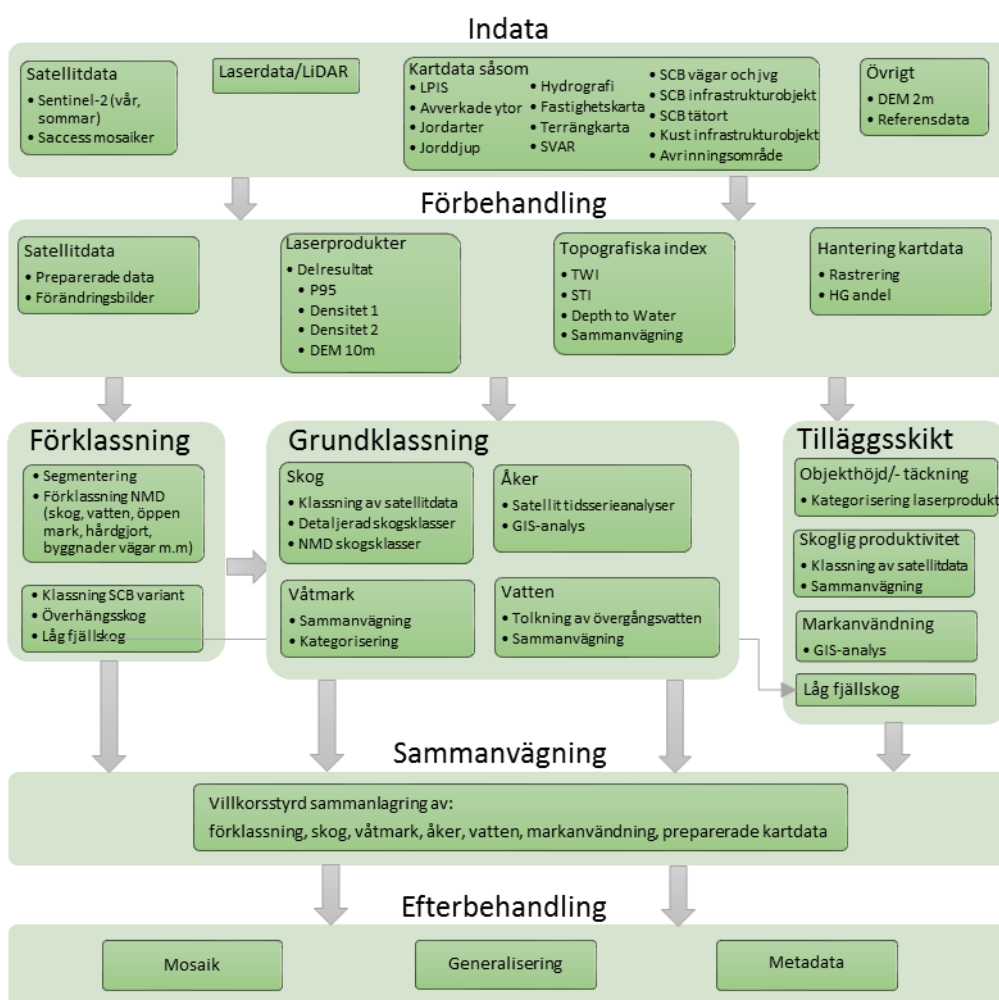


# Nationella marktäckedata 2018

## Teknisk rapport



Teknisk rapport

Utgåva 1.0  
2019-08-19

Version	Datum	Ändrade avsnitt	Anmärkningar	Författare
0.1	2019-05-29	alla	Första versionen för synpunkter hos intressentstyrgrupp	Christoffer Keskitalo, Sofie Häljestig, Eva Ahlkrona, Camilla Jönsson
0.2	2019-07-05	alla	Kompletteringar alla kapitel	Christoffer Keskitalo, Therese Eriksson, Eva Ahlkrona, Camilla Jönsson
1.0	2019-08-19	alla	Mindre justeringar	Camilla Jönsson

**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)

2019 Utgåva 1.0

© Naturvårdsverket 2019





# Innehåll

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>4</b>
1.1	Syfte	4
1.2	Bakgrund	4
1.3	Referenser/användbara dokument	5
<b>2</b>	<b>PRODUKTIONSPROCESSEN</b>	<b>6</b>
2.1	Översikt	6
2.2	Geografisk yttäckning	6
2.3	Geografiskt referenssystem	6
2.4	Metadata	7
2.5	Aktualitet	7
2.6	Geometrisk noggrannhet	8
<b>3</b>	<b>BASSKIKT</b>	<b>9</b>
3.1	Översikt	9
3.2	Indata	9
3.3	Delmoment	11
3.3.1	Preparering satellitdata och datamasker	11
3.3.2	Laserdata	15
3.3.3	Preparering kartdata	19
3.3.4	Förklassning	20
3.3.5	Förändringsanalys	24
3.3.6	Skogsklassning	25
3.3.7	Markfuktighetsindex (MFI)	27
3.3.8	Våtmarksklassning i fjällen	32
3.3.9	Klassning åkermark	33
3.3.10	Kartering av vatten (Hav)	35
3.3.11	Villkorsstyrd sammanlagring	36
3.3.12	Generalisering	41
3.3.13	Mosaikning till nationellt skikt	42
3.3.14	Metadata	42
3.4	Leverans	43
<b>4</b>	<b>TILLÄGGSSKIKT MARKANVÄNDNING</b>	<b>44</b>
4.1	Översikt	44
4.2	Indata	44
4.3	Processteg	45

---

4.4	Leverans	45
<b>5</b>	<b>TILLÄGGSSKIKT OBJEKTHÖJD OCH OBJEKTTÄCKNING</b>	<b>46</b>
5.1	Leverans	46
<b>6</b>	<b>TILLÄGGSSKIKT PRODUKTIVITET</b>	<b>47</b>
6.1	Översikt	47
6.2	Indata	47
6.3	Processteg	48
6.4	Leverans	49
<b>7</b>	<b>TILLÄGGSSKIKT LÅG FJÄLLSKOG</b>	<b>50</b>
7.1	Översikt	50
7.2	Indata	50
7.3	Processteg	51
7.4	Leverans	52
<b>8</b>	<b>LEVERANSER</b>	<b>53</b>
8.1	Produktbeskrivningar	53
<b>9</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>54</b>
	<b>BILAGA 1: FÖRKLASSNING, PROCESS</b>	<b>55</b>
	<b>BILAGA 2: JORDARTERNAS K-VÄRDE</b>	<b>56</b>
	<b>BILAGA 3: GENERALISERINGSVILLKOR</b>	<b>58</b>
	<b>BILAGA 4. SAMMANLAGRING, VILLKOR</b>	<b>59</b>
	Modell 1: Åkermark (version A, B, C)	59
	Modell 4: Skog (version A, B, C)	60
	Modell 5: Våtmark (version A, B, C)	61
	Modell 5b: Öppen våtmark i fjällen (version B)	62
	Modell 6 del 1: Övrig öppen mark (version A, B, C)	63
	Modell 6 del 2: Övrig öppen mark (version A, B, C)	64
	Modell 7: Äldre hyggen (version B, C)	65
	Modell 8: Justeringar (version A, B, C)	66

# Förkortningar

CLC	CORINE Land Cover
DEM	Digital Elevation Model
DN	Digitalnivå (digital number)
DtW	Depth to Water
DIAS	Data and Information Access Services
ESA	Europeiska rymdorganisationen
HaV	Havs- och Vattenmyndigheten
KNAS	Kontinuerlig Naturtypskartering Av Skyddade områden
LM	Lantmäteriet
LPIS	Land Parcel Identification System (Blockdatabasen)
MATS	Metrias Automatiserade Tjänst för Satellitdata
MIR	Mellaninfrarött
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NILS	Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS)
NIR	Nära infrarött
NMD	Nationella marktäckedata
NV	Naturvårdsverket
OGC	Open Geospatial Consortium
RGB	Röd, Grön, Blå
SCB	Statistiska centralbyrån
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SJV	Jordbruksverket
SKS	Skogsstyrelsen
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
SMD	Svenska Marktäckedata
STI	Soil Topographic wetness Index
TIN	Triangulated Irregular Network
TPI	Topographic Position Index
TWI	Topographic Wetness Index
VIS	Visible, synligt ljus

---

# 1 Inledning

## 1.1 Syfte

Detta dokument är en översiktlig teknisk beskrivning av de metoder som använts inom produktionen av Nationella marktäckedata (NMD). Dokumentet skall ge läsare en god insikt i de olika metodval som har gjorts under produktionen.

## 1.2 Bakgrund

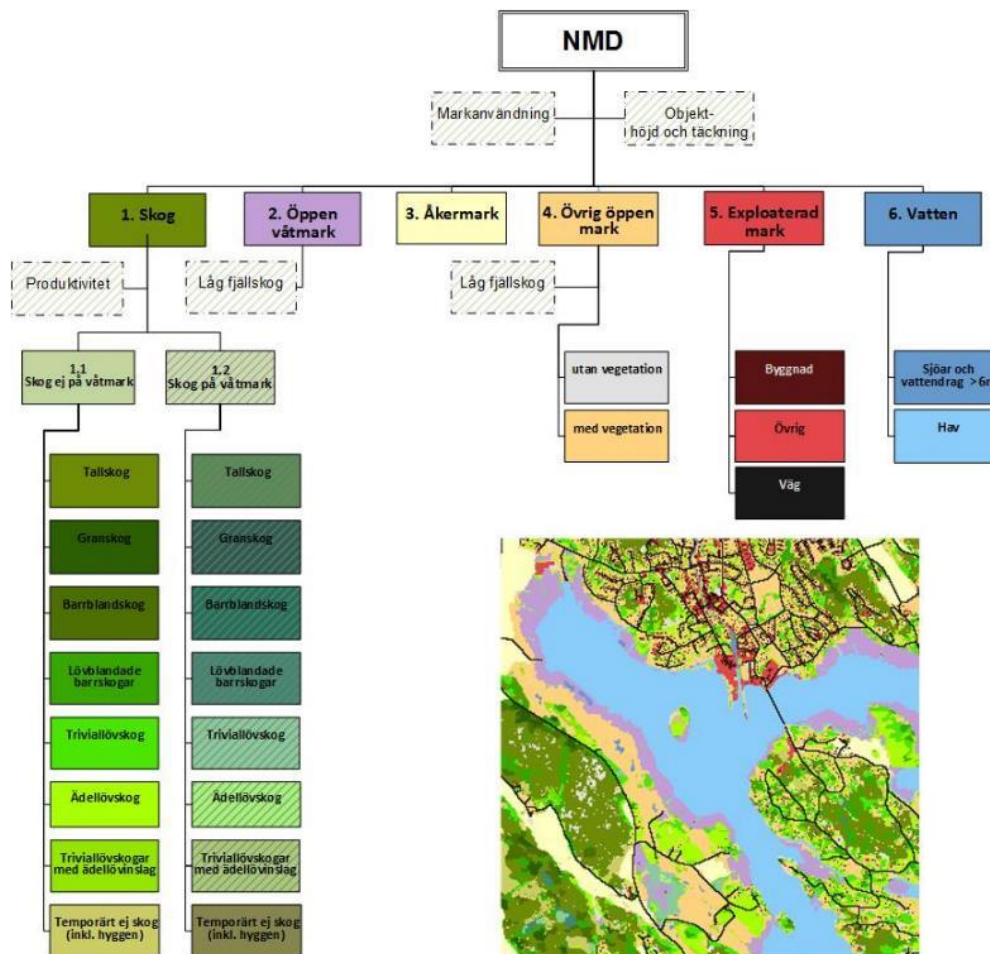
Nationella marktäckedata (NMD) är en heltäckande kartering av Sverige. Syftet med karteringen är att få grundläggande information om landskapet och hur det förändras. Karteringen genomfördes under 2017-2019 och planen är att karteringen ska uppdateras vart 5:e år. Produkten benämns NMD 2018 eftersom de senaste satellitbilderna är från det året och huvuddelen av produktionen genomfördes under 2018.

NMD består av en baskartering i 25 tematiska klasser i tre hierarkiska nivåer, exempelvis är Skog på nivå 1, Skog ej på våtmark på nivå 2 och Tallskog på nivå 3, se Figur 1. Karteringen är i rasterformat med 10 meters upplösning och med en minsta karteringsenhet ned till 0,01 hektar. Baskarteringen tillhandahålls i en ogeneraliserad och en generaliserad version. Utöver baskarteringen ingår följande tilläggs-skikt:

- objekthöjd och objektäckning
- produktivitet (skoglig produktivitet)
- markanvändning
- låg fjällskog

Tanken med tilläggs-skikten är att de i första hand kompletterar baskiktet men de kan också användas fristående alternativt tillsammans med annan geografisk information. Ett exempel på hur tilläggs-skikten kan kombineras med baskiktet är ifall man använder information om Betesmark från tilläggs-skiktet markanvändning i kombination med klassen Öppen våtmark från baskarteringen för att erhålla information om betade våtmarker.





Figur 1. Hierarkisk visualisering av NMD basskikt och tilläggs-skikt (streckade rutor).

### 1.3 Referenser/användbara dokument

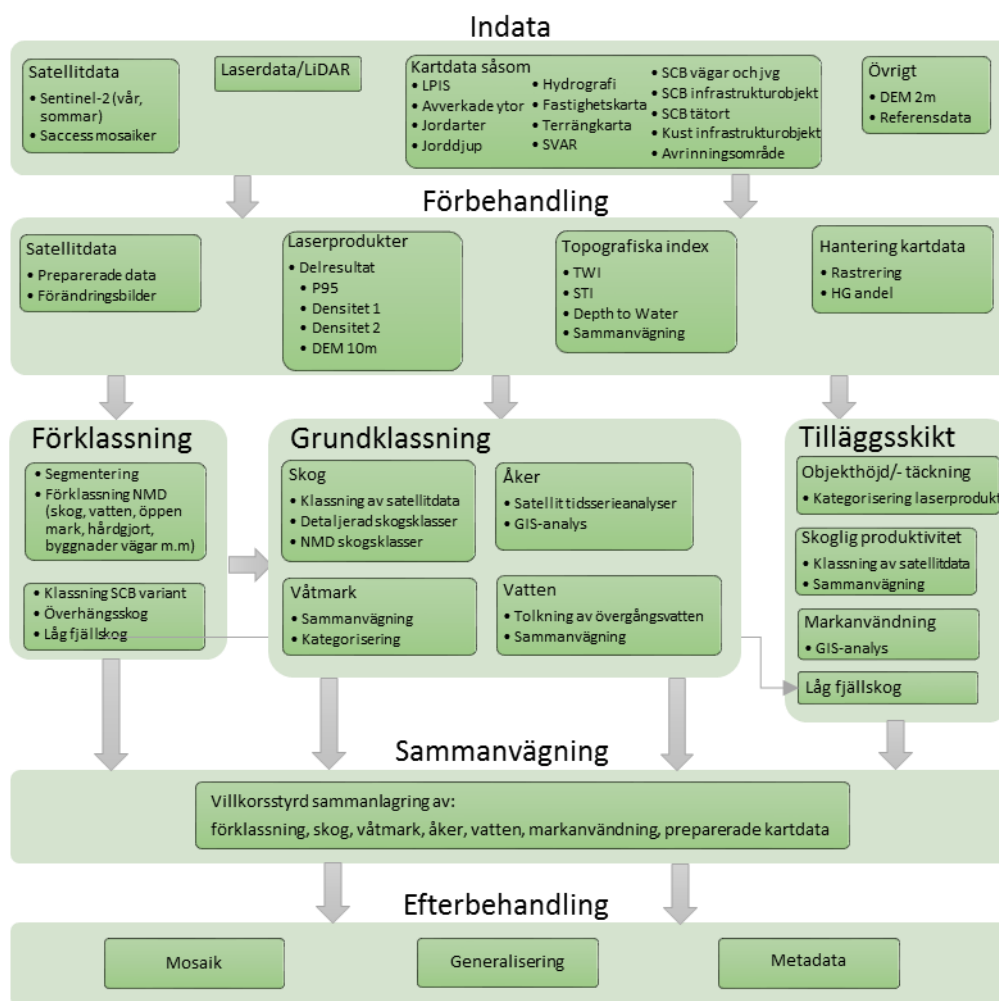
Nedan finns referenser till dokument som nämns samt andra dokument som bedöms vara användbara.

- Hemsida  
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Kartor/Nationella-Marktaeckedata-NMD/>
- Produktbeskrivningar tillgängliga via Miljödataportalen:
  - NMD Basskikt 2018
  - objekthöjd och -täckning
  - produktivitet (skoglig produktivitet)
  - markanvändning
  - låg fjällskog
- Statistisk noggrannhetsutvärdering av NMD baskartering och tilläggs-skikt produktivitet i Region B motsvarande länen Gotland, Södermanland, Stockholm, Uppsala och Västmanland. Allard, A., Granholm, A-H., Press, A., Nilsson, M., 2019: Kvalitetsutvärdering av nationella marktäckedata – Region B. SLU.  
Ingår i nedladdning av denna leverans med benämning: Kvalitetsutvärdering\_RegionB\_20190218.pdf

## 2 Produktionsprocessen

### 2.1 Översikt

Karteringen baseras på att kombinera satellitdata (Sentinel-2) med information från Lantmäteriets laserskanning (Laserdata NH). I viss utsträckning avgränsas karteringen med stöd av befintliga kartunderlag. I Figur 2 illustreras NMDs produktionsprocess på en övergripande nivå.



Figur 2. Översiktlig beskrivning av produktionsprocess NMD. För varje delprocess finns instruktioner riktade till operatör som beskriver arbetsgång inklusive verifiering och validering.

### 2.2 Geografisk yttäckning

NMD basskikt är nationellt täckande och inkluderar även ekonomisk zon.

### 2.3 Geografiskt referenssystem

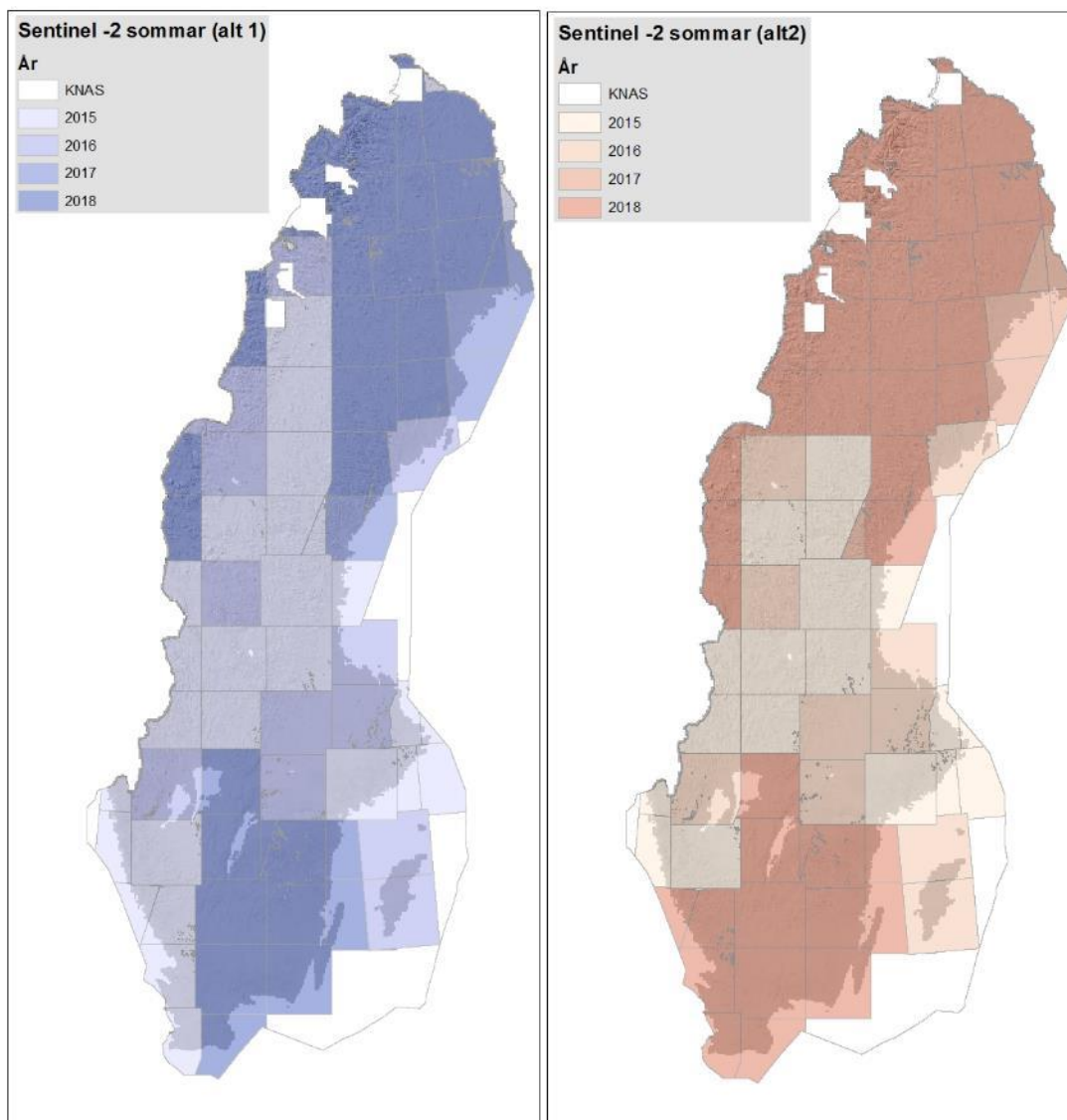
Sweref 99 TM (EPSG: 3006)

## 2.4 Metadata

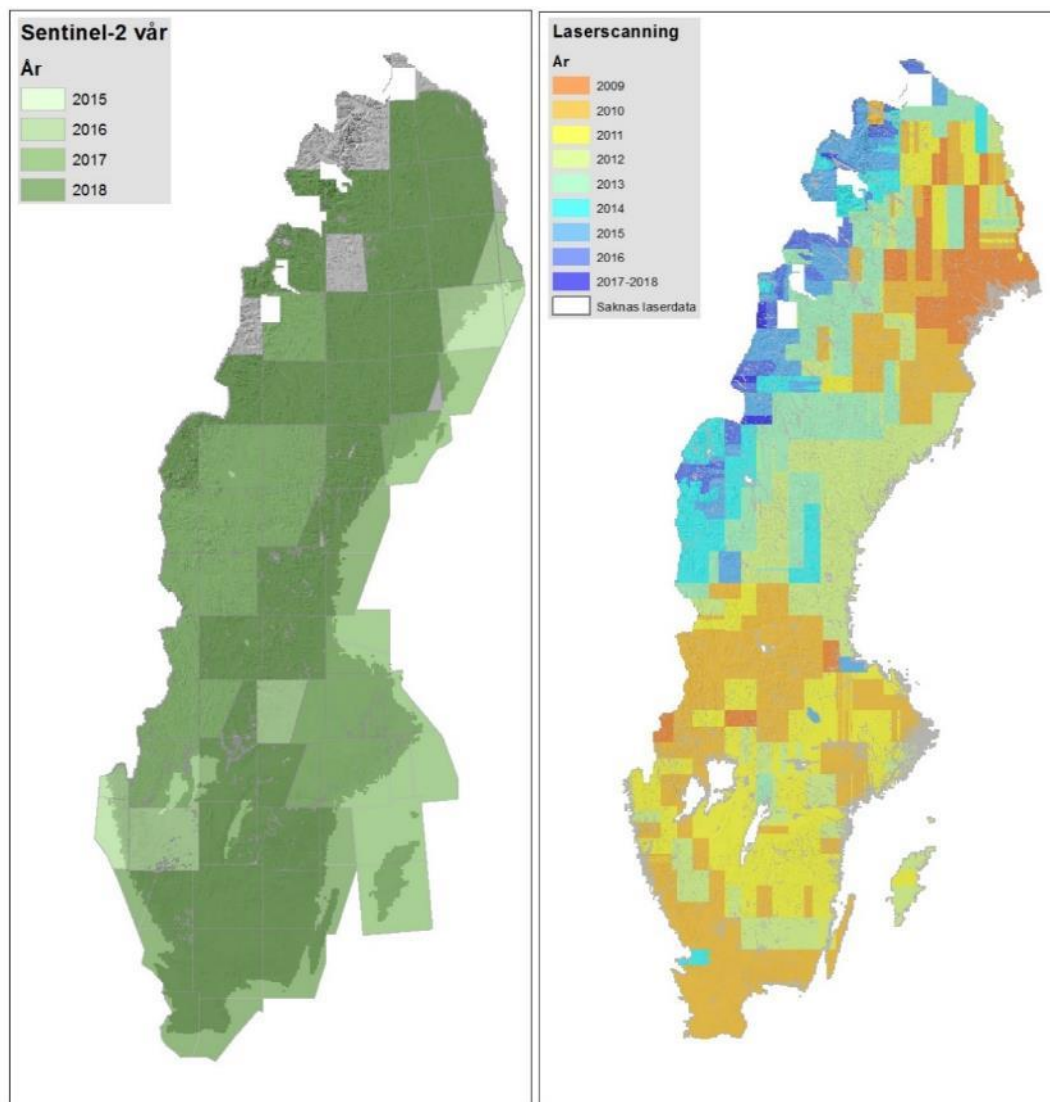
Metadata för produkten och tillhörande tjänster tillhandahålls via Miljödataportalen (<http://www.miljodataportalen.naturvardsverket.se>) och visas även i geodataportalen tillgänglig via geodata.se.

