*. Länsstyrelsen i Dalarnas län rapport 2010:4.

Gunnarsson, U. & Löfroth, M., 2009. *Våtmarksinventeringen - resultat från 25 års inventeringar*. Naturvårdsverket, Rapport 5925.

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

Hahn, N. & Wester, K., 2017. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport sydöstra Sverige*. Länsstyrelsen i Gotlands län, Rapport nr 2017:01, Länsstyrelsen i Kalmar län, Meddelande 2017:01, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2017:01, Länsstyrelsen i Södermanlands län, Rapport 2017:01, Länsstyrelsen i Uppsala län, Länsstyrelsens Meddelandeserie 2017:03, Länsstyrelsen i Västmanlands län, Rapport 2017:01, Länsstyrelsen i Östergötlands län, Rapport 2017:01.

Hahn, N. & Wester, K., 2018. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport södra Sverige*. Länsstyrelsen i Blekinge län, Rapport 2018:01, Länsstyrelsen i Hallands län, Rapport 2018:01, Länsstyrelsen i Jönköpings län, Länsstyrelsen i Kronobergs län, Länsstyrelsen Skåne, Rapport 2018:05.

Hahn, N., Wester, K., Eriksson, K., Gunnarsson, U. & Kellner, O., 2015. *Hur förändras våtmarkerna och varför? Satellitbaserad övervakning av vegetationsförändringar i Dalarna och Gävleborg*. Länsstyrelsen Dalarnas län, Rapport 2015:09, Länsstyrelsen Gävleborgs län, Rapport 2015:07.

Hahn, N., Wester, K., Gunnarsson, U. & Kellner, O., 2016. *Kartering av vegetation på öppna myrar i Dalarna och Gävleborg - myrvegetationskartan*. Länsstyrelsen Dalarnas län, Rapport 2016:01.

Hahn, N., Wester, K., Hedvall, T., Backe, S., Gunnarsson, U. & Kellner, O., 2014. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Kartering av vegetation på öppna myrar*. Rymdstyrelsen, Dnr: 230/12.

Hahn, N., Wester, K., Hedvall, T., Eriksson, K. & Alsam, S., 2013. *Satellitbaserad övervakning av våtmarker - Slutrapport Jämtlands och Västernorrlands län*. Länsstyrelsen Jämtland, Rapport 2013:11, Länsstyrelsen Västernorrland, Rapport 2013:05.

Hedwall, P.O., Brunet, J. & Rydin, H. 2017. *Peatland plant communities under global change: negative feedback loops counteract shifts in species composition*. Ecology 98: 150-161.

Jonson, M., 2007. *Vegetationsförändringar i våtmarker med höga naturvärden - En fältuppföljning av förändringsindikatorer från satellitbild*. Länsstyrelsen Gävleborgs län, Rapport 2007:19.

Kindström, M, Glimsär, A. & Rygne, H. 2014. *Uppföljning av vegetation och direkta ingrepp i myrar – utvärdering av regional miljöövervakning 2009 – 2013 samt förslag till indikatorer*. Länsstyrelsen i Örebro län, rapport 2014 (30).

Limpens, J. Granath, G., Gunnarsson, U. m.fl. 2011. *Climatic modifiers of the response to nitrogen deposition in peat-forming Sphagnum mosses: a meta-analysis*. New Phytologist 191: 496-507.

Länsstyrelsen i Norrbottens län. 2004. *Våtmarker i Norrbottens län*. Länsstyrelsen i Norrbottens län rapportserie 2004 (6).

Länsstyrelsen. 2015. *Myren - Restaurering av en värdefull naturtyp. Erfarenheter från projektet Life to ad(d)mire*. Länsstyrelsen, broschyr.

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

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

Raeymaekers, G. 2000. *Conserving mires in the European union*. European Commission Nature Conservation Unit, Luxemburg.

SMHI, 2009. *Väder och Vatten*. Nr 6-9.

Sundberg, S., Bjelke, U., von Wachenfeldt, E. m. fl. 2015. Våtmarker. I Sundström, J., Bjelke, U., Carlberg, T. & Sundberg, S. *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige*. ArtDatabanken Rapporterar 17.

# Satellitbaserad övervakning av våtmarker

RAPPORT 6950

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6950-6  
ISSN 0282-7298

Nationell slutrapport första omdrevet

Våtmarker har flera viktiga funktioner. Dels är oerhört stora mängder kol bundna i torvmarkerna, vilket har stor betydelse för mängden koldioxid i atmosfären. Dels är våtmarkerna viktiga för vattenrening och för vattenflödesreglering. Att de kan fungera som kvävefällor i övergödda områden är välkänt. Våtmarkerna har även en mycket viktig funktion för den biologiska mångfalden.

Våtmarker har påverkats av mänsklig aktivitet under en mycket lång tid. Den omfattande markavvattningen som skett under 1900-talet främst genom dikningar, som initialt gjordes för att öka jordbruksmarksarealen och senare för att öka skogsmarken, har haft stora följder på många ekosystem.

I denna slutrapport redovisas resultat från det första nationella omdrevet av ”Satellitbaserad övervakning av våtmarker”. Våtmarksövervakningen genomfördes 2007-2017 inom ramen för den nationella miljöövervakningen och är utformad för att upptäcka markanvändningsrelaterade förändringar i öppna myrar i form av ökad biomassa/igenväxning.