## 2.5 Aktualitet

Aktualitet för de mest centrala indata är 2015-2018 för satellitdata och 2009-2018 för laserdata, se Figur 3 och Figur 4. För aktualitet på kartdata som ingår i produktionen hänvisas till det metadata som medföljer produkterna.



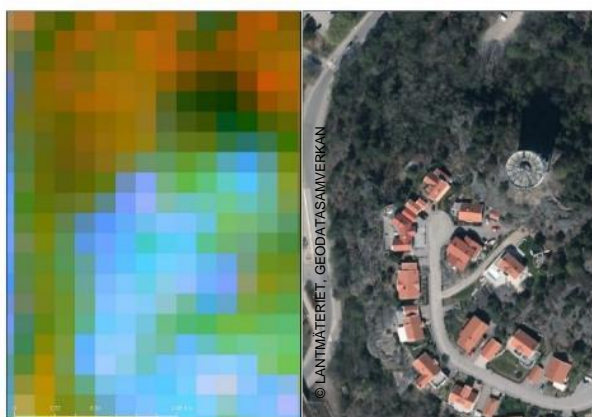
Figur 3. Registreringsår för sommarbilder (Sentinel-2 data) som ingår i produktionen. För vissa områden är det två sommarbilder som använts för olika delmoment i produktionskedjan. Detta beror på att delar av produktionen var klar innan 2018 års utfall av satellitdata var klart, vilket ledde till att vissa bilder ersattes när det fanns bättre alternativ från 2018. Figuren visar också inom vilka områden NMD karteringen saknas och där data från KNAS använts istället.



Figur 4. Registreringsår för vårbilder (Sentinel-2 data), samt årtal för laserscanningen.

## 2.6 Geometrisk noggrannhet

Den geometriska upplösningen i produkterna är 10x10 meter, se Figur 5. Sentinel-2 har en lägesnoggrannhet på subpixelnivå, dvs bättre än 10 x 10 m, förutom i områden med kraftig topografi.

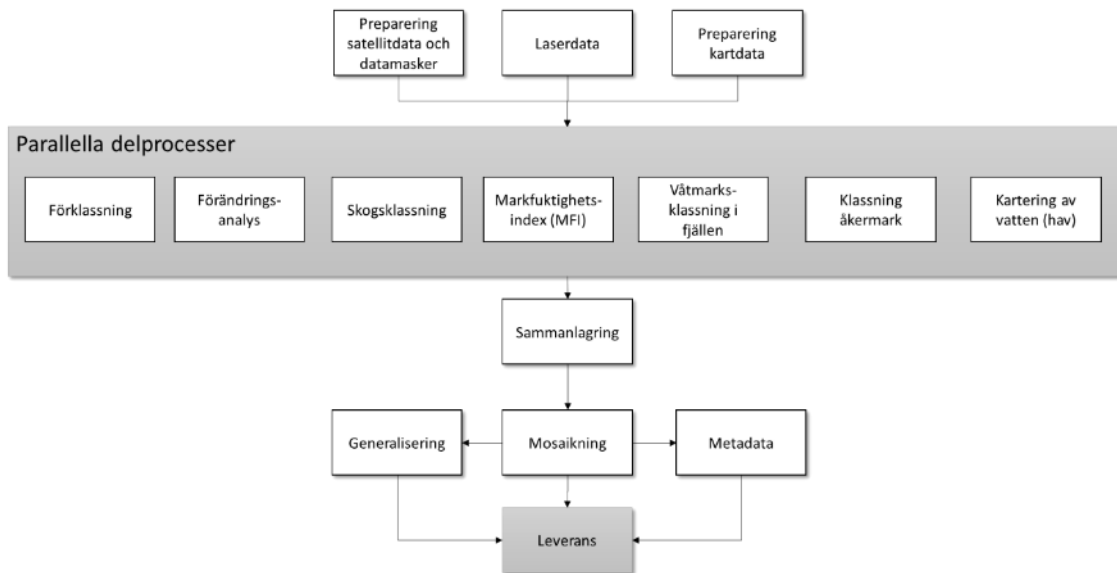


Figur 5. Jämförelse mellan Sentinel-2 med 10 meters geometrisk upplösning och ett ortofoto med 0,25 meters upplösning.

### 3 Basskikt

#### 3.1 Översikt

I Figur 6 visas vilka delprocesser som ingår i produktionsflödet för att producera NMD Basskikt, ogeneraliserad och generaliserad version. I detta kapitel ges en beskrivning av varje delprocess.



Figur 6. Översikt över produktionsflödet och ingående delprocesser för produktionen av basskiktet.

#### 3.2 Indata

I tabellen nedan redovisas de indata som använts inom produktionen av NMD basskikt.

Tabell 1. Tabellen redovisar de indata som ingått i produktionen av NMD basskikt.

Källa	Namn	Beskrivning	Typ
ESA/MATS	Sentinel-2	Sentinel-2 data från MATS	Raster 10m
ESA	s2_granules	Granulindex fr ESA	vektor
ESA	Sentinel-1	Sentinel-1 GRD IW	.safe format
LM	BY_FAST	Fastighetskartans byggnader	vektor polygon databas
LM	MY_FAST	Fastighetskartans markytor	vektor polygon databas
LM	MS_FAST	Fastighetskartans sankmarksytor	vektor polygon databas
LM	KL_FAST	Fastighetskartans kraftledningar	vektor polygon databas
LM	MY_TRK	Terrängkartans markytor	vektor polygon databas
LM	MS_TRK	Terrängkartans sankmarksytor	vektor polygon databas
LM	MY_VAG	Vägartans markytor	vektor polygon databas

Källa	Namn	Beskrivning	Typ
LM	MS_VAG	Vägkartans sankmarksytor	vektor polygon databas
SCB	Riket_jvg	SCB järnvägslinjer	vektor linje tab
SCB	Riket_vaglankar	SCB väglinjer	vektor linje tab
SCB	Riket_jvg	SCB markanvändning järnväg	vektor polygon tab
SCB	Riket_vagomr	SCB markanvändning väg	vektor polygon tab
SCB	Riket_vagytor	SCB ytbildade vägar	vektor polygon tab
SCB	aofosoto	Tätortsavgränsningar 2015	
SCB	SCB infrastrukturobjekt	SCBs infrastrukturobjekt består av sex skikt, se Tabell 3.	
SJV	JBB2017	SJV Blockdatabas	vektor polygon shapefil
SKS	sksUtfordAvverk	SKS faktiskt avverade ytor	vektor polygon shapefil
Saccess	Mosaik2008	Spotmosaik 3band 10m hela Sverige (2008)	Raster 10m
Saccess	Mosaik2009	Spotmosaik 3band 10m hela Sverige (2009)	Raster 10m
Saccess	Mosaik2010	Spotmosaik 3band 10m hela Sverige (2010)	Raster 10m
LM	Svs-hyp_rrs	Svensk vattenstandard vattendragsytor	vektor
LM	Svs-hyp_sw	Svensk vattenstandard ytvattenförekomster	vektor
LM	Svs-hyp_lo	Svensk vattenstandard slussar	vektor
Sjöfartsverket	EEZ	EEZ-gräns	vektor
Sjöfartsverket	Territorialgräns	Sjöterritoriets gräns i havet (territorialgräns).	vektor
SCB	Länsgränser	Länsgränser från SCB (2018/2019)	vektor
LM	Laserdata NH	Laserdata	Punktfiler
LM	GSD-Höjddata grid 2+	Höjdmodell (DEM)	Raster 2m
LM	CLC18	CLC 2018	Vektor
SGU	Jordart	jordartskartor i olika skalor (1:25 000- 1:100 000 har prioriterats framför 1:250 000 vid överlapp)	Vektor
SGU	Jorrdjup	Jorrdjup	Vektor
Metria	kskog_1980	Förändringsbilder framtagna inom Kartering av kontinuitetsskog i boreal region	Raster 10 m
Metria	kskog_2000	Förändringsbilder framtagna inom Kartering av kontinuitetsskog i boreal region	Raster 10 m
Metria	tempsumma	Producerat underlag inom KNAS	Raster 25m
NV	SMD	Svenska marktäckedata	Raster 10 m
NV	NNK	Kartering av Naturhabitat inom skyddade områden	Vektor
NV	KNAS	KNAS	Raster 10m
	Fjällveg	Fjällvegetationskartan	Raster 25m
HaV	Kustobjekt	Fysisk påverkan i svenska kustvatten (HYMO)	Vektor

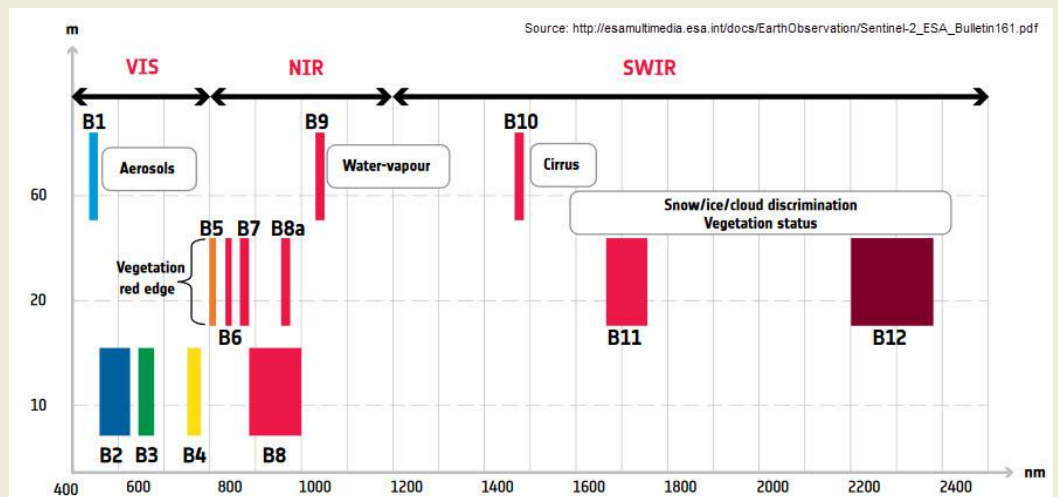
### 3.3 Delmoment

#### 3.3.1 Preparering satellitdata och datamasker

##### 3.3.1.1 Syfte

Syftet är en kvalitetsgranskning av de Sentinel-2 satellitbilder som skall ingå i produktionen samt skapa tillhörande datamasker för att skilja ut vilka områden som innehåller användbar information från de områden som behöver maskas bort (exempelvis på grund av moln) och ersättas med data från en annan Sentinel-2 bild.

**Faktaruta: Sentinel-2: Spatial upplösning och våglängder för de 13 våglängdsbanden hos Sentinel-2.**

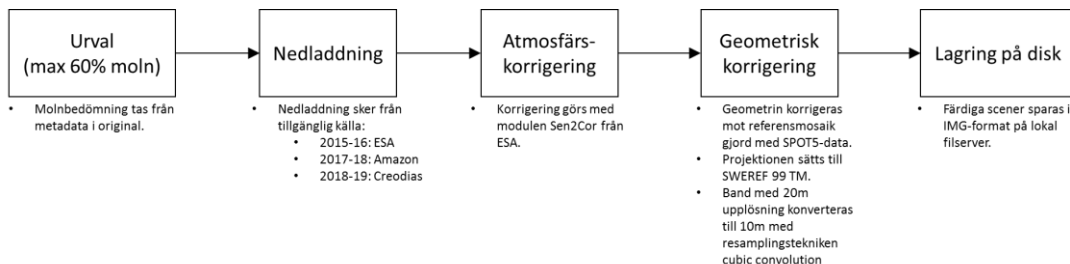


De 13 våglängdsbanden hos Sentinel-2 sträcker sig från de synliga (VIS) och nära infraröda (NIR) till det mellaninfraröda (SWIR):

- 4 x 10 meters band: de tre RGB banden och det nära infraröda bandet;
- 6 x 20 meters band: 4 band inom Red edge (spektrala området mellan rött och nära infrarött där vegetationens reflektans snabbt förändras) samt två SWIR band för applikationer som vegetationsklassning och snö-/isdetektering;
- 3 x 60 meters band som fokuserar mot att detektera moln och för atmosfärskorrigerig.

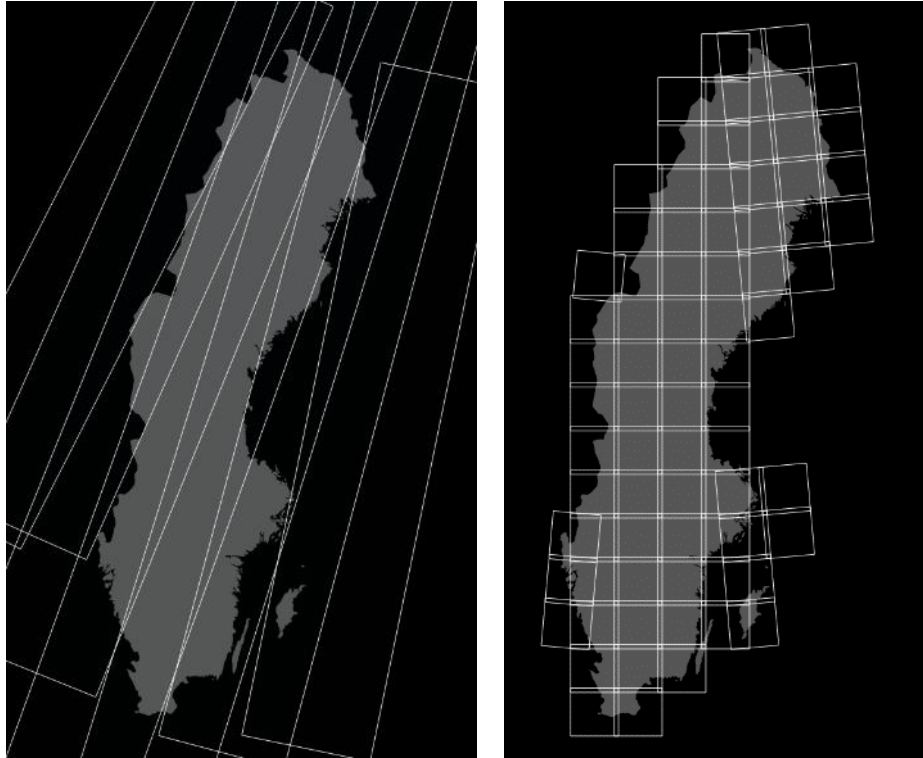
##### 3.3.1.2 Processteg

Sentinel-2 bilderna som används inom NMD har processats inom Metrias MATS-system. De översiktliga stegen inom MATS redovisas i Figur 7. Urvalet av bilder är gjort utifrån att minimera mängden moln/dis, men i de fall där alternativ saknas kan delvis molniga/disiga bilder ingå i produktionen.

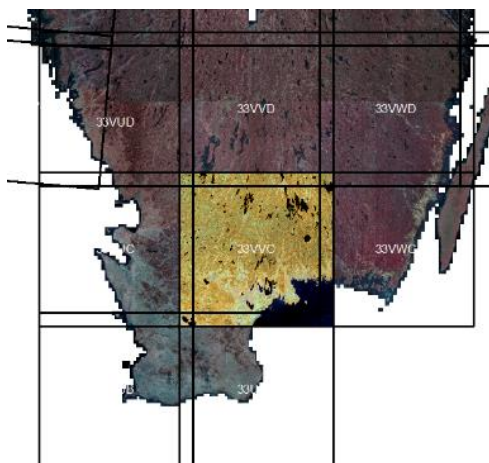


Figur 7. Översiktlig beskrivning av satellitdatahanteringen inom MATS.

Från mars till och med oktober laddas Sentinel-2-bilder med mindre än 60 % molntäckning hem och arkiveras hos Metria. Under NMDs produktion har bilderna hämtats från olika källor, inledningsvis genom Amazons web, men efter att uttag därifrån började debiteras så användes Rymdstyrelsens SWEA portal för nerladdning av data. Under hösten 2018 stängdes SWEA ner och därefter hämtas data från ESAs DIAS portal Creodias. Bilderna kommer uppdelade i 100\*100 km enheter, kallade granuler. För att täcka in Sverige behövs 78 granuler, se Figur 8 och Figur 9.



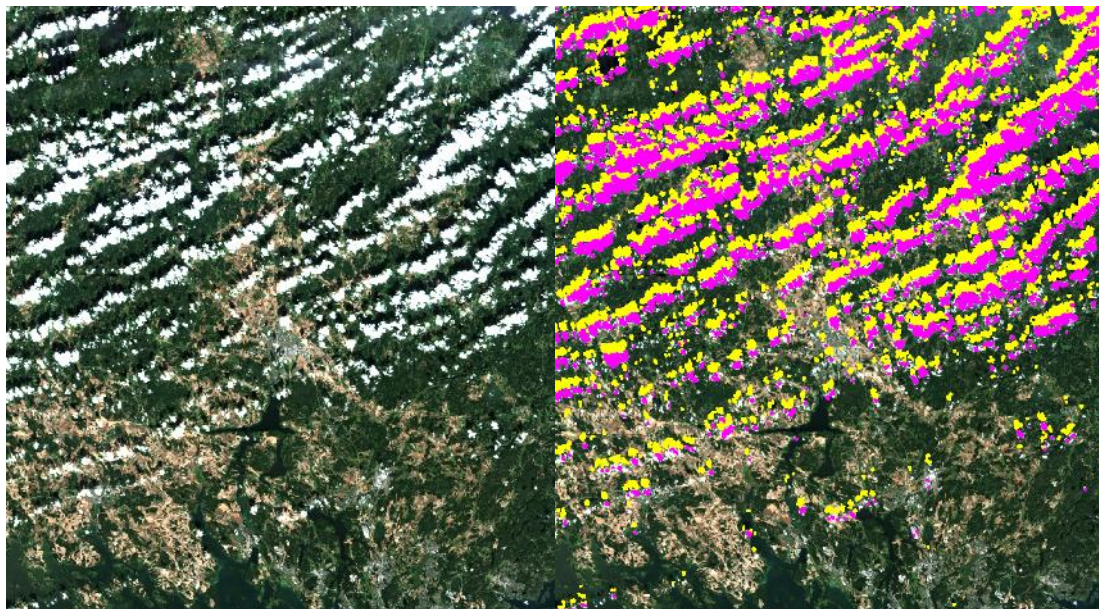
Figur 8. Sentinel-2 levereras i 100 x 100 km stora granuler. 78 granuler krävs för att täcka in Sverige. Mellan granulerna finns överlapp på minst 10 km. De ursprungliga stråken illustreras i bilden till vänster. Detta gör att en granul inte nödvändigtvis behöver ha full täckning av användbara data.



Figur 9. Sentinel-2 levereras i 100 x 100 km stora granuler med ett överlapp på 10 km mellan granulerna. Inom NMD har granulerna använts som produktionsenheter (78 st).



Bilderna atmosfärskorrigeras med parametrar från ESA för att möjliggöra tidsserieanalys på data. Molnmasker skapas genom att kombinera befintliga molnalgorithmerna från ESA (Fmask) som justeras/förbättras i samband med atmosfärskorrigeringen. Se exempel på automatiskt genererade molnmasker i Figur 10 och Figur 11.



Figur 10. Bilden till vänster visar ett utsnitt ur en Sentinel-2 granul där problemen med moln och molnskuggor framgår. Bilden till höger visar en mask med moln (rosa) och molnskuggor (gult) överlagrad satellitdata.



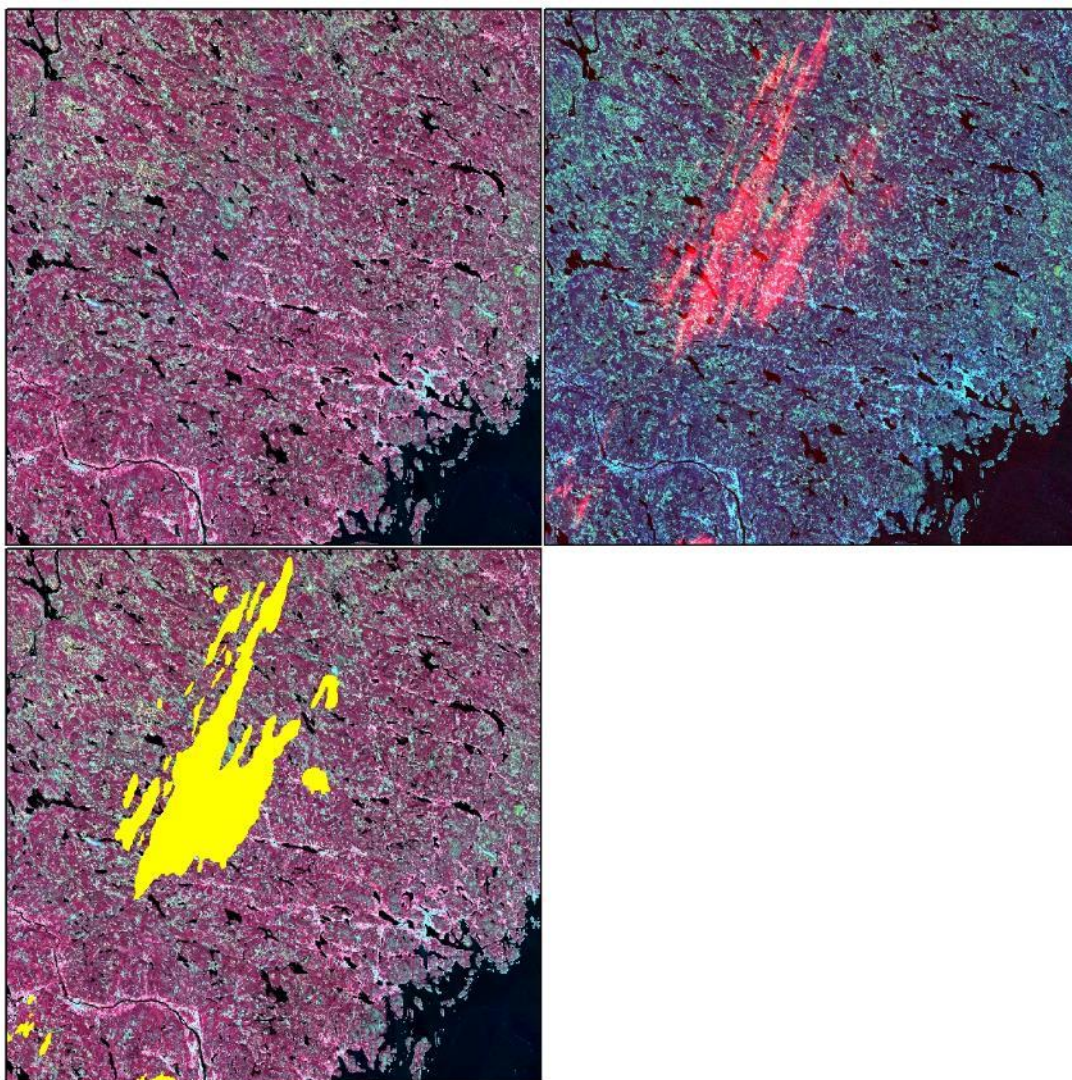
Figur 11. Bilden till höger visar en mask med moln (rosa) och molnskuggor (gult) som överlagrar satellitdata. Inom det inringade området till vänster visas ett område där man behöver komplettera med manuell molnmaskning.

Alla band resamplas till 10 meters pixlar som stämmer med pixlarna hos VIS och NIR. Bilderna geokorrigeras (rektifieras) till SWEREF99 TM (EPSG:3006) med hjälp av en referensbild. Den geometriska

noggrannheten ska vara  $< 1$  pixel. Detta steg är viktigt för att säkerställa att pixlarna verkligen ligger ovanpå varandra.

Som del av den automatiserade processen så samlas metadata (parametrar använda inom processen) och genereras genom alla delprocesser. Dessa data sparas för att möjliggöra omprocessning av data med samma parametrar. Både originaldata och slutresultat sparas och arkiveras.

Inom NMD-produktionen är inte de automatiskt genererade molnmaskerna tillräckliga. Därför behöver man manuellt granska alla bilder som skall användas för vissa delmoment inom NMD-produktionen och skapa tillhörande datamasker. Inom detta moment färgsätter man och sträcker bilderna för att få optimal kontrast mellan moln/dis och molnfria områden, se Figur 12. Därefter avgränsas påverkade områden manuellt och tilldelas en specifik molnkod.



Figur 12. Vänster: RGB=4-3-2. Höger: samma bild RGB=13-3-2. Rosa färg i bilden till höger indikerar dis vilket kommer påverka skogsklassningen. Bilden är troligtvis inte lämplig att använda rakt av utan de påverkade områdena behöver ritas in (gula områden) och ges en egen kod för att särskilja dessa områden.

### 3.3.2 Laserdata

#### 3.3.2.1 Syfte

Syftet är att preparera rådata från NH laserdata, så att data kan rasteras till nedan listade produkter använda inom NMD-produktionen:

- Trädhöjd (1) och trädensitet (2) som används inom förklassningen (se kapitel 3.3.4)
- DEM (3) som används för att ta fram ett TWI (Topographic Wetness Index) som används inom produktionen av markfuktighetsindex (se kapitel 3.3.7).
- Metadata (4) visande flygstråk med tillhörande skanningsdatum.
- Fyra tilläggs-skikt som alla levereras som egna tilläggs-skikt inom NMD:
  - (5) objekt\_tackning\_hojdintervall\_0\_5\_till\_5
  - (6) objekt\_hojd\_intervall\_0\_5\_till\_5
  - (7) objekt\_hojd\_intervall\_5\_till\_45
  - (8) objekt\_tackning\_hojdintervall\_5\_till\_45

#### 3.3.2.2 Processteg

##### Preparering

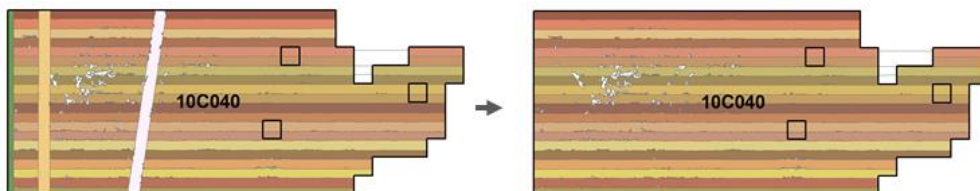
Punktmolnet i laserdata NH från Lantmäteriet levererades i produktionsrutor. För att täcka in Sverige med laserdata behövdes 403 st produktionsrutor, se Figur 13. Uppdelningen av Sverige i 403st produktionsrutor för NH laserdata. Vardera produktionsruta är med några undantag 25x50km stora. Laserdata levererades i ett komprimerat format som först behövde packas upp. Därefter skapades listor som innehöll sökvägar till alla laserdatafiler som fanns i respektive produktionsruta, samt intilliggande laserdatafiler från omgivande produktionsrutor - detta för att undvika kanteffekter vid senare rastering.



Figur 13. Uppdelningen av Sverige i 403st produktionsrutor för NH laserdata.

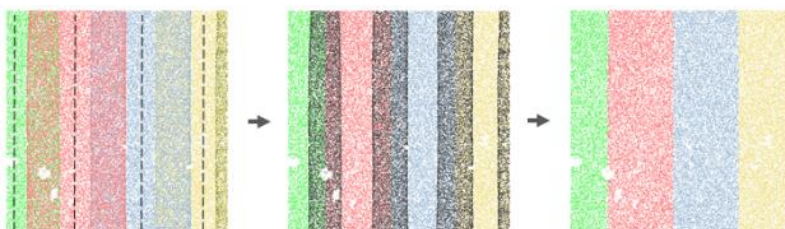
Det första steget i laserdataprepareringen var att dela upp laserpunkterna i tillhörighet till respektive flygstråk och sedan skapa vektorytor av flygstråken, se Figur 14. Med vektorytorna över flygstråk,

samt information om antal punkter per klasstillhörighet, identifierades de redundanta kalibreringsstråk/tvärstråk som saknade markklassade punkter eller innehöll dis. Dessa stråk filtrerades bort från fortsatt preparering.



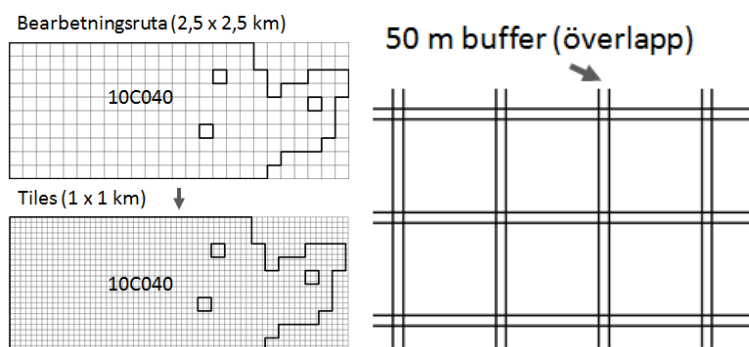
Figur 14. Ett av de första stegen i prepareringen av NH laserdata var att filtrera bort kalibreringsstråk/tvärstråk. Till vänster är kalibreringsstråken fortfarande med, men är efter filtrering (till höger) inte längre med i laserdata.

I nästföljande steg identifierades överlapp mellan flygstråk, varvid överlappspunkter erhöj en ny klasskod. Klasskoden innehållande överlappande laserpunkter exkluderades från vidare steg i prepareringsprocessen, se Figur 15. Exkluderingen av överlappande flygstråk genomfördes i syfte att uppätta ett punktmoln med homogen punktthet och för att avlägsna punkter med brant skanningsvinkel.



Figur 15. Den vänstra bilden i figuren visar en högre punktthet där flygstråk överlappade varandra. För att få en homogen punktthet, identifieras dessa överlappande flygstråk (mitten) och filtrerades bort (till höger).

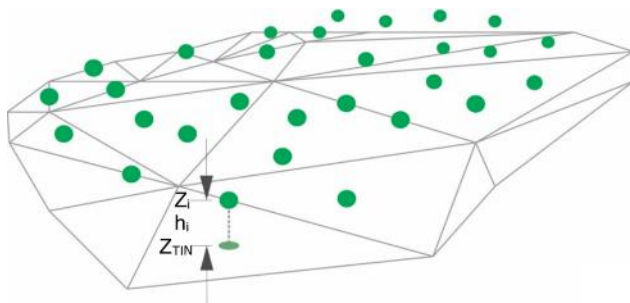
För att underlätta för programvaran att hantera datatunga filer, delades de 2,5 x 2,5 km stora bearbetningsrutorna upp i mindre enheter om 1 km x 1 km. Dessa nya *tiles*, gavs även en buffer på 50m för att återigen kringgå kanteffekter vid senare rastering, se Figur 16.



Figur 16. Bearbetningsrutor (övre vänster) delas upp i mindre enheter om 1kmx1km för att minska behovet av datorkapacitet. Tiles erhöj en buffer om 50m (till höger) för att undvika att data ska saknas i kantpixlar vid senare rastering.

Brus i form av felaktiga punkter gentemot resterande intelligande punkter som kunde utgöras av exempelvis fåglar identifierades och avlägsnades. Till framtagandet av den digitala höjdmodellen

(DEM) var data i detta skede användbart, men för att skapa raster visande objektens höjd över marken normaliserades höjdvärdena från absolut höjd till relativ höjd. Ett *Triangulated Irregular Network* (TIN) byggdes *on-the-fly* med alla markklassade punkter och användes som mark för att gå från höjd över havet till höjd över marken, se Figur 17.

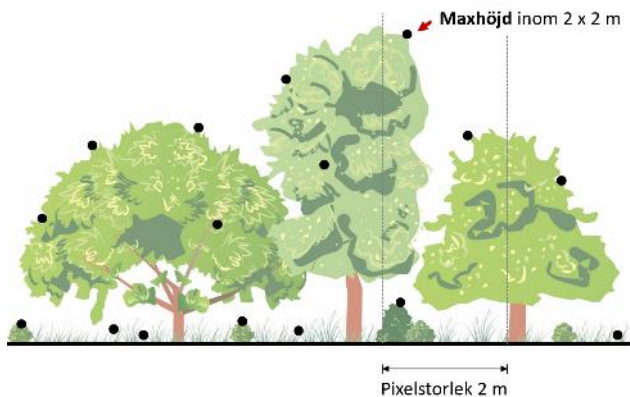


Figur 17. Differensen mellan TIN och absolut höjd ( $Z_i$ ) av objekt ger relativ höjd ( $h_i$ ).

Laserdata var efter höjdnormaliseringen och borttagning av buffert klart för att användas till att skapa rasterprodukter.

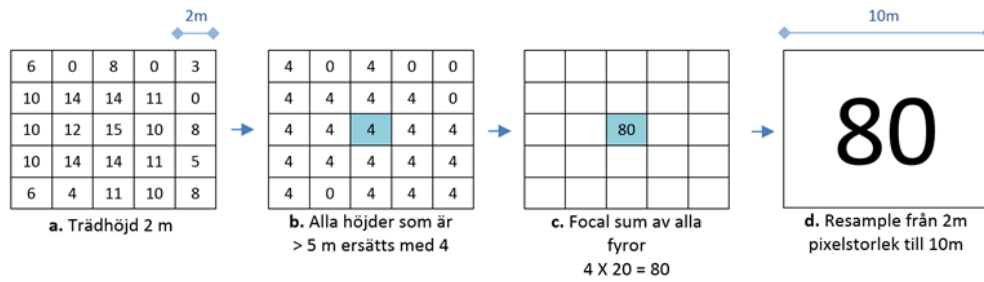
### Rastrering och efterbearbetning

Vid rastrering slogs de tidigare uppdelade laserfilerna samman till en större enhet som täckte in hela produktionsrutan. Trädhöjd mellan 0.5-45m i 2x2m rumslig upplösning togs fram som en första produkt utifrån den laserdatapunkt med högst höjdvärde, se Figur 18.



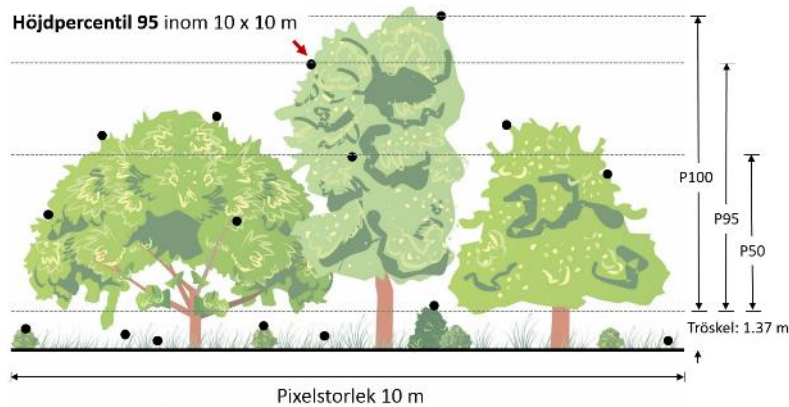
Figur 18. Den maximala höjden inom en 2x2m pixel är laserpunkten med högst höjdvärde.

Viss efterbehandling av raster genomfördes. Dels klipptes rasterna ned till produktionsrutans gräns, samt att pixlar i vatten maskades bort med Fastighetskartans vattenpolygoner. Objekthöjd och objektäckning klassades till givna intervall utifrån trädhöjd 2m. Trädhöjd 2m genomgick en resample till 10m rumslig upplösning och med ett *focal sum* filter omvandlades rastret till trädensitet enligt Figur 19.



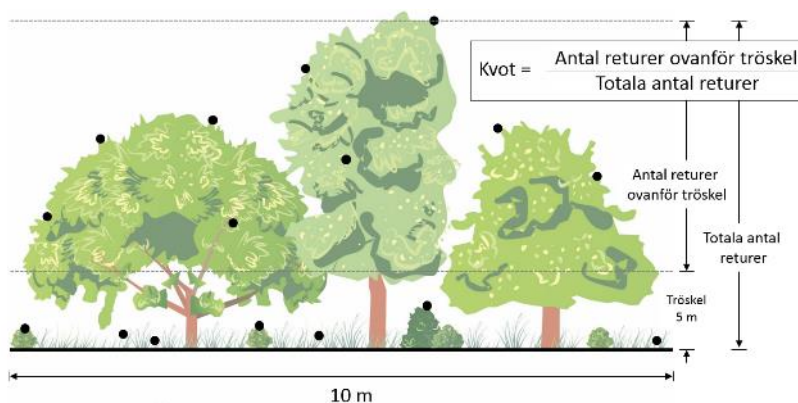
Figur 19. Beräkning av träddensitet utifrån trädhöjd 2m, sker genom att ersätta alla höjdvärden större än 5m, med värdet 4. Med ett focal sum filter erhålls ett densitetsvärde, som blir värdet på den slutliga 10m pixeln.

Höjdpercentil 95 (P95) producerades och utgör grunden till det raster som benämndes "Trädhöjd (1)". P95 är värdet på den laserpunkt som utgör den 95:e percentilen av alla laserpunkter inom given pixelstorlek, se Figur 20. Värdet är därför något lägre än den maxhöjd som tas fram ur trädhöjd 2m.



Figur 20. Den 95:e höjdpercentilen av alla pixlar inom en pixelstorlek om 10m.

Även trädkvoten togs fram. Trädkvoten är förhållandet mellan alla första returer (5-45m) och alla första returer inom höjdintervallet 0,0 – 45m, se Figur 21.



Figur 21. Trädkvoten utgör kvoten mellan antal första returer ovanför satt tröskel och det totala antalet första returer.

Laserpunkterna per flygstråk rasterades till ett metadata-raster. Till respektive flygstråk kopplades flygdatum. Även rastering gjordes på markpunkter med absolut höjd för att ta fram en höjdmodell i 10m rumslig upplösning. Höjdmodellen baserades på den klassade markpunkt som hade högst värde inom en 10m pixelstorlek.

### 3.3.3 Preparering kartdata

#### 3.3.3.1 Syfte

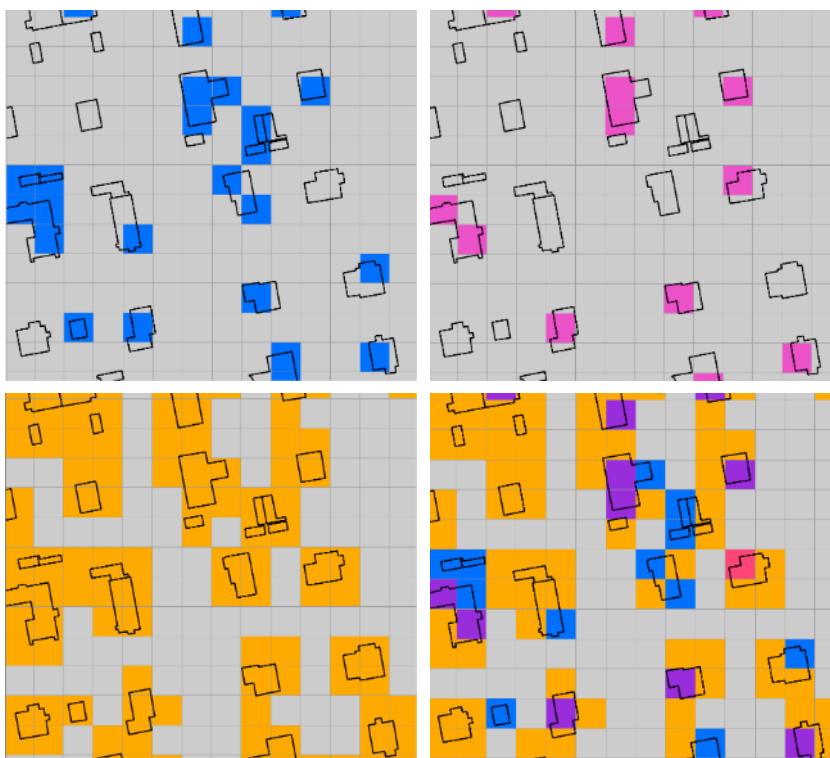
Syftet är att preparera kartdata så att de kan användas inom produktionen av NMD. Produktionen av NMD använder kartdata från flertalet producenter. Vissa kartdata används i sin helhet (exempelvis byggnader och vatten från Lantmäteriet) medan andra kartdata enbart används som stöd om det står och väger mellan två klasser inom NMD (exempelvis sankmark från Lantmäteriet). Vilka kartdata som används i produktionen samt vem som är producent av dessa data framgår i kapitel 3.2.

#### 3.3.3.2 Processteg

##### Rastrering

Inom produktionen behövs informationen främst i rasterformat och därför sker en konvertering från vektorformat till rasterformat och rikstäckande rasterade skikt skapas.

Vid rastrering av byggnad från Lantmäteriets fastighetskarta har fokus varit att uppnå arealriktighet i NMD. Detta innebär att beroende på vinkel och positionering på exempelvis en byggnad jämfört med en 10 x 10 meters pixel (0.01 ha) kan byggnader strax under 0.01 ha komma med efter rastrering och byggnader strax över 0.01 ha inte komma med. I Figur 22 illustreras skillnaden mellan olika rastreringsmetoder och ger en bild av hur detta kan påverka återgivningen av enskilda byggnader i NMD. I den av NMD använda metoden låg avvikelser i areal mellan raster och vektor på under 1 % i en jämförande studie utförd inom ett 1 km<sup>2</sup> stort område.



Figur 22. Bilden visar tre olika resultat efter rastrering av byggnader från Lantmäteriet. Metoderna som använts är: Blått= om centroiden i pixeln berörs av en byggnad, Rosa = om pixeln till största delen berörs av en byggnad, Orange = pixeln berörs av byggnaden. Metoden som använts generellt inom NMD är den blåa (med undantag för vägar och järnvägar). Denna ger bästa arealriktighet mot vektordata.

---

Generella rasteringsregler inom NMD är:

- Alla pixlar rasteras till 10 meter
- Pixelns centrum avgör vilken klass en pixel tillfaller
- Alla data sparas i SWEREF99TM (EPSG:3006)

Vägar inklusive järnvägar inom NMD är rasterade med metoden att om pixeln berörs av en väg så representeras den pixeln som väg. Denna metod valdes för att inte tappa vägens sammanhang, dvs. att det blir några glapp i vägen utan att vägarna binds ihop i landskapet. Detta ger en överskattning av arealen väg och järnväg.

#### Beräkning av andel hårdjord yta inom en pixel

Med hjälp av kartdata skapades ett rikstäckande skikt med andel hårdjordhet 0 -100 % (hg-andel) inom 10m-pixlar. Detta görs för att kunna avgöra hur mycket vegetation det finns inom en 10 meters pixel även när pixeln till delar består av byggnader och vägar. De övergripande arbetsmomenten är:

- Urval av vägar och byggnader som sammanlagras till ett vektorskikt
- Rastering till 2 meters pixlar med NMD generella rasteringsmetod
- Filtrering till 10 meters pixlar med ett flytande fönster (5x5 kvadratisk) som ger andelen 2 meterspixlar inom en 10 meters pixel (0-100%).

Detta skikt används inom förklassningen som beskriv i kapitel 3.3.4.

### **3.3.4 Förklassning**

#### **3.3.4.1 Syfte**

Förklassningen har två huvudsakliga syften:

1. att göra en segmentering av satellitdata så att pixlar som spektralt liknar varandra och ligger i anslutning till varandra skapar ett eget objekt (segment) och som får ett specifikt ID.
2. att skapa en första grundklassning som skiljer öppna marker utan vegetation (naturliga som exploaterade) från vegetationsklädda ytor, samt att avgränsa vatten, skog, byggnader, vägar och järnvägar.

Resultaten från förklassningen går in i senare delprocesser av NMD-produktionen.

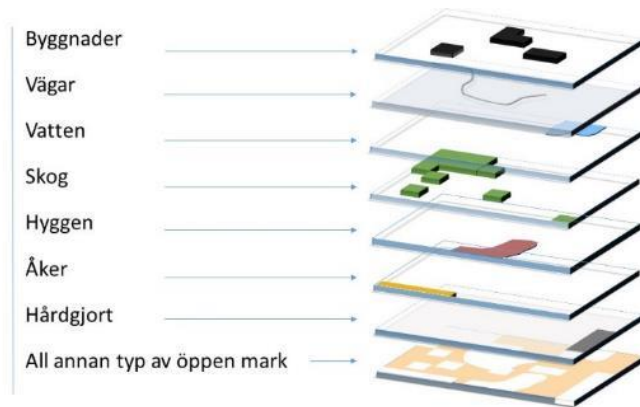
#### **3.3.4.2 Processteg**

##### Segmentering

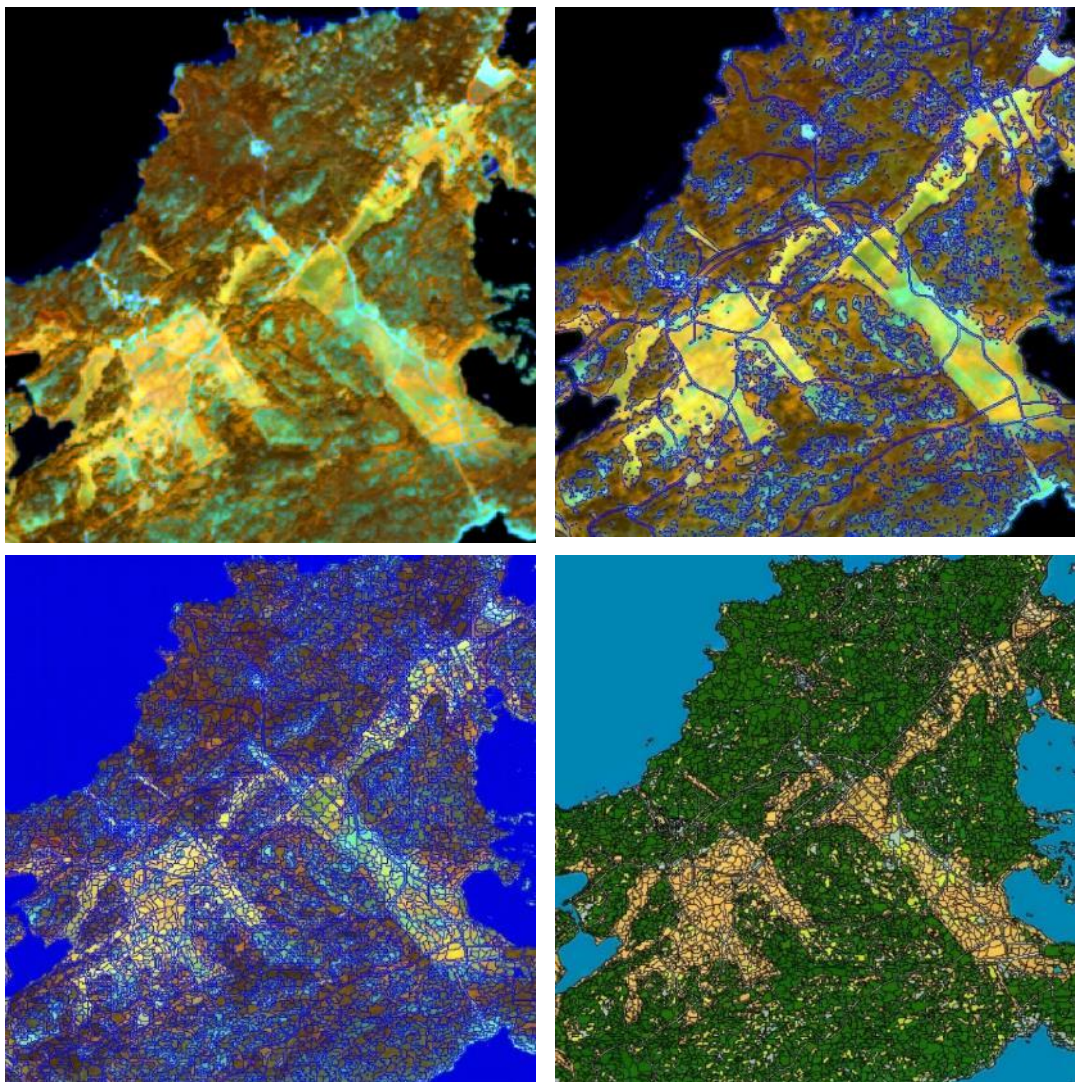
Det första steget är att sammanställa alla indata som behövs inom förklassningen, se Figur 23. Därefter görs en segmentering av data, se Figur 24. Segmenteringen görs homogent över hela landet med syftet att avgränsa spektralt homogena objekt och att utifrån laserdata avgränsa objekt som uppfyller definitionen för skog (>5 meter högt, > 10 % krontäckning).

Inom förklassningen används en regeluppsättning (*Ruleset*) som innehåller en klasshierarki där klassdefinitionerna har ett inbördes beroende samt ett beroende av indata. I *Ruleset* finns också ett processträd med algoritmer. Dessa båda delar bygger upp analysen i förklassningen. Ett exempel på en analys som görs är att pixlar med skog med 10-30% krontäckning, som är <10 pixlar och ligger på gränsen mellan skog och övrig mark omkodas och slås samman med annan öppen mark. Detta sker för att skogen annars skulle överskattas genom att "blöda ut" i ytterkanterna av skogsområdena. Förklassningsprocessen visas mer i detalj i Bilaga 1: Förklassning, process.





Figur 23. Figuren visar vilka indata (förutom Sentinel-2) som ingår i förklassningen samt i vilken ordning indata prioriteras (bilden längst upp till vänster).



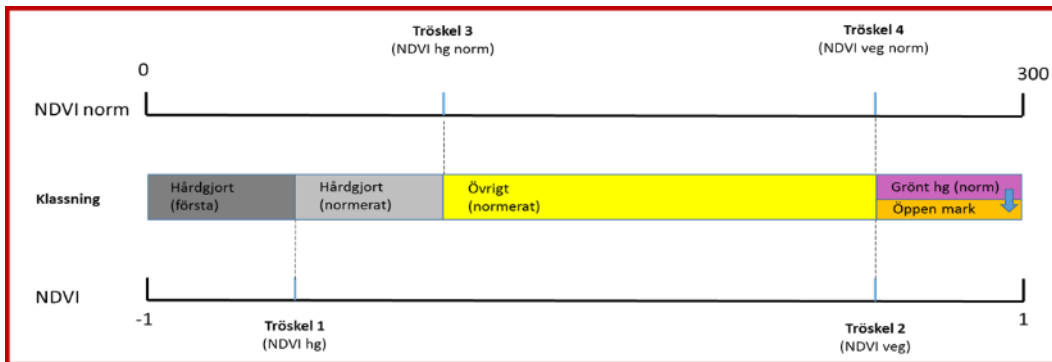
Figur 24. Segmenteringsprocessen görs i flera olika steg i förklassningen, bilderna illustrerar processen från satellitbild (a) till klassade segment (d). (a) Sentinel-2 bild (b) segmentering på basis av det indata som nämns i Figur 23 (c) slutgiltig segmentering där segmenten är klassade (med kantlinjer) (d) slutgiltig segmentering där segmenten är klassade (utan kantlinjer).

## Tröskelsättning

Ett viktigt steg inom förklassningen för att kunna särskilja ytor med vegetation från ytor utan vegetation är den tröskelsättning i NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) som görs för att särskilja pixlar och segment med och utan vegetation.

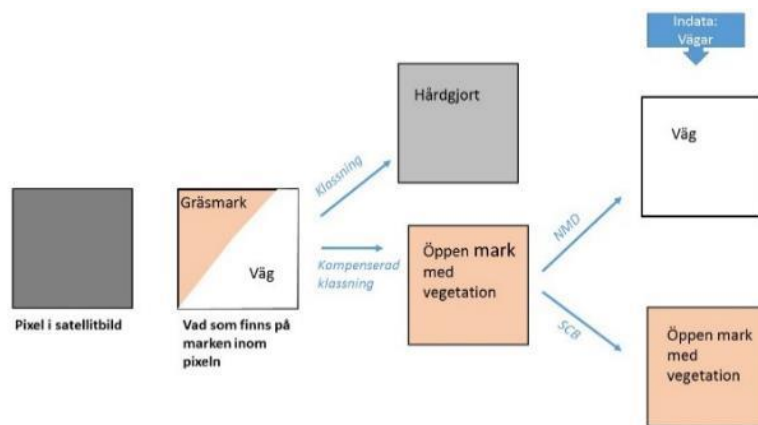
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Det är fyra trösklar (variabler) som behöver anges för alla granuler; två NDVI-värden för hårdgjort respektive vegetationsklätt och två till i ett normaliserat NDVI (NDVI norm), se Figur 25. De fyra trösklarna är NDVI\_hg, för icke vegetation (hårdgjort), NDVI\_veg, för vegetation (över 15 % vegetationstäckning), NDVI\_hg norm, för områden med högst 5 % vegetation, NDVI\_veg\_norm, för vegetation (över 15 % vegetationstäckning<sup>1</sup>).



Figur 25. Trösklarna sätts i två olika skalor, där den ena är NDVI-skalan mellan -1 och +1 och den andra är en normaliserad skala med värden mellan 0 och 300.

NDVI norm är en algoritm för kompenserad klassning. Den är anpassad för att kunna använda hus och vägar i vektorformat ovanpå klassningen. På så vis kan man få ut vegetation ur en mixel (en blandad pixel som både innehåller hårdgjort och vegetation). När man lägger på vägar och byggnader på denna klassning i efterhand får man en mer rättvis bild av vad som finns inom resten av pixeln, se Figur 26.



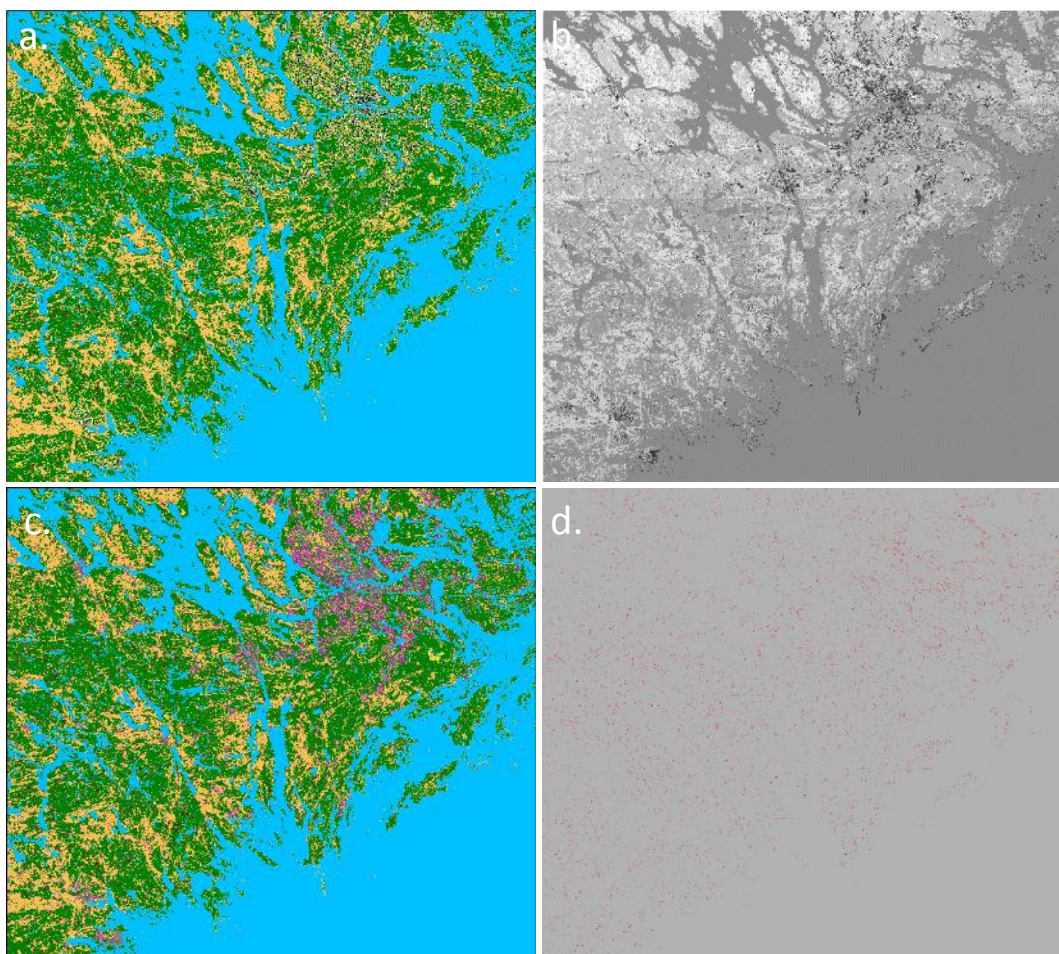
Figur 26. Flödesschema som illustrerar hur mixlar hanteras.

<sup>1</sup> Dessa värden är valda för att i slutändan motsvara NMDs definition på 10 % fältskikt för att anses vara vegetationsklätt.

För varje granul (satellitscenen) testas trösklarna på mindre delområden för att se hur de funkar. Områden som är typiska och atypiska för granulen testas och när trösklarna är tillfredställande körs de på hela satellitscenen.

### Resultat/utdata

Processen resulterar i fyra utdatafiler (samtliga filer är i rasterformat): Förklassning NMD (klassade segment med vägar och byggnader inkluderade), segment NMD (segment), SCB-produkten (en pixelklassning utan vägar och byggnader) samt en klassning av så kallad överhängsskog, se Figur 27. Överhängsskogen visar områden som skulle blivit skog ifall inte vatten, byggnader och vägar/järnvägar legat över i hierarkin. Förklassning NMD och segment NMD går in i senare delprocesser av NMD-produktionen, medan SCB-produkten och överhängsskog inte tillhör de officiella leveranserna utan levereras direkt till SCB för vidare analys.



Figur 27. Resultaterande utdatafiler från förklassningsprocessen (exempelbilder från södra Stockholms län). Bild a) Förklassning NMD (klassade segment med vägar och byggnader inkluderade), b) segment NMD, c) SCB-produkten (en pixelklassning utan vägar och byggnader), d) en klassning av överhängsskog.

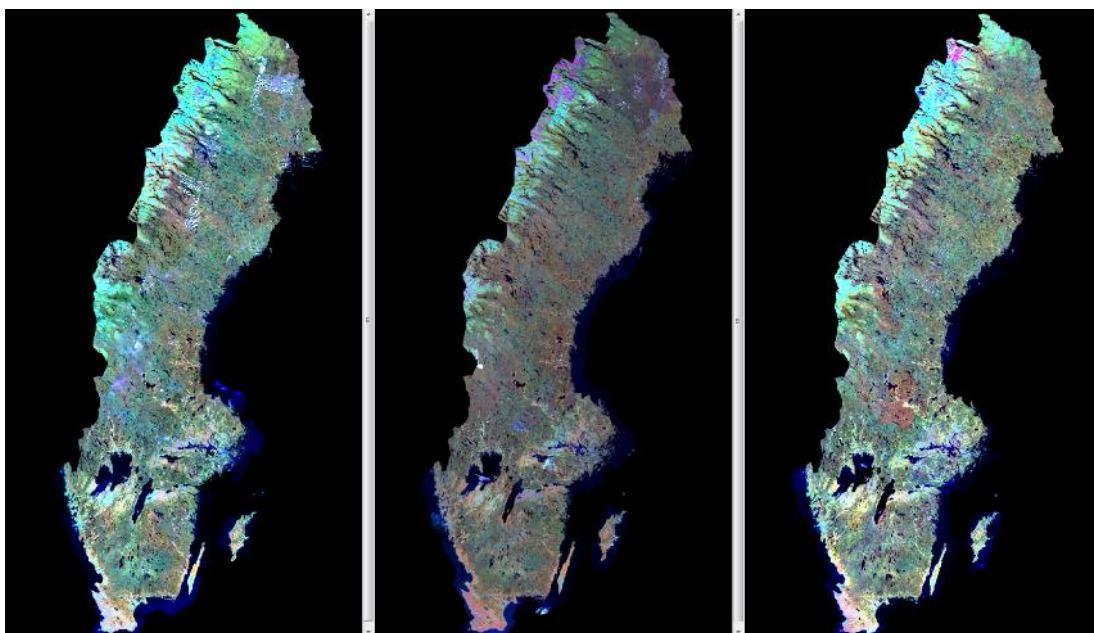
### 3.3.5 Förändringsanalys

#### 3.3.5.1 Syfte

Syftet är att skapa förändringsbilder baserade på nya satellitbilder och äldre satellitbilder som indikerar var förändring skett mellan bildtillfällena. Inom NMD används förändringbilder för att inom skogsmark hitta nedhuggen skog alternativt tillväxande skog.

#### 3.3.5.2 Processteg

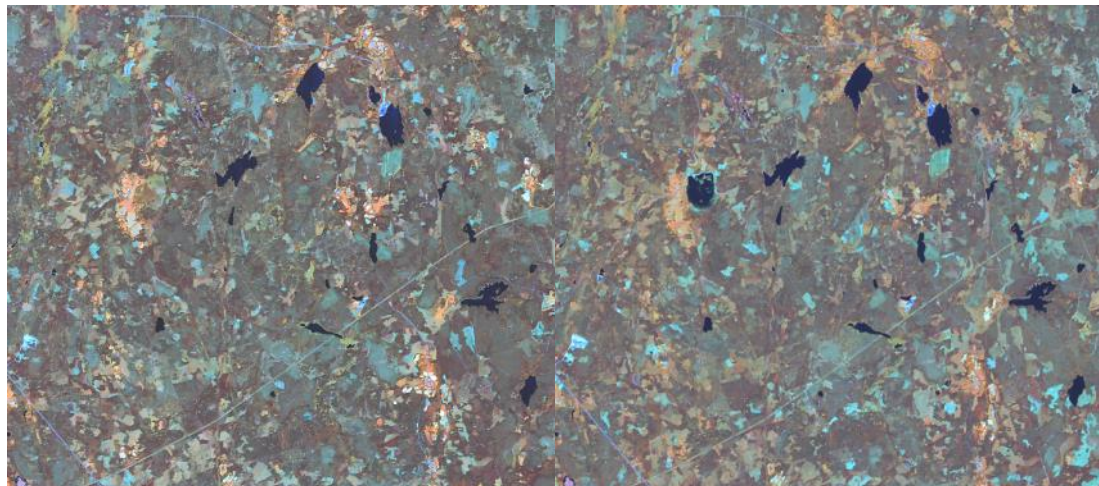
Förändringsanalys har skett mellan äldre satellitdata (2008-2010) och aktuell Sentinel-2 (2015-2018) för att kartera förändringar inom skogsmark (avverkad eller tillväxande skog). Satellitdata från 2008-2010 utgörs av mosaiker baserad på främst SPOT data, 10 m geometrisk upplösning, se Figur 28. Aktuella satellitdata är från Sentinel-2, 10 m geometrisk upplösning.



Figur 28. Mosaiker SPOT 2008 (till vänster), SPOT 2009 (mitten) samt SPOT 2010 (till höger).

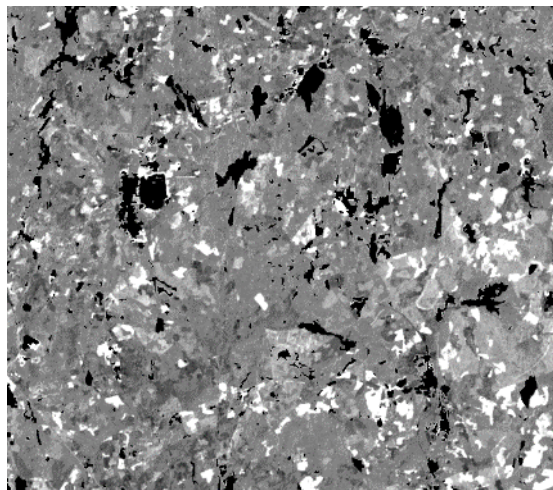
En modell körs som skapar differensbilder (förändringsbilder) för rött och MIR-bandet, se exempel i Figur 29. Förändringsbilden skapas från differensen i det spektrala värdet mellan en ny bild (Sentinel-2) och äldre bild (komposit mosaiker 2008-2010). Arbetsprocessen är beskriven på en övergripande nivå nedan:

- Beräkning av statistik under en skogsmask (för rött och MIR)
- Konvertering av Spotmosaiker till Sentinel-2 radiometri där en omräkning görs så att mosaikerna får samma medelvärde och standardavvikelse i sina histogram som Sentinel-2
- En flerbandsbild skapas av kalibrerade Spotmosaiker. Medianvärdet i flerbandsbilden ger en komposit där hål och kvarvarande moln från enstaka år i Spotmosaikerna elimineras
- Differensbild beräknas mellan Sentinel2 och Spotkomposit
$$DN(Spot, kalibrerad) = [Stdavv(S2)/Stdavv(Spot)] \times [DN(Spot) - Medel(Spot)] + Medel(S2)$$
- Skalning av differensbild mellan 1-10 000 där 0=NoData och 5000 motsvarar oförändrat mellan Spotkomposit och Sentinel-2.



Satellitbildsmosaik SPOT 2010

Sentinel-2 från 2015



Differensbild (2015-2010)

Figur 29. Exempel på förändringsbilder skapade från nyare Sentinel-2-data och äldre satellitdata från 2010. Förändrade områden är ljusa alternativt mörka i differensbilden. Oförändrade områden är grå.

Att bestämma vilket värde (0-10 000) i differensbilden som representerar exempelvis nedhuggen skog görs inom sammanlagringsprocessen, se kapitel 3.3.11. På grund av kalibreringen som görs mellan bildtillfällena så kan liknande värden användas för stora delar av landet, förutom då en granul innehåller väldigt lite skogsmark.

### 3.3.6 Skogsklassning

#### 3.3.6.1 Syfte

Syftet är att ta fram en pixelbaserad skogsklassning baserad på NMDs klassindelning inom skogen, se vilka klasser som avses i Figur 1. Skogsklassningen är ett av underlagen i den villkorsstyrda sammanlagringen som beskrivs i kapitel 3.3.11.

Skog avgränsas inom delmomentet Förklassning som beskrivs i kapitel 3.3.4 genom analys av laserdata för att erhålla täckningsgrad och höjd på objektet i kombination med spektral analys av satellitdata för att fastställa om objektet är skog eller inte. Inom skogsklassningen tas ingen hänsyn till denna avgränsning utan alla pixlar tilldelas en klass.

---

### 3.3.6.2 *Processteg*

De övergripande processtegen inom skogsklassningen är:

1. Urval av lämpliga satellitbilder och preparering av indata.
2. Skapa och bedöm tillförlitlighet av träningsdata utgående från existerande referensdata (såsom nyckelbiotoper) samt skapa egna träningsdatastöd med stöd av bl.a. IR ortofoto för att få en god spridning såväl geografiskt som mellan olika skogstyper.
3. Automatiserad klassning med ML (Maximum Likelihood) klassning samt iterativ granskning av resultat.
4. Preliminära klassningar skickas till SLU för en första noggrannhetsutvärdering med data från riksskogstaxeringen.
5. Korrigering baserad på information från SLU.
6. Statistisk kvalitetssäkring mot KNAS och klassningsresultat i närliggande granuler.
7. Granskning av ett urval av granuler genomförs av Länsstyrelserna.
8. Korrigering och omkodning av resultat som indata till den villkorsstyrda sammanlagringen.

Inom NMD används i standardfallet två Sentinel-2-bilder för skogsklassningen, en vårbild och en sommarbild där fyra spektralband väljs ut från respektive tidpunkt som sedan sammanlagras till en *layerstack* innehållande 8 band.

1. Från vårbilden väljs följande band ut; (rött, NIR, red edge, MIR)
2. Från sommarbilden väljs följande band ut; (rött, NIR, red edge, MIR)

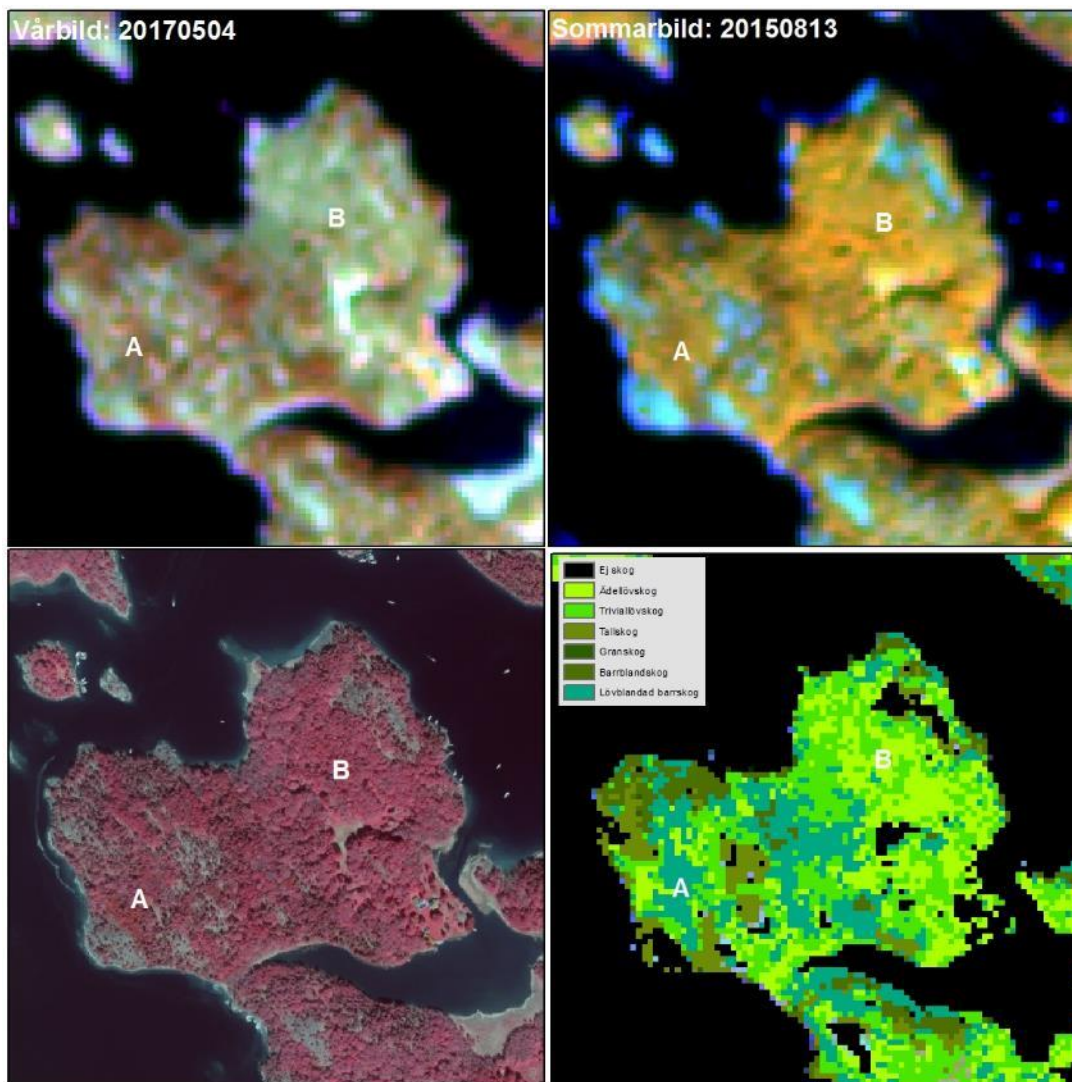
För vårbilden är ett registreringsdatum som sammanfaller med lövsprickningen att föredra. Hypotesen är att man då får den bästa möjligheten att särskilja mellan:

1. barrskog/lövblandad barrskog/lövskog (se Figur 30)
2. triviallövsskog/ ädellövskog;

Detta eftersom dessa skogstyper då oftast har en tydlig spektral skillnad eftersom de är i olika fenologiska faser. Något förenklat kan det beskrivas med att man vill ha en bild där triviallövsbogen har genomgått lövsprickningen och ädellövsbogen är i sin linda baserat på att flertalet ädellövsbogstyper har en senare lövsprickning jämfört med de vanligt förekommande triviallövsarterna.

Inom delar av fjällvärlden har enbart en satellitbild använts på grund av att det saknas bra vårbilder eller för att det är för mycket snö i vårbilden. I dessa fall framgår det i metadata vilka bilder som använts.

I områden med dis/moln i vårbilden har dessa områden klassificerats med enbart data från sommarbilden inom dessa dis/molnmasker.



Figur 30. Exempel på vårbild (4 maj) och sommarbild (13 augusti) från Sentinel-2 (RGB = 8, 11, 4). Vid punkten A visas ett område som sannolikt skulle klassificerats som lövskog ifall enbart sommarbilden används vid klassningen. I vårbilden syns att det finns en underväxt av barrskog runt punkt A till skillnad från vid punkt B. I klassningsresultatet när både vår- och sommarbilden använts klassas området till Lövblandad barrskog. Bilden nederst till vänster visar ett ortofoto över samma område.

### 3.3.7 Markfuktighetsindex (MFI)

#### 3.3.7.1 Syfte

Beräkningar på ingående data gjordes för att få fram olika topografiska index. Dessa ligger till grund för det kombinerade markfuktighetsindexet (MFI) som användes för att klassa våtmark och urskilja skog på fuktig mark respektive skog utanför fuktiga marker.

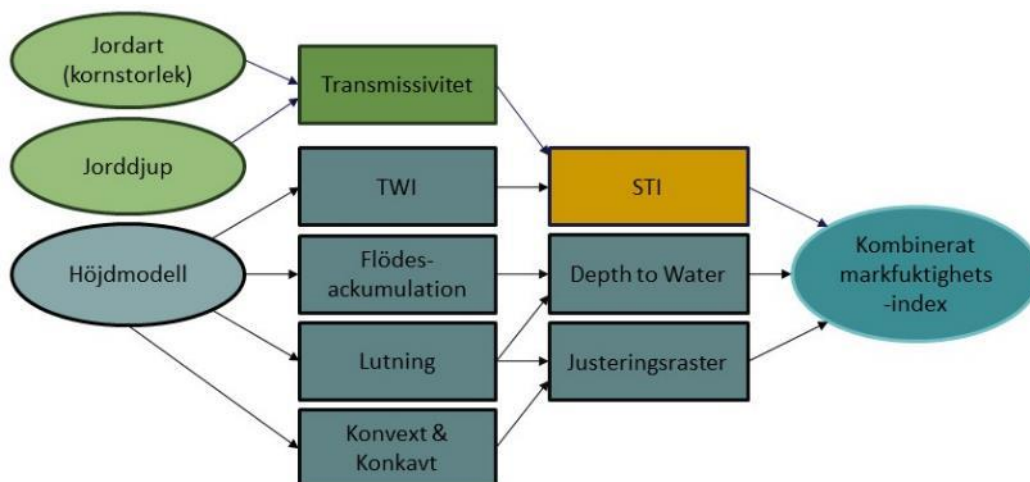
#### 3.3.7.2 Processteg

##### Topografiska index – Soil Topographic Wetness Index och Topographic Wetness Index

Den övergripande processen för att nå fram till det kombinerade markfuktighetsindexet och de topografiska indexen, använde sig av två olika höjdmodeller (2m och 10m upplösning), samt jordlagrets genomsläpplighet och jorddjup, se Figur 31. För att ta reda på topografins inverkan på landskapets

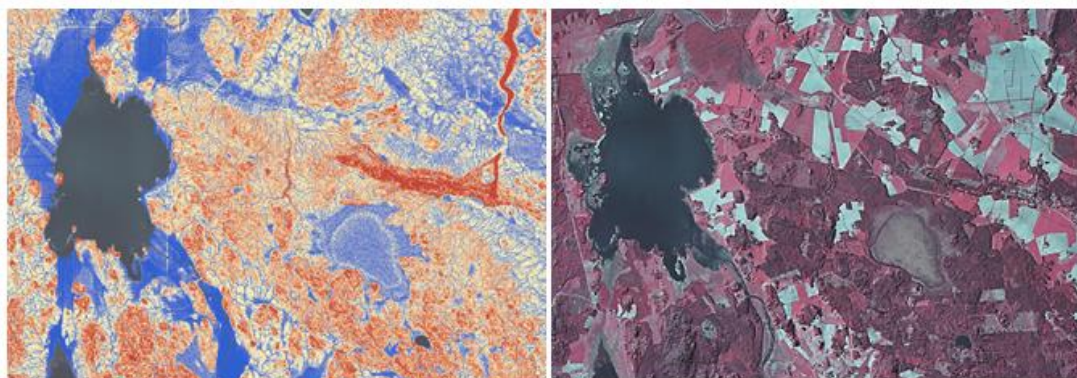
hydrologi, används de topografiska indexen TWI och den vidareutvecklade STI som kvantifierbara mått.

Jordarnas transmissivitet beräknades genom att multiplicera den hydrologiska konduktiviteten med rastret över jordlagrets mäktighet. Använda k-värden återfinns i Bilaga 2: Jordarternas K-värde.



Figur 31. Övergripande flödesschema för produktionen av det kombinerade markfuktighetsindexet.

Med 10m DEM beräknades *Topographic Wetness Index* (TWI) per avrinningsområde genom att 1) Fylla sänkor i höjdmodellen. 2) Beräkna flödesriktningen. 3) Samt den efterföljande flödesackumulat- ionen. 4) Därefter beräknades lutningen på den ofyllda höjdmodellen. 5) Flödesackumulat- ionen dividerades med lutningen uttryckt i tangens. TWI modifierades till *Soil Topographic Wetness Index* (STI). STI är ett viktat topografiskt index som inkluderar både topografisk- och jordinformation. Från det TWI med värden mellan 0-15 subtraherades transmissivetsrastret. 1) STI konverterades till heltal och styckades upp i 200 lika stora klasser så att data hamnar närmare en normalfördelning som underlättar den slutliga sammanvägningen av topografiska index. Vatten maskades bort från TWI, gjor- des till heltal och styckades i likhet med STI upp i 200 lika stora klasser. Eftersom jordartsdata inte var rikstäckande erhöll områden utan STI enbart TWI. Dessa två skikt sattes i slutet ihop till det sam- manvägda STITWI, se Figur 32.

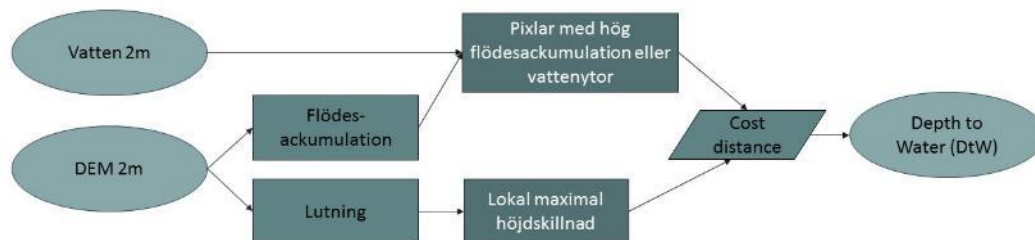


Figur 32. Utsnitt av resultatet från kombinationen av STI och TWI (vänster bild). Tydlig gräns mellan rött och blått visar på att STI funnits tillgängligt i detta område.



### Topografiska index – Depth To Water

En DEM med 2m upplösning fanns redan tillgänglig som GRID 2+ från Lantmäteriet. Från höjdmodellen producerades skiktet *Depth to Water* (DtW), se Figur 33. DtW är en approximation av avståndet till grundvattnet och bygger endast på topografi.

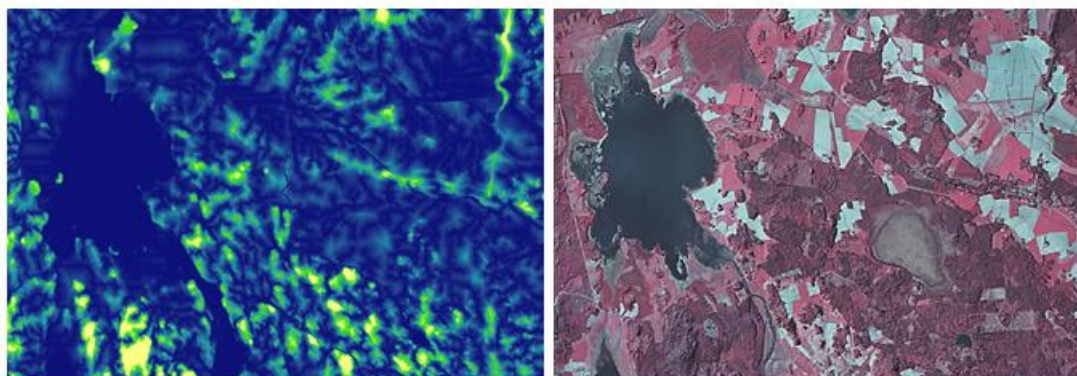


Figur 33. Flödesschema för produktionen av *Depth to Water*

I likhet med TWI fylldes sänkor i DEM och både flödesriktning och flödesackumulation beräknades. Från flödesackumulationen användes enbart värden som har ett aggregerat tillflöde från ett uppströms tillrinningsområde om 2ha (5000 pixlar). Flödesackumuleringen större än 2ha lades sedan ihop med Fastighetskartans vattenpolygoner.

Lutningen och riktningen på den ofyllda 2m DEM beräknades. Riktningen omklassades så att det horisontella avståndet antingen är 2m eller diagonalen av en pixel ( $\sqrt{8}m$ ) beroende på vilket väderstreck riktningen hade. Den lokala maximala höjdskillnaden per pixel beräknades genom att multiplicera den omklassade riktningen med tangens för lutningen uttryckt i radianer.

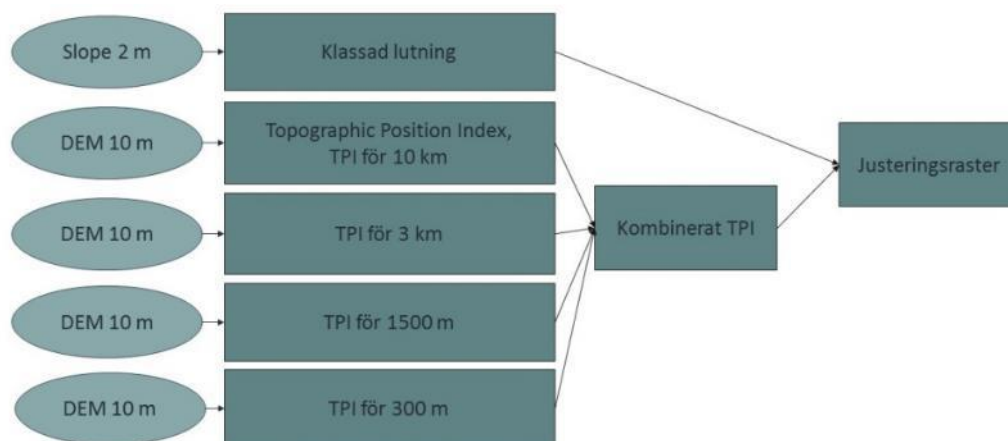
Det sista steget för att ta fram DtW var att genomföra en *Cost Distance*-beräkning, där flödesackumuleringen ingick som mål raster och rastret med den lokala maximala höjdskillnaden som kostnads raster. DtW efterbehandlades som både TWI och STI, genom att maska bort vattenytor, konverteras till heltal, samt styckas upp i 200 lika stora klasser för att erhålla en bättre normalfördelning av värden. Resultatet inverterades även och resamplades till 10m rumslig upplösning, se Figur 34.



Figur 34. Utsnitt av resultatet från *Depth to Water* (vänster bild). Blått visar på närhet till vatten och grönt ett större avstånd till vatten.

### Topografiskt index - Justeringsraster

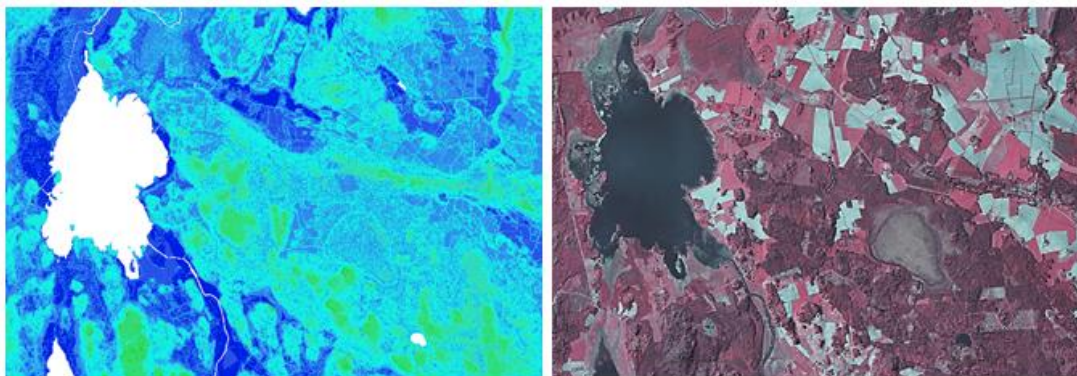
Ett justeringsraster producerades för att se till att plana ytor i dalgångar (konkava ytor) faller ut som riktigt blöta, medan branta sluttande ytor med konvex form förblir torra. Produktionen av justeringsrastret genomfördes i fem parallella processkedjor, där fyra av processerna beräknade *Topographic Position Index* (TPI) för olika sökradier (300m, 1500m, 3000m, 10000m), medan en process beräknade fram en klassad lutning från en 2m DEM, se Figur 35.



Figur 35. Flödesschema över processen för att ta fram ett justeringsraster. Justeringsrastret är en kombination av ett klassat lutningsraster och flera TPI med olika sökradier för att få fram stora och små landskapsformer.

För att ta fram ett TPI var det första steget att med *focal statistics* beräkna medelhöjden för de fyra olika sökradierna. I steg 2 subtraherades medelhöjden från den absoluta höjden baserat på 10m DEM. Resultatet var en urskiljning av konkava och konvexa ytor och beroende på sökradien fångades mindre och större landskapsformer upp. I efterbehandlingen exkluderades vatten från TPI-beräkningarna och resultatet konverterades till heltal. De fyra TPI-produkterna styckades därefter upp i 10 lika stora klasser som sedan adderades till ett kombinerat TPI-raster.

Slutligen vägdes det kombinerade och klassade TPI-skiktet samman med det sedan tidigare klassade lutningsrastret. Justeringsrastret justerade vissa pixlar till att bli 20 % blötare, vissa till att bli 10 % blötare, lämna många pixlar oförändrade och justera andra pixlar till att bli 20 % respektive 10 % torrare, se Figur 36.



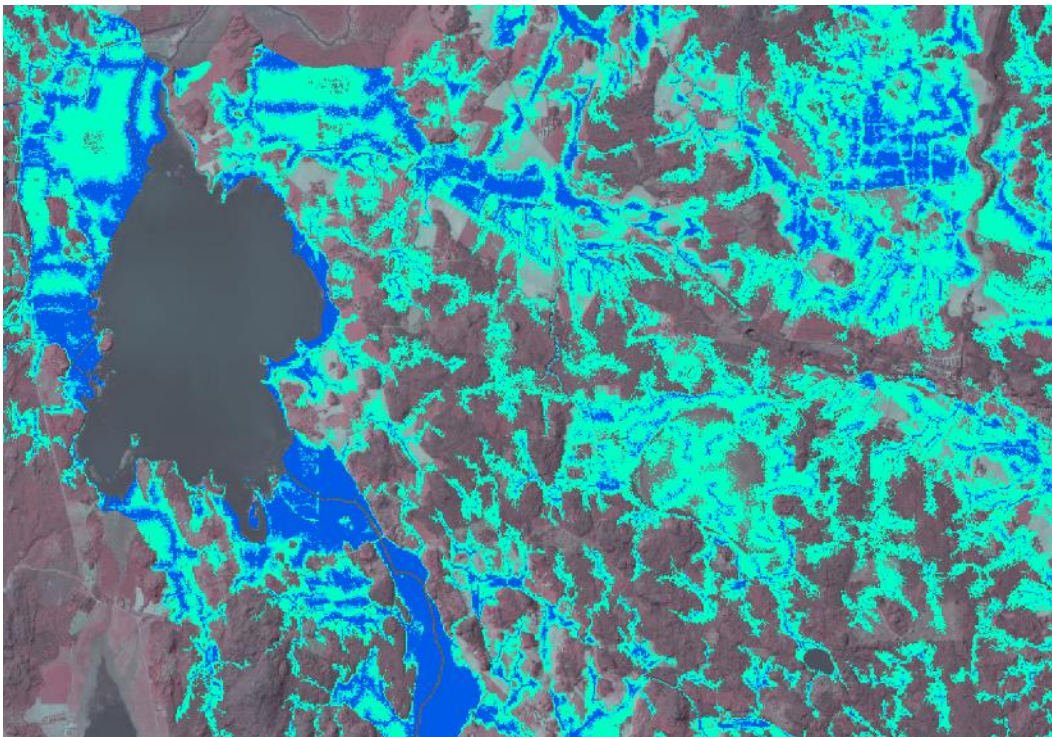
Figur 36. Utsnitt av resultatet från justeringsrastret (vänster bild) där gröna och turkosa pixlar motsvarar branta sluttande ytor med konvex form (torrare) och mörkare pixlar i blått är planare ytor med konkav form (fuktigare).

### Sammanlagring

De topografiska indexen kombinerades slutligen och resultatet benämns som ett kombinerat markfuktighetsindex (MFI). Det sammanvägda skiktet bestod till 70 % av DtW och till 30 % av STITWI. Sista steget var att väga in justeringsrastret.

### Klassning

För att nå fram till det övergripande syftet, framtagningen av våtmark och urskiljningen av skog på våtmark respektive skog ej på våtmark i NMD, krävdes en klassning av det kombinerade markfuktighetsindexet. All landyta klassades i fyra klasser där 1 är blötast och 4 är torrast. Klass 1 anses som blöt oavsett andra indata, klass 2 blir våtmark förutom när annan indata indikerar betesmark, åker eller bebyggelse, klass 3 blir bara våtmark om den överlappar fastighetskartans sankmark eller jordartskartans torv och klass 4 blir aldrig våtmark, se Figur 37. Klassningen baseras på kalibrering mot tillgängliga fältdata från Riksskogstaxeringens (rikstax) temporära provvytor.



Figur 37. Det klassade markfuktighetsindexet visar de blötaste områdena i mörkblått (klass 1) och mindre blöta områden (klass 3) i turkost. Där emellan klass 2 som en gradient. Övrig yta där ortofoto är synligt täcks av klass 4.

En rasterad version av dessa provvytor ingick i en *combine* med markfuktighetsindexet för att erhålla statistik som låg till grund för tröskelsättning och klassning. Upprättandet av tröskelvärde baserades på hur stor andel av arean som faller inom de olika rikstax-kategorierna. I Excel beräknades arean i hektar och olika kumulativa area-andelar togs fram. Tre indexvärden noterades ur tabellen. 0 vilket motsvarar värdet där överskattningen är lika stor som underskattningen gentemot rikstax-kategorierna samt värdena från 40 % och 65 % visande differensen mot rikstax-kategorierna.

Alla värden som är under det lägsta gränsvärdet → 4, alla värden som ligger mellan det lägsta och mellersta gränsvärdet → 3, alla värden som ligger mellan det mellersta och högsta gränsvärdet → 2 och alla värden som är högre än det högsta gränsvärdet → 1.

### 3.3.8 Våtmarksklassning i fjällen

#### 3.3.8.1 Syfte

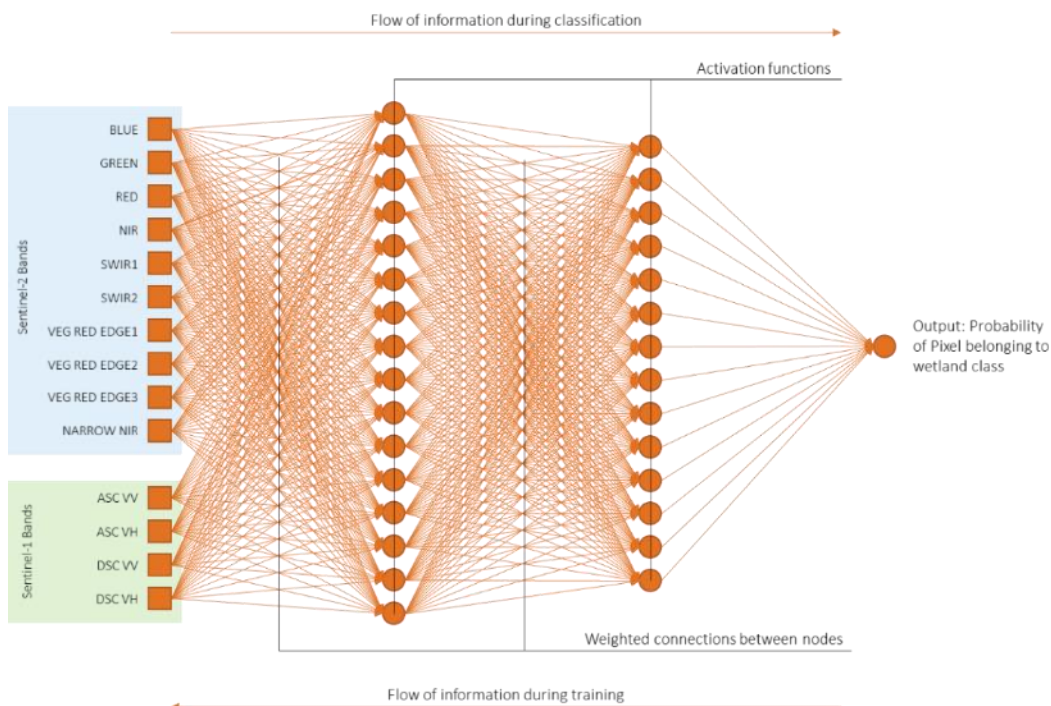
Syftet med våtmarksklassningen i fjällen är att avgränsa potentiell våtmark som kommer att bilda ett underlag till den slutliga klassningen av vad som är Öppen våtmark inom NMD inom NMD.

Klassningen syftar till att förbättra den befintliga våtmarksklassificeringen som görs nationellt med hjälp av MFI (se kapitel 3.3.7). Tillförlitligheten i MFI minskar i områden där vattenflödet inte enkelt kan modelleras från höjddata samt på sluttande våtmarker. Genom att använda Sentinel-1 och Sentinel-2-data, kan våtmarker klassas utifrån sina spektrala egenskaper som komplement till sina topografiska egenskaper. Metoden är utförd inom område B, se Figur 43.

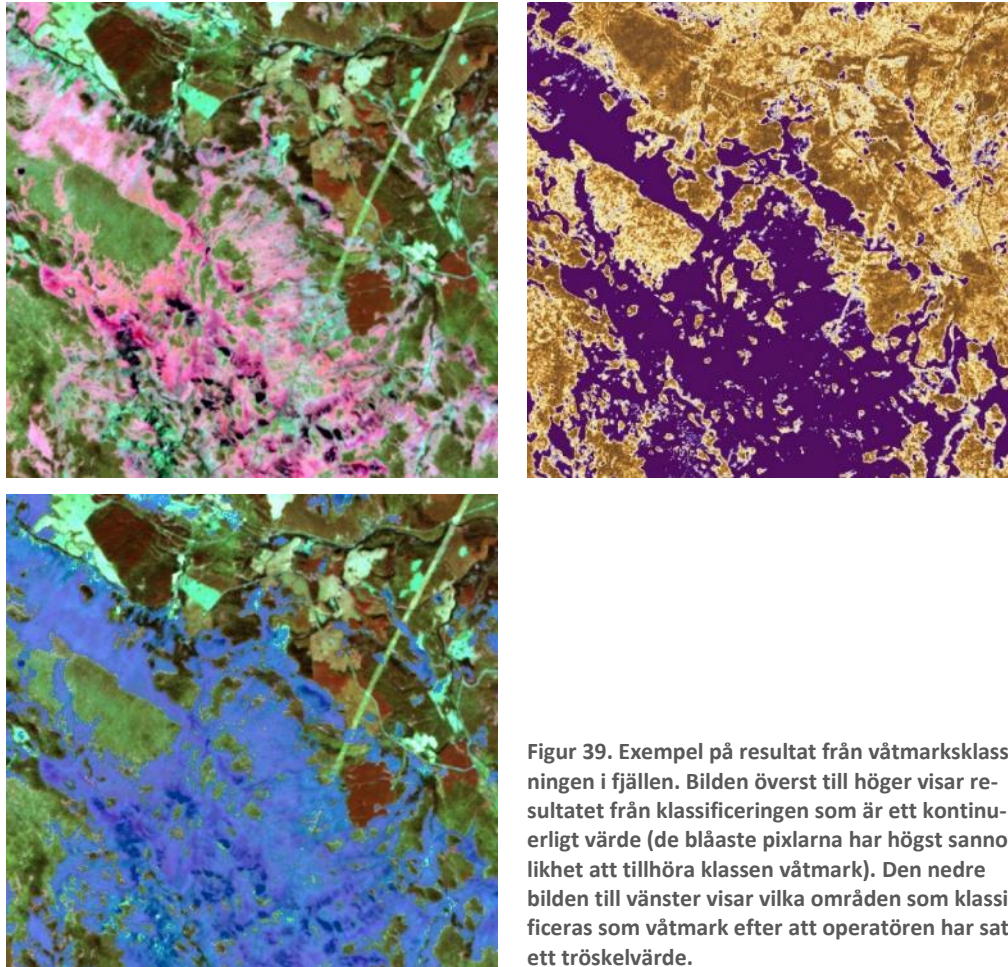
#### 3.3.8.2 Processteg

Både Sentinel-1 och Sentinel-2-data används i klassningen. Sentinel-1-data genomgår radiometrisk kalibrering, geometrisk korrigerigering och mosaikning innan de kan sammanlagras med redan förbehandlade (inom MATS) Sentinel-2-data. Inom varje Sentinel-2-granul avlägsnas vatten, byggnader och vägar från träningsdata. Även terrängens lutning beräknas fram från befintlig höjddata och används för att rensa bort områden som är olämpliga som träningsdata. Den återstående mängden data tilldelas sedan information från Fastighetskartans sankmark för att användas som träningsdata.

Preparerade träningsdata används sedan för att träna ett artificiellt neuronät med Deep learning-metoder som är en metod inom maskininläring. En schematisk skiss visas i Figur 38. Efter träning används den erhållna klassificeringsalgoritmen till att klassa hela Sentinel-2-granulen och resultatet är en heltäckande kartering där varje pixel erhåller ett kontinuerligt värde (0-1) baserat på dess sannolikhet att tillhöra klassen våtmark, se Figur 39.



Figur 38. Schematisk skiss av klassificeringsprocessen inom våtmarksklassificeringen i fjällen.



Figur 39. Exempel på resultat från våtmarksklassningen i fjällen. Bilden överst till höger visar resultatet från klassificeringen som är ett kontinuerligt värde (de blåaste pixlarna har högst sannolikhet att tillhöra klassen våtmark). Den nedre bilden till vänster visar vilka områden som klassificeras som våtmark efter att operatören har satt ett tröskelvärde.

### 3.3.9 Klassning åkermark

#### 3.3.9.1 Syfte

Klassen "åkermark" i NMD baseras på de åkermarker som finns inom Blockdatabasen/LPIS (*Land Parcel Identification System*). Eftersom detta underlag endast baseras på åkermark där jordbruksstöd söks kommer icke-stödsökt åkermark karteras som annan markklass, ex "övrig öppen mark". För att kompensera för detta genomfördes en tidsserieanalys av Sentinel-2-data för att identifiera potentiellt brukade block som inte är registrerade i LPIS.

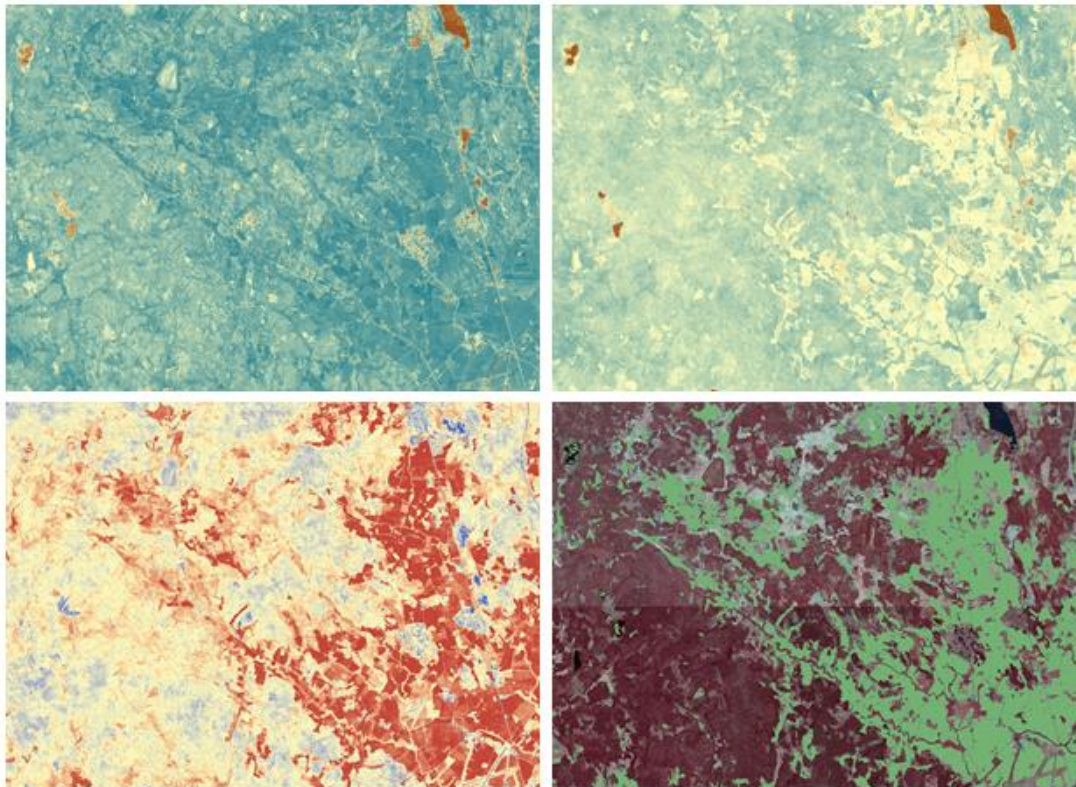
#### 3.3.9.2 Processteg

##### Tidsserieanalys

Från tidsserieanalysen av Sentinel-2-data kommer både max- och medelvärde av NDVI i skalan 0-10 000. I det skript som användes för tidsserieanalysen sattes ett tidsintervall till 2015-2017 med olika startdatum beroende på vilken del av Sverige granulen täckte in. Skriptet genererade separata mosaiker för varje stråk som fanns inom respektive granul.

Mosaikerna behövde i vissa fall behandlas genom att klippa bort kanter där bildförvrängningar uppstått. I flera fall behövde kompositers skapas av data från flera stråk. De olika mosaikerna lades ovanpå varandra och det maximala värdet användes för att skapa ett nytt heltäckande NDVI-raster.

Det sammanlagrade rastret innehållande medel-NDVI subtraherades från det sammanlagrade rastret innehållande max-NDVI, för att identifiera ytor som har stor kontrast och då indikerar en större förändring under analysens tidsintervall. Differensbilden trösklades för att avgränsa signifikanta förändringar och konverterades till en binär bild. Den binära bilden generaliserades genom att krympa, expandera, klumpa mot alla grannpixlar och slutligen eliminera ytor mindre än 1ha, se Figur 40.



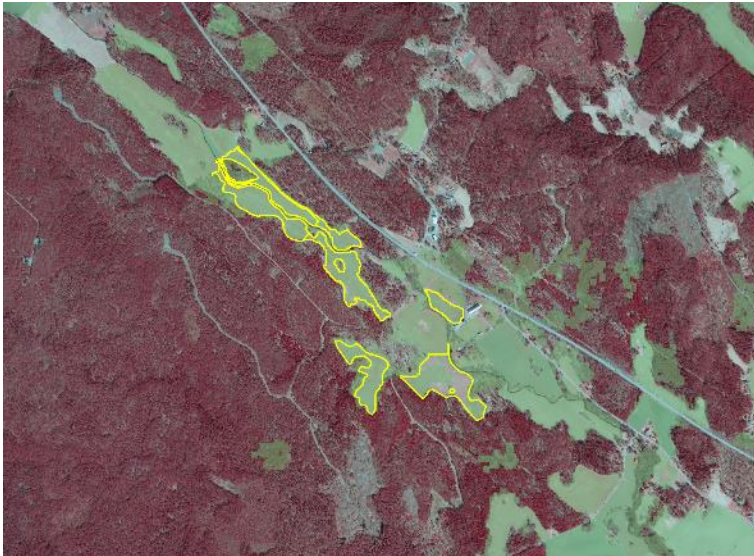
Figur 40. Det maximala NDVI-värdet (övre vänster) och medelvärdet för NDVI (övre höger) under tidsserieintervallet, resulterande i en kontrastrik differensbild (nedre vänster). Ytor med stor skillnad mellan max och medel extraherades med tillämpning av gränsvärden. Dessa ytor generaliserades till sammanhängande ytor (nedre höger).

#### Koppling av tidsserieanalys till ytor som tidigare benämns som åkermark

All åkermark som inte fanns med i LPIS och som är större än 1ha extraherades ut från både Fastighetskartan och Terrängkartan. Resultatet från tidsserieanalysen användes i en binär zonstatistisk beräkning där zonerna var de vektorytor som identifierats som åkermark, men som inte fanns inom LPIS. Tre kolumner i attributtabeln skapades visande a) arean i hektar, b) summan av antal pixlar med värde 1 motsvarande yta medförändring, samt c) en beräkning med resultaten från kolumnerna a) och b)  $((b \div 100) \div a)$ . Ytobjekt med värden mindre än 0.25 från beräkningen, var åkermarksblock utanför LPIS där mindre än 25 % av pixlarna uppvisade spår av aktiv hävd, se Figur 41.

#### Urval

Potentiella åkermarksytor som överlappades av vägar sållades initialt bort. Därefter lades kolumner till innehållande ytans omkrets och dess area i  $m^2$ . Beräkningar visande kvotförhållandet mellan både area/omkrets och omkrets/area togs fram och användes som gränsvärde i det fortsatta urvalsförandet.



Figur 41. Utsnitt av sammanhängande ytor med stor kontrast mellan max- och medel-NDVI. Inom gulmarkering är fler än 25 % av pixlarna inom antingen Fastighetskartan eller Terrängkartans åkermarksskikt, men saknas i LPIS.

Kvarvarande jordbruksblock var de åkermarker som inte fanns med i LPIS/Blockdatabasen men som i antingen Fastighetskartan eller Terrängkartan karterats som åkermark och som med hjälp av tidsserieanalys av Sentinel-2-data kunnat identifieras som åkermark som haft en stor förändring i NDVI. Det slutliga steget var att konvertera polygonskiktet till ett rasterskikt.

### 3.3.10 Kartering av vatten (Hav)

#### 3.3.10.1 Syfte

Vattnets utbredning i Nationella Marktäckedata kommer från Lantmäteriets Fastighetskarta och inkluderar samtliga typer av limniska och marina vattenförekomster. Nationella Marktäckedata delar sedan upp vatten i klasserna Sjö och vattendrag (klass 61) och Hav (klass 62) i vilken även övergångsvatten ingår. I uppdraget ingår emellertid inte att ändra strandlinjen, eller att ta hänsyn till andra vattenstånd för att kartera olika vattenzoner eller landformer utmed stranden.

#### 3.3.10.2 Processteg

Vatten avgränsas från Fastighetskartan och en första avgränsning mellan Sjö och vattendrag samt Hav görs automatiskt med hjälp av Lantmäteriets Hydrografiprodukt. Ytterligare bearbetning görs därefter för att skilja mellan övergångsvatten, dvs. marina miljöer, och limniska.

##### Gränsdragning i vattendrag som mynnar i Hav

Avgränsningen mellan marint och limniskt vatten i vattendrag utgår i huvudsak från Hydrografiprodukten. En justering görs emellertid om det finns information i NNK att ett estuarium (NNK-kod: 1130) följer en annan gräns.

##### Klassificering av laguner, flador och glon

Om en ytvattenförekomst är klassificerad till en marin naturtyp i Natura Naturtypskartering, förs den till NMDs havsklass.

Med hjälp av Hydrografiprodukten skapas även ett skikt med ytvattenförekomster (ej vattendrag) över 1 hektar och inom 100 meter från kustlinjen; samt objekt mindre eller lika med 1 hektar som

ligger i direkt anslutning till områden klassade som Hav (dvs. där överlapp eller gemensam begränsningslinje förekommer). De objekt som ligger utanför NNK klassificeras med hjälp av visuell tolkning och bedömning av graden av vattenutbyte. Ytvattenförekomster där det går att identifiera ett kontinuerligt vattenutbyte med havet läggs till klassen Hav. Områden med intermittent vattenutbyte läggs också till klassen Hav om det i ortofoto går att se att det är stor sannolikhet att vattenutbyte sker.

Där en vattenförekomst anses höra till Hav, och det finns vattenförekomster som har vattenutbyte med denna (dvs. med havet), läggs även dessa till så länge de är över 1ha eller står i direkt kontakt med polygonen som representerar det nytillkomna marina objektet, se Figur 42.

#### Slussområden

Med hjälp av Hydrografiprodukten kontrollerades även landets slussområden. Slussbassänger ansågs ligga övergångsvatten närmast och klassas därför som Hav.



Figur 42. Exempel på ett område som vid ortofototolkning bedömts ha ett utbyte med det marina vattnet och som klassats om från Sjö och vattendrag (klass 61) till Hav (klass 62).

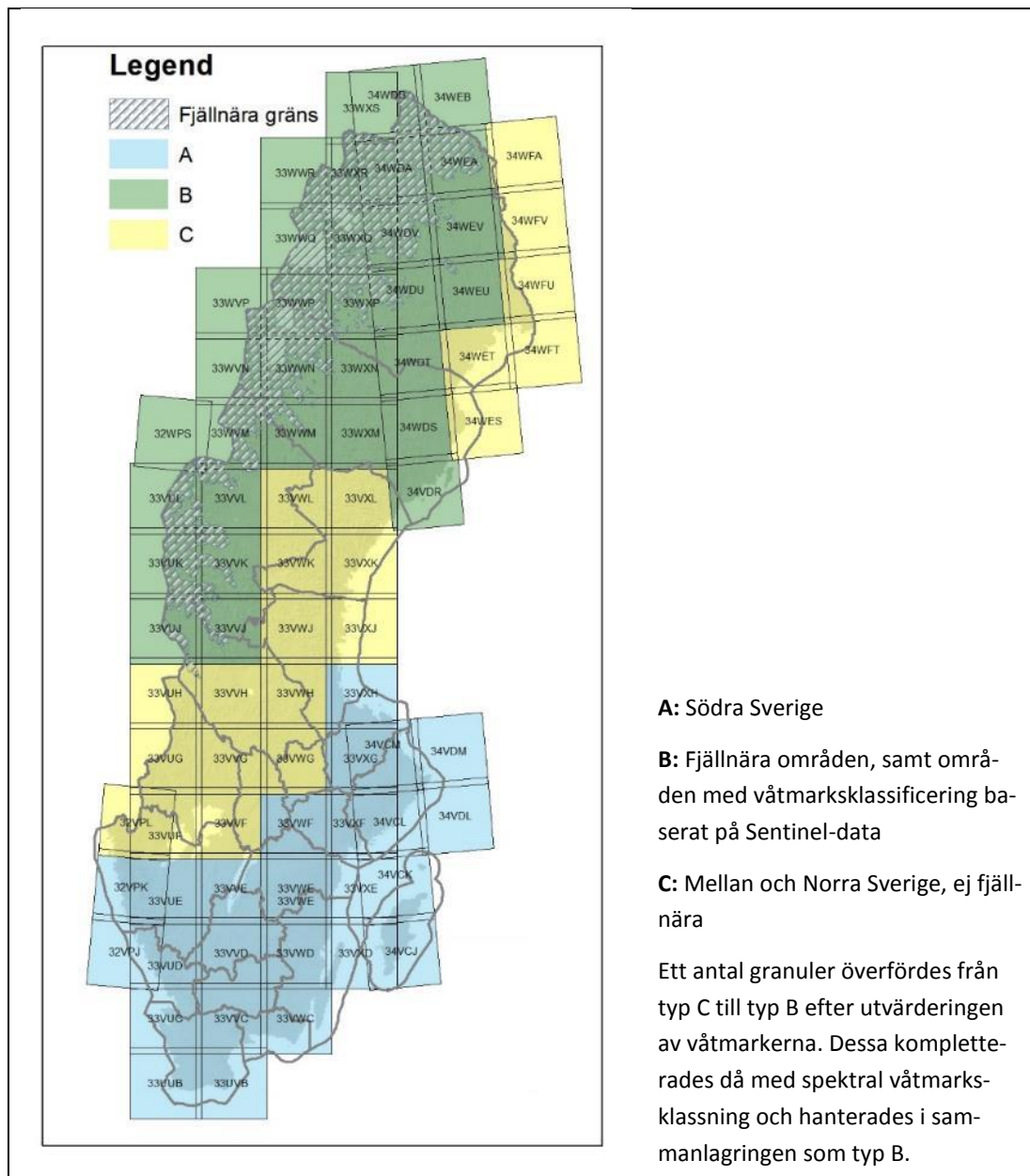
### **3.3.11 Villkorsstyrd sammanlagring**

#### **3.3.11.1 Syfte**

Vid sammanvägningen används all information som tagits fram inom NMDs olika delprocesser beskrivna i kapitel 3.3.1-kapitel 3.3.10 i kombination med varandra men även nationellt heltäckande kartdata som bedöms höja kvalitén och förutsättningarna för en bra klassning ingår.



För en granul kommer en eller flera sammanvägningar att genomföras beroende på hur många satellitbilder som använts för aktuell granul. 3 olika versioner (A, B, C) av sammanlagringsmodeller användes, se Figur 43.



Figur 43. Tre olika sammanlagringsversioner finns inom NMD.

### 3.3.11.2 Processteg

#### Villkorsstyrd sammanlagring

Sammanvägningen utförs genom att informationen från de olika klassnings- och tolkningsmomenten vägs samman med informationen från befintliga kartdata.

Förklassningen utgör basen för sammanlagringen och det är denna klassning som sammanlagringen utgår ifrån. Sammanlagringen genomförs i flera olika steg beskrivna övergripande i tabellen nedan.

Tabell 2. Översikt av de vilkorsstyrda modeller gör som ligger till grund för sammanlagringen inom NMD. Modellerna körs sekventiellt.

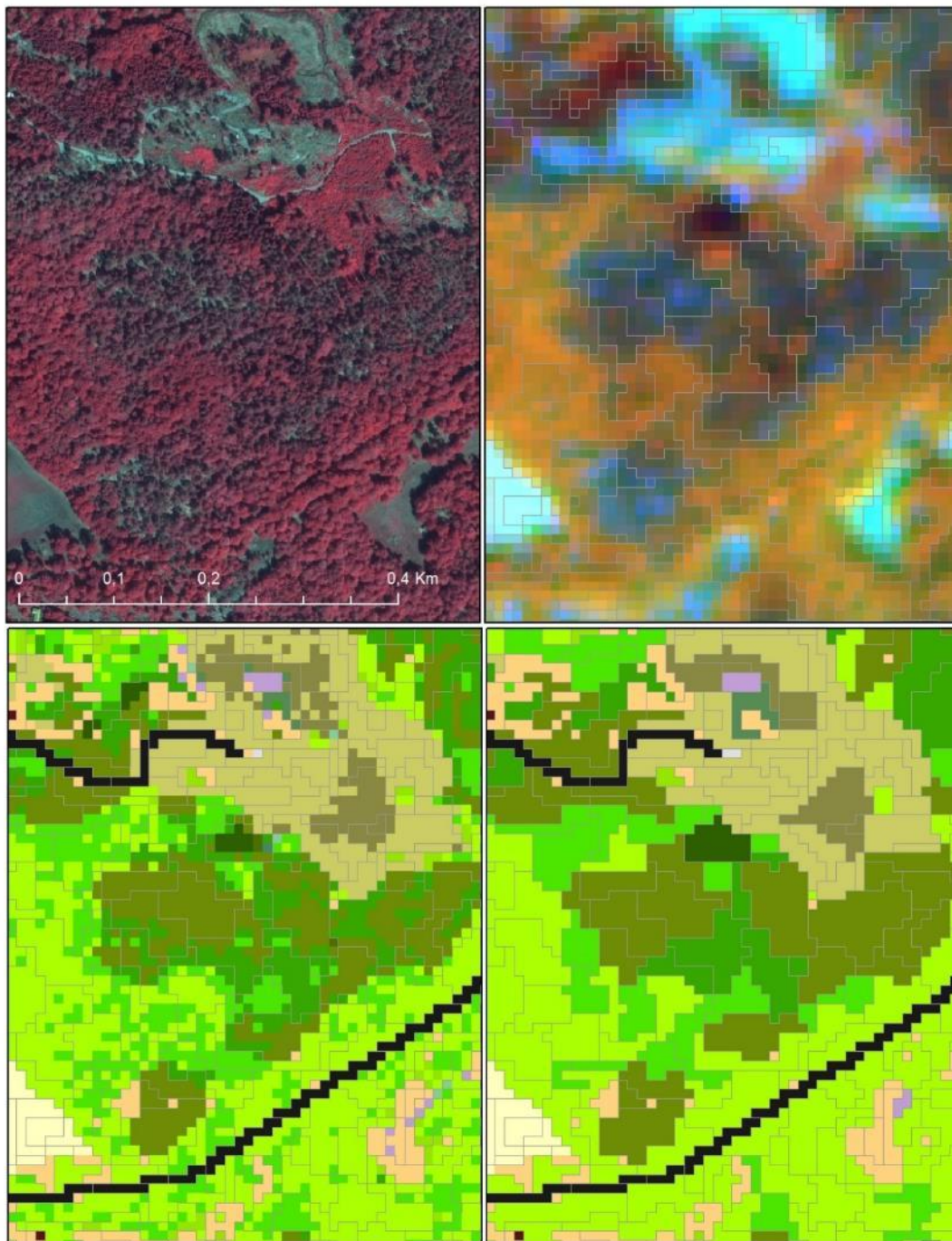
MODELLNAMN	BESKRIVNING
<b>MODELL 1</b>	Modell 1 sammanväger resultatet från Förklassningen med åkermark. Åkermarken kommer både från Jordbruksverket LPIS, samt även åkermark som klassats fram inom NMD med hjälp av tidsserieanalys baserat på Sentinel-2-data.
<b>MODELL 2</b>	<p>I modell 2 bearbetas resultatet från skogsklassningen inför sammanlagring med resultatet från modell 1.</p> <p>Det som görs i modellen är att ett filter (Low Pass) körs på skogsklassningen för att tilldela pixlar som är oklassade en skogsklass. Anledningen till att pixlarna är oklassade är att krontäckningen varit alltför låg för att få fram en säker signatur som kan tilldelas någon av skogsklasserna inom NMD. Både ett majoritetsfilter och ett maxfilter körs sekventiellt med 3x3, 5x5 och 7x7 stora fönster.</p> <p>Inom tätorter används maxvärdet som premierar lövskogsklasser framför barrskog. I övrigt är det majoritetsfiltret som tilldelar klass.</p>
<b>MODELL 3</b>	<p>I modell 3 sätts tröskelvärden i förändringsbilden i förberedelse för sammanlagring med resultatet från modell 1.</p> <p>Tröskelvärdena sätts för att erhålla områden som kraftigt förändrats mellan bildtillfällena, exempelvis nytillkomna hyggen alternativt skogsmark som är under föryngring (växer ihop). Minsta enhet som klassas fram är 0,3 ha.</p>
<b>MODELL 4</b>	<p>I modell 4 sammanlagras resultaten från modell 1-3 och kartdata för att erhålla olika skogstyper inom det som är klassat som skog inom förklassningen, samt för att tilldela öppen mark-klassen temporärt ej skog ifall det finns indikationer på att marken bara temporärt ej är trädklädd.</p> <p>Kraftigt tillväxande förändrade skogar kodas om från triviallövskog till ädellövskog.</p> <p>Hyggen från Skogsstyrelsen, KNAS och från NMD används.</p>
<b>MODELL 5</b>	<p>I modell 5 sammanlagras resultat från modell 4 med information om markfuktighet (MFI) för att få fram Skog på våtmark samt Öppen våtmark. I sammanlagringen tas stöd utav befintliga kartdata som sankmarksmask från Lantmäteriet och jordartsinformation från SGU.</p> <p>Ädellövskog på våtmark i kombination med vissa jordarter kodas till Triviallövskog.</p>
<b>MODELL 5B (ENBART INOM VER B)</b>	I modell 5b sammanlagras våtmarker från den spektrala klassningen av Sentinel-1 och Sentinel-2 i de områden denna information finns framtagen (Version B). Sannolikheten att en pixel är rätt klassad som våtmark vägs samman med information från MFI och befintliga kartdata för att avgöra ifall pixeln skall klassas som öppen våtmark.

<p><b>MODELL 6</b></p>	<p>I modell 6 skall öppen mark indelad i preliminära klasser baserat på NDVI (som ger en indikation på mängden vegetation) fördelas ut till faktiska NMD-klasser. Detta görs baserat på kontext och kartdata.</p> <p>Pixlar som det är osäkert om de tillhör klass Övrig öppen mark utan vegetation (kod 41) eller Övrig öppen mark med vegetation (kod 42) hanteras olika inom version B jämfört med version A och C. I version B tillfaller de osäkra pixlarna kod 42. I version A och C tillfaller de osäkra pixlarna kod 41 ifall de sammanfaller med berg i jordartsdata.</p>
<p><b>MODELL 7 (ENBART INOM VER B OCH C)</b></p>	<p>Modell 7 tilldelar Öppen mark-klassen Temporärt ej skog ifall det finns indikationer på att marken bara temporärt ej är trädklädd i kombination med kartdata som säger att det är skogsmark.</p> <p>Informationen bygger på förändringsinformation som erhållits från projektet "Kartering av kontinuitetsskog i boreal region, Metria 2017" och som enbart finns i norra Sverige.</p>
<p><b>MODELL 8</b></p>	<p>I modell 8 justeras uppkomna problem i tidigare modeller.</p> <p>Våtmarker i direkt anslutning till hus kodas om.</p> <p>Öppna våtmarker på klippvallar kodas om.</p> <p>Omfördelning av NMD-klasserna Övrig öppen mark med och utan vegetation samt Exploaterad mark baserat på max-NDVI samt kartdata.</p>
<p><b>MAJORITETS- BERÄKNING</b></p>	<p>Majoritetsberäkning per segment. Segmenten genereras under Förklassningen.</p>
<p><b>MODELL 9</b></p>	<p>I modell 9 hämtas informationen för åkermark samt vatten tillbaka från innan majoritetsberäkningarna gjordes. Segmenten som ligger till grund för majoritetsberäkningarna inom Åkermark och Vatten är oftast grova och ger en sämre representation av den yttre avgränsningen än de ursprungliga underlagen gör.</p>

Modellerna beskrivs mer detaljerat i Bilaga 4. Sammanlagring, villkor

Majoritetsberäkning på segmentnivå

Mellan modell 8 och modell 9 görs en majoritetsberäkning för varje segment. NMD är en objektbaserad klassning vilket betyder att liknande pixlar aggregeras till ett objekt som får en och samma klass i NMDs ogeneraliserade basskikt, där varje enskilt objekt kan vara ner till 10x10 meter. Klassningen är i grunden pixelbaserad, dvs. i ett första skede blir varje pixel (10x10 meter) tilldelad en klass. I efterbearbetning hämtas informationen från den pixelbaserade klassningen genom att den dominerande klassen (majoritetsklassen) tilldelas alla pixlar inom ett och samma objekt, se exempel på skillnaden i Figur 44.



Figur 44. Bilden visar skillnaden mellan en pixelbaserad och objektbaserad klassning. Det är den objektbaserade klassningen som ligger till grund för NMDs ogeneraliserade basskikt. Överst till vänster visas ett ortofoto. Överst till höger visas samma Sentinel-2 satellitbild (RGB = 8, 11, 4) med objektens avgränsning som vektorer överlagrade. Nederst till vänster visas den pixelbaserade klassningen och nederst till höger den objektbaserade klassningen där alla pixlar inom samma objekt erhåller samma klasstillhörighet baserat på majoritet.

#### Metadata och dokumentation

I processen sparas en log i textformat som specificerar exakt vilka indatafiler och vilka argument som använts vid sammanvägningen för varje enskild granul. Detta ger möjlighet att felsöka både baserat på fel i indata såväl i de argument som genererat slutresultatet.

### 3.3.12 Generalisering

#### 3.3.12.1 Syfte

Huvuduppgiften med generaliseringen är att samtliga ytor efter generalisering ska ha en yta som överstiger minsta redovisningsenhet. Samtidigt är det viktigt att generaliseringen sker på ett kontrollerat sätt. Det program som är utvecklat arbetar efter följande principer:

- Endast ytor som understiger minsta redovisningsenhet tas bort.
- En yta som ska tas bort läggs i första hand ihop med en angränsande yta av liknande klass. "Liknande klasser" är i första hand en klass inom samma huvudgrupp.

Generaliseringsmetoden inom NMD är vald utifrån syftet att efterlikna Riksskogstaxeringens arealkrav för olika ägoslag. Huvudprincipen för generaliseringen inom NMD är att alla klasser förutom exploaterad mark (kod 51-53) generaliseras till en minsta redovisningsenhet på 0,25 hektar.

- Minsta redovisningsenhet för alla klasser utom exploaterad mark: 0,25\* ha
- Minsta redovisningsenhet för exploaterad mark: 0,01 ha

*\*Förutom i de fall då övriga klasser är helt omslutna av skog, då är minsta redovisningsenheten 0,02 ha. Detta görs för att efterlikna de kriterier som används inom riksskogstaxeringen.*

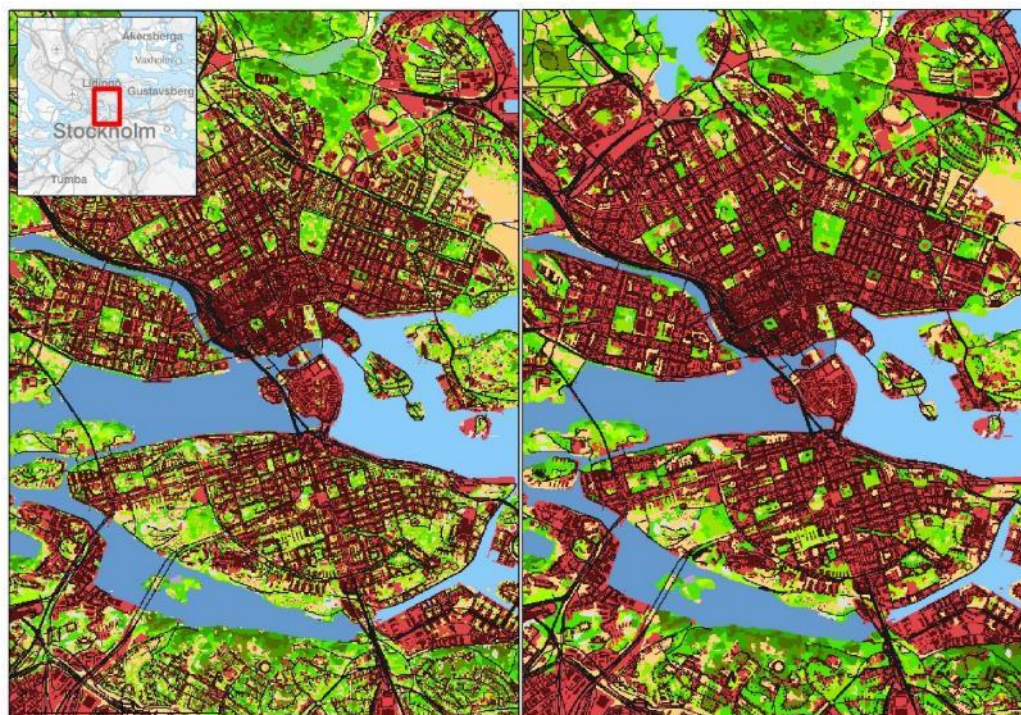
En konsekvens med vald generaliseringsmetod är att exploaterad mark överskattas på bekostnad av övriga klasser. I närhet till exploaterad mark (kod 51-53) kan ytor finnas när det inte finns något adekvat alternativ för en klass att generaliseras till och samtidigt behålla klassens redovisningsenhet, exempelvis öppna ytor mindre än 0,25 ha helt omslutna av väg (kod 53). Dessa ytor generaliseras till kod 52 (exploaterad mark).

För analyser där arealen exploaterad mark är av betydelse bör den ogeneraliserade versionen av NMD användas.

#### 3.3.12.2 Processteg

Generaliseringsprogrammet styrs via ett antal parameterfiler där t ex minsta yta för varje klass anges, i vilken ordning olika klasser ska bearbetas och hur olika klasser läggs samman, se Bilaga 3: Generaliseringsvillkor.

Exempel på data före och efter generalisering framgår av Figur 45.



Figur 45. Kartan till vänster visar Stockholm innan generalisering och till höger samma område efter generalisering. Det som är tydligast är att mindre ytor med trädklädd mark försvinner inom tätbebyggda områden.

### 3.3.13 Mosaikning till nationellt skikt

#### 3.3.13.1 Syfte

Efter sammanlagringen är fortfarande alla 78 granuler som behövs för att täcka in landet uppdelade i separata filer. För att få en heltäckande nationell mosaik behöver man slå ihop alla granuler och i de fall satellitdata innehåller moln eller andra störda pixlar välja data från rätt satellitscen.

#### 3.3.13.2 Processteg

En prioritering av de olika granulerna görs genom visuell granskning av klassningsresultatet i de överlappszonerna som finns mellan alla granuler. Efter att prioritetsordningen fastställts så läggs alla granuler samman i kombination med tillhörande datamasker som visar vilka pixlar som skall användas från respektive bild.

I denna process erhålls också underlag till metadatagenereringen som beskriver vilka områden som karterats/klassats från olika indata.

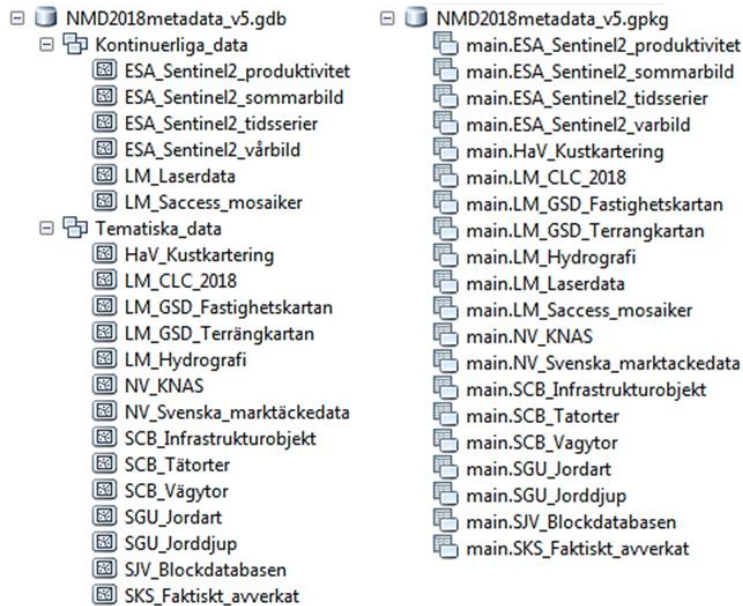
### 3.3.14 Metadata

#### 3.3.14.1 Syfte

För att beskriva vilken data som använts behövde rumsliga metadata samt tillhörande attribut skapas. Leveransen skall även innehålla metadata i två olika format. Ett format anpassat till Esri:s geodatabas (.gdb) och ett till *open-source* som geopackage (.gpkg).

### 3.3.14.2 Processteg

De olika databaserna har olika struktur, men ingående data är densamma, se Figur 46. Både kontinuerlig och tematisk data redovisades i ett antal vektorskikt visande täckning och innehållande attribut. Attributen innehöll referensår, produktionsdatum och uttagsdatum. Data som uppdaterats eller som helt saknade rumslig data och attributvärden adderades till databasen efter att de ingått i produktionen. Konverteringen till *geopackage* genomfördes i FME Workbench.



Figur 46. Innehållet och strukturen i de två olika geodatabas-formaten.

## 3.4 Leverans

Färdiga klassningsresultat exporteras till leveransformatet GeoTiff och färgsätts. Tillhörande legend-filer skapas. Leverans:

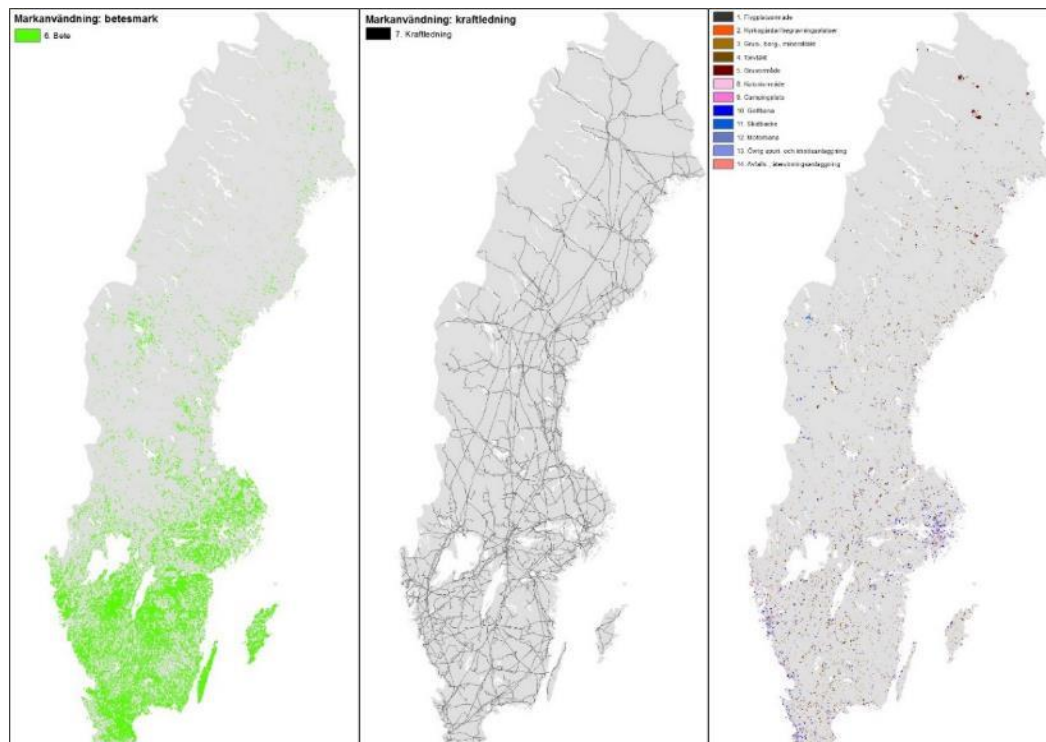
- NMD2018bas\_ogeneraliserad\_[version].tif
- NMD2018bas\_generaliserad\_[version].tif
- Legend (Esri respektive QGIS)
- NMD2018metadata\_[version].gdb och .gpkg (se kapitel 3.3.14)

## 4 Tilläggs-skikt Markanvändning

### 4.1 Översikt

Tilläggs-skiktet markanvändning är producerad genom GIS-analyser och består av tre leveransfiler (se Figur 47) som motsvarar:

- Betesmark (från LPIS, Jordbruksverket)
- Kraftledning (från fastighetskarta, Lantmäteriet)
- Anlagda områden (från SCBs infrastrukturobjekt)



Figur 47. Översiktlig illustration av tilläggs-skikt markanvändning som levereras i tre delar. Klasser är förstörade för att synas i kartorna.

### 4.2 Indata

I tabellen nedan redovisas alla de indata som använt inom produktionen av NMD Tilläggs-skikt Markanvändning.

Tabell 3. Tabellen nedan redovisar indata för produktionen av tilläggs-skikten Markanvändning.

Källa	Namn	Beskrivning	Attribut/Band	Typ
SJV	JBB2017-normal_HELA.shp	Jordbruksverkets blockdatabas	Ägoslag Bete	Vektor polygon
LM	KL_FAST.shp	Fastighetskartans kraftledningar	Kraftledning, region och stam. Transformatorstation	Vektor linje
SCB	NMD_Sport_idrottsanlaggningar_2015.shp	SCBs infrastrukturobjekt	Golfbana, Skidbacke, Motorbana och övriga sport- och idrottsanläggning	Vektor polygon



Källa	Namn	Beskrivning	Attribut/Band	Typ
SCB	NMD_Rekreati onsanläggningar_2015.shp	SCBs infrastrukturobjekt	Campingplats, koloniomr	Vektor polygon
SCB	NMD_Infrastruktur_k ommunikationsan- läggningar_2015.shp	SCBs infrastrukturobjekt	Flygplatsområden	Vektor polygon
SCB	NMD_Samhallsfunkti on_2015.shp	SCBs infrastrukturobjekt	Kyrkogård/begravningsplats	Vektor polygon
SCB	NMD_Mineralextrakt ionsanläggningar_2015.shp	SCBs infrastrukturobjekt	Grus-/berg-/mineraltäkt, torvtäkt, gruvområde	Vektor polygon
SCB	NMD_Tekniska_anla ggningar_2015.shp	SCBs infrastrukturobjekt	Avfalls-/ återvinningsanläggning,	Vektor polygon

## 4.3 Processteg

### GIS-analys

SCBs infrastrukturobjekt, med urval av attribut, lades ihop till ett vektorskikt. För blockdatabasen valdes ägoslag bete ut.

För LMs kraftledningsskikt genomfördes en buffring av kraftledningarna med 20 m och transformatorstationer gjordes om till polygoner. Skikten sammanlagrades och mindre hål fylldes igen.

### Rastrering

De tre polygonskikten rastrerades till 10 x 10 m raster.

## 4.4 Leverans

Färdiga klassningsresultat exporteras till leveransformatet GeoTiff och färgsätts. Tillhörande legend-filer skapas. Leverans:

- NMD\_markanv\_bete\_[version].tif
- NMD\_markanv\_kraftledning\_[version].tif
- NMD\_markanv\_anlagda\_omr\_[version].tif
- Legend för de tre leveransskikten (Esri respektive QGIS)
- NMD2018metadata\_[version].gdb och .gpkg (se kapitel 3.3.14)

# 5 Tilläggs skikt

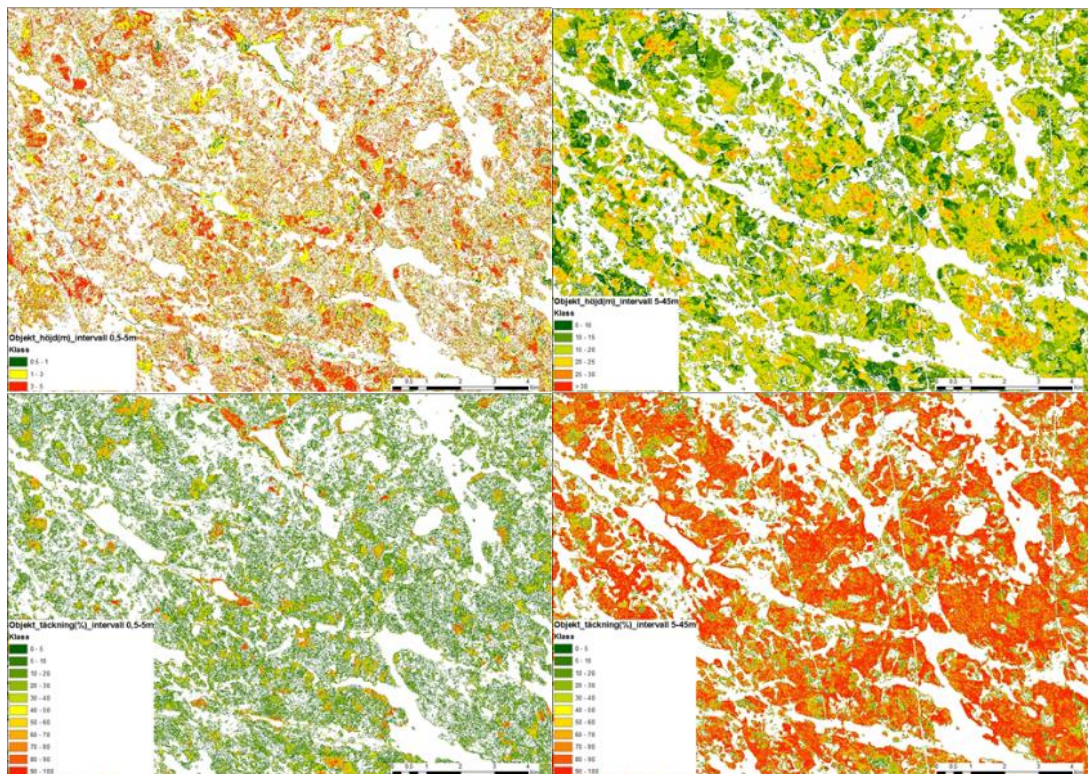
## Objekthöjd och objektäckning

Produktionen av tilläggs skikten objekthöjd och objektäckning beskrivs i kapitel 0. Exempel på resultat visas i Figur 48.

### 5.1 Leverans

Färdiga klassningsresultat exporteras till leveransformatet ERDAS IMG och färgsätts. Tillhörande legendfiler skapas. Leverans:

- Objekt\_hojd\_intervall\_0\_5\_till\_5\_[version].img
- Objekt\_tackning\_hojdintervall\_0\_5\_till\_5\_[version].img
- Objekt\_hojd\_intervall\_5\_till\_45\_[version].img
- Objekt\_tackning\_hojdintervall\_5\_till\_45\_[version].img
- Legend (Esri)
- NMD2018metadata\_[version].gdb och .gpkg (se kapitel 3.3.14)

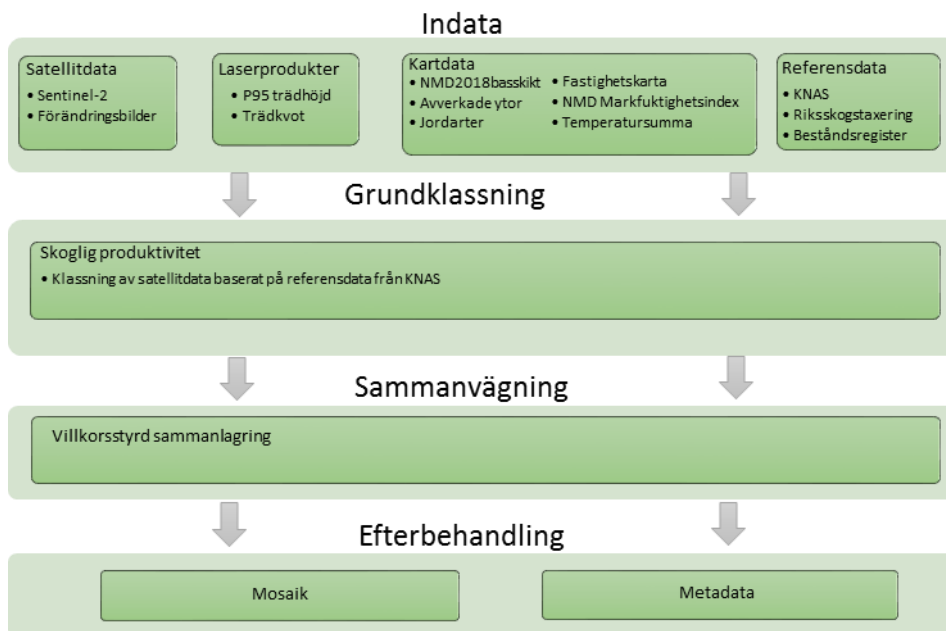


Figur 48. Översiktlig illustration av tilläggs skikt objekthöjd och objektäckning som levereras i fyra separata skikt.

## 6 Tilläggs-skikt Produktivitet

### 6.1 Översikt

I Figur 49 illustreras produktionsprocessen för tilläggs-skiktet produktivitet inom NMD på en övergripande nivå (exempel på resultat visas i Figur 50).



Figur 49. Översiktlig redovisning av produktionsprocessen inom tilläggs-skikt produktivitet.

### 6.2 Indata

I tabellen nedan redovisas alla de indata som använts inom produktionen av NMD Tilläggs-skikt produktivitet.

Tabell 4. Tabellen nedan redovisar indata som använts inom produktionen av NMD Tilläggs-skikt produktivitet.

Källa	Namn	Beskrivning	Typ
ESA/MATS	Sentinel-2	Sentinel-2-data från MATS	Raster 10m
Saccess	Mosaik2008	Spotmosaik 3band 10m hela Sverige (2008)	Raster 10m
Saccess	Mosaik2009	Spotmosaik 3band 10m hela Sverige (2009)	Raster 10m
Saccess	Mosaik2010	Spotmosaik 3band 10m hela Sverige (2010)	Raster 10m
NV	KNAS	KNAS	Raster 10m
Metria	Trädhöjd	Trädhöjd beräknat från P95 0.5-45m	Raster 10m
Metria	Trädkvot	Träddensitet med kvotberäkning	Raster 10m
Metria	tempsumma	Producerat underlag inom KNAS-produktionen	Raster 25m
Metria	MaxNDVI	Max-NDVI från tidsserieanalys	Raster 10m
SKS	sksUtfordAvverk	SKS faktiskt avverkade ytor	vektor polygon shapefil
LM	MS_FAST	Fastighetskartans sankmarksytor	vektor polygon databas

Källa	Namn	Beskrivning	Typ
LM	MY_FAST	Fastighetskartans markytor	vektor polygon databas
SGU	Jordart	Jordartskartor i olika skalor (1:25 000- 1:100 000 har prioriterats framför 1:250 000 där de överlappat)	Vektor
Metria	NMD	NMD bas ogeneraliserad	Raster 10m

## 6.3 Processteg

### Klassning

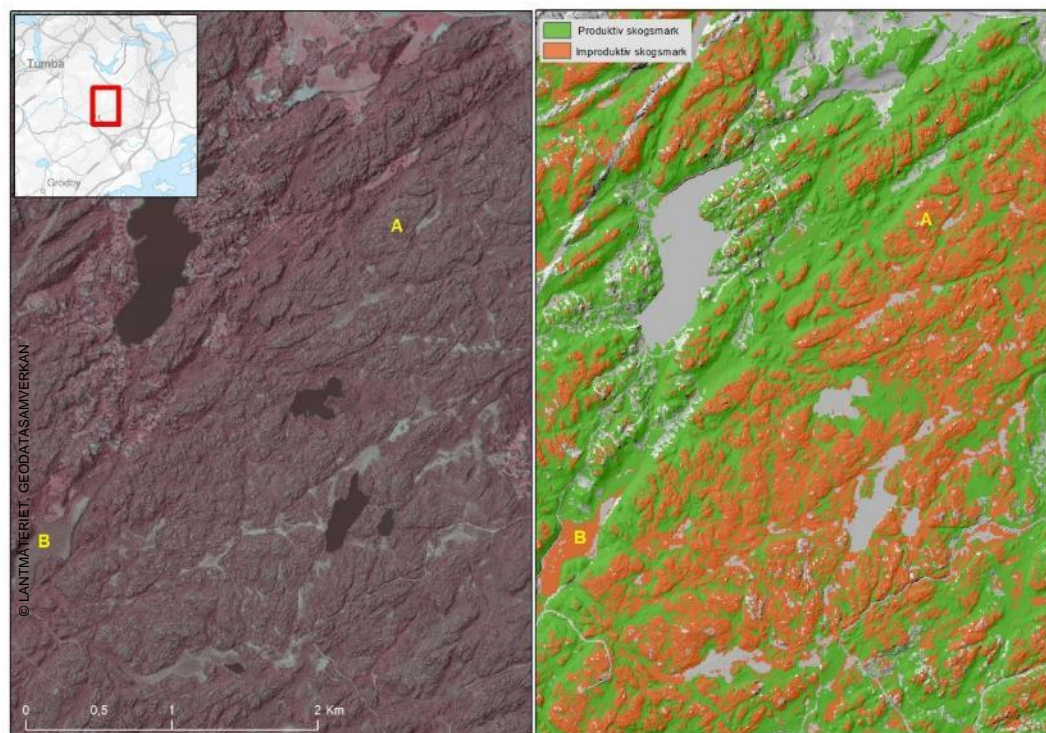
Genom att använda maskininlärningsalgoritmer klassas Sentinel-2-bilderna (alla band) till ett raster med 4 olika klasser (myr, berg, hygge och kontroll). Klasserna myr och berg är kandidater till att klassas som improduktiv skogsmark. Algoritmen som används är Random Forest (Breiman, 2001). Denna algoritm är väl anpassad till fjärranalysdata eftersom normalfördelningen av indata inte är nödvändig. Som träningsdata för improduktiv skogsmark har Naturvårdsverkets produkt KNAS använts. Inom KNAS-produktionen görs en visuell kontroll av all improduktiv skogsmark inom skyddade områden vilket gör att kvalitén på produkten anses vara tillräckligt god för att kunna användas som träningsdata.

### Villkorsstyrd sammanlagring

Klassningen av Sentinel-2-data med kandidater till improduktiv skogsmark vägs samman med satellitdatabaserad förändringsinformation, trädhöjd och trädkvot skapade från laserdata, samt annan kartdata som sankmarker, jordartsinformation (berg) och hyggen. För fjällnära skogsmark används även underlaget temperatursumma. Temperatursumma är en kombination av höjd över havet och latitud och används för stratifiering av höjdlägen som har en ökad sannolikhet att vara improduktiva. Resultatet från sammanvägningen överlagras med områden där NMD basskikt visar skog, vilket gör att tilläggs-skiktet Produktivitet enbart finns inom det som är klassat som skogsmark i NMD basskikt.

Preliminära klassningar skickas till SLU för en första noggrannhetsutvärdering med data från rikskogstaxeringen. Korrigeringar i sammanvägningens modellen görs baserat på information från SLU.

I ett fåtal granuler saknas Random Forest-klassningen eftersom det finns för lite KNAS-data att träna klassningen på. I dessa fall görs en förenklad sammanlagring enbart baserad på övriga indata.



Figur 50. Bilden visar hur såväl improduktiv skogsmark på våtmark (B) som på berg (A) karteras inom tilläggs-skiktet produktivitet.

## 6.4 Leverans

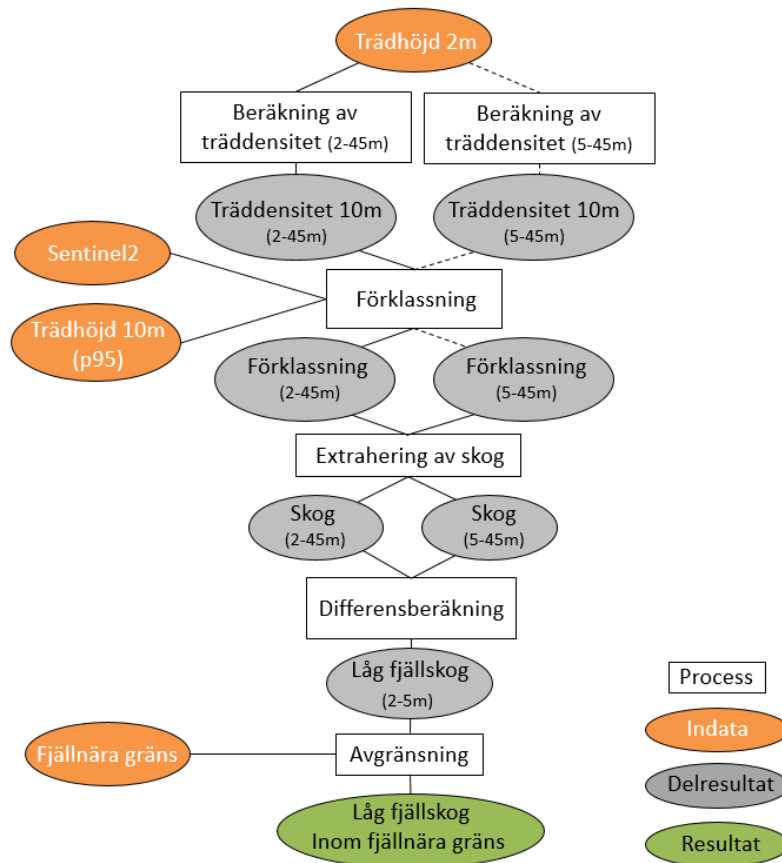
Färdiga klassningsresultat exporteras till leveransformatet GeoTiff och färgsätts. Tillhörande legend-filer skapas. Leverans:

- NMDproduktivitet\_ogeneraliserad\_[version].tif
- Legend (Esri respektive QGIS)
- NMD2018metadata\_[version].gdb och .gpkg (se kapitel 3.3.14)

## 7 Tilläggs-skikt Låg fjällskog

### 7.1 Översikt

Den övergripande produktionsprocessen för att ta fram låg fjällskog inom den fjällnära gränsen illustreras i Figur 51.



Figur 51. Visar den övergripande processen för att ta fram tilläggs-skiktet låg fjällskog. Indata, delresultat och slutresultat inom ellipser och processer inom rektanglar.

### 7.2 Indata

I tabellen nedan redovisas alla de indata som använts inom produktionen av NMD Tilläggs-skikt Låg fjällskog.

Tabell 5. Tabellen nedan redovisar indata för produktionen av tilläggsiktet Låg fjällskog.

Källa	Namn	Beskrivning	Typ
Metria	Trädhöjd 2m	Trädhöjd 0.5 – 45m	Raster 2m
Metria	Traddensitet 2-45m	Träddensitet beräknat inom höjd 2-45m	Raster 10m
Metria	Traddensitet 5-45m	Träddensitet beräknat inom höjd 5-45m	Raster 10m
Metria	Trädhöjd 10m	Trädhöjd beräknat från P95 0.5-45m	Raster 10m
MATS	Sentinel-2		Raster 10m
SKS	Fjällnära gräns	Fjällnära gräns	Vektor polygon shapefil
LM	MY_FAST	Fastighetskartans markytor	vektor polygon databas
LM	BY_FAST	Fastighetskartans byggnader	vektor polygon databas
SCB	Riket_jvg (linjer)	SCB järnvägslinjer	vektor linje tab
SCB	Riket_vaglankar (linjer)	SCB väglinjer	vektor linje tab
SCB	Riket_jvg (markanv)	SCB markanvändning järnväg	vektor polygon tab
SCB	Riket_vagomr	SCB markanvändning väg	vektor polygon tab
SCB	Riket_vagytor	SCB ytbildade vägar	vektor polygon tab
SJV	JBB2017	SJV Blockdatabas	vektor polygon shapefil
SKS	sksUtfordAvverk	SKS faktiskt avverkade ytor	vektor polygon shapefil

## 7.3 Processteg

### Preparering träddensitet

Båda förklassningarna baserades på samma ursprungsdata (trädhöjd 2m), men där träddensitet beräknats med olika höjdintervall. För NMD:s basskikt var intervallet satt efter FAO:s definition för skog (>5m), medan intervallet för att klassa låg fjällskog sattes till över 2m men under 5m. Det förstnämnda träddensitetsrastret skapades under ett tidigare skede vid produktion av NMD basskikt.

### Förklassning

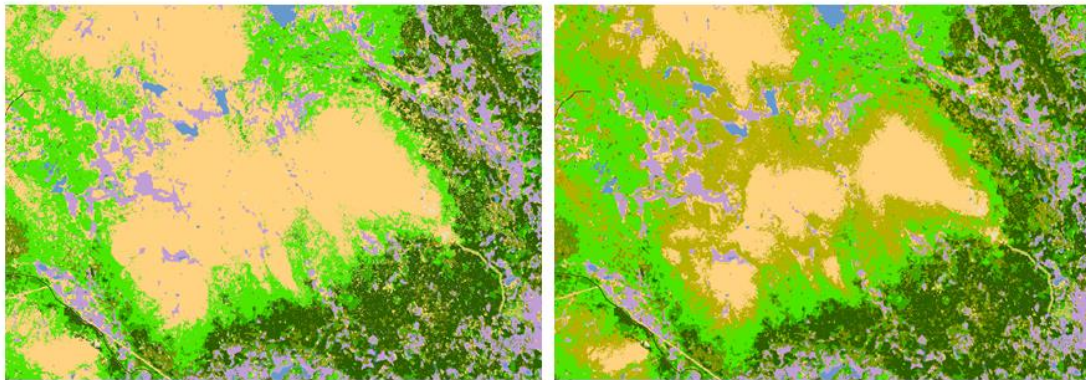
För de granuler som berörs av den fjällnära gränsen följer samma delprocesser som beskrivs i kapitel 3.3.4 (förklassning), med undantag för anpassning av indata för trädhöjd och träddensitet för att identifiera låg fjällskog.

### Sammanlagring

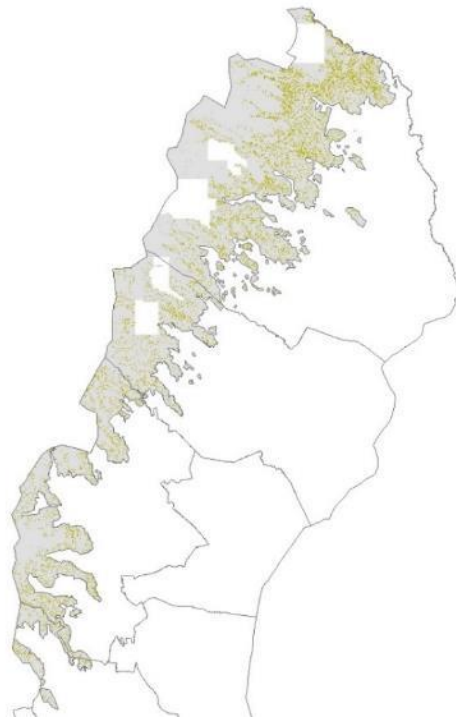
Tilläggsiktet låg fjällskog är en produkt av differensen mellan två olika förklassningar av skog. Från de två förklassningarna extraherades skog till två separata skikt. Den geografiska utbredningen av skogsskiktet baserat på träddensitet (2-45m) var större än skogsskiktet baserat på träddensitet (5-45m). Differensen resulterade i låg fjällskog inom höjdintervallet 2-5m, se Figur 52. De granulvisa resultaten mosaikades till ett skikt som i efterhand avgränsades till att enbart finnas inom den fjällnära

---

gränsen, samt endast överlappa NMD-klasserna (2) öppen våtmark, (41) övrig öppen mark utan vegetation och (42) övrig öppen mark med vegetation, se Figur 53.



Figur 52. NMD basskikt (vänster) kompletterat med tilläggs-skiktet låg fjällskog (höger).



Figur 53. Översiktlig illustration av tilläggs-skiktet Låg fjällskog inom den fjällnära gränsen. I bilden syns också vilka områden som saknar kartering (vita områden) pga. att det saknas laserdata.

## 7.4 Leverans

Färdiga klassningsresultat exporteras till leveransformatet GeoTiff och färgsätts. Tillhörande legend-filer skapas. Leverans:

- nmd\_lag\_fjällskog\_v1.tif
- Legend (Esri respektive QGIS)
- NMD2018metadata\_[version].gdb och .gpkg (se kapitel 3.3.14)



## 8 Leveranser

Alla dataleveranser som gjorts inom NMD listas i tabellen nedan.

Tabell 6. Följande dataleveranser har gjorts inom NMD.

Filnamn	Beskrivning
NMD2018bas_ogeneraliserad_[version].tif	NMD bas, ogeneraliserad.
NMD2018bas_generaliserad_[version].tif	NMD bas, generaliserad.
NMD2018metadata_[version].gdb	Metadata. Geodatabas i ESRI-format innehåller separata skikt för ingående data
NMD2018metadata_[version].gpkg	Metadata. Geodatabas Open source innehåller separata skikt för ingående data
Objekt_hojd_intervall_0_5_till_5_[version].img	Objekt inom höjdivtervall 0,5-5 meter och med höjdangivelse (meter) i tre klasser.
Objekt_tackning_hojdivtervall_0_5_till_5_[version].img	Objekt inom höjdivtervall 0,5-5 meter och med täckningsgrad (procent) i 11 klasser.
Objekt_hojd_intervall_5_till_45_[version].img	Objekt inom höjdivtervall 5-45 meter och med höjdangivelse (meter) i 6 klasser.
Objekt_tackning_hojdivtervall_5_till_45_[version].img	Objekt inom höjdivtervall 5-45 meter och med täckningsgrad (procent) i 11 klasser.
objekt_metadata_flygstraksdatum_[version].img	Metadata som visar skanningsdatum för flygstråken.
NMDproduktivitet_ogeneraliserad_[version].tif	NMD produktivitet, ogeneraliserad
NMD_markanv_bete_[version].tif	Betesmark
NMD_markanv_kraftledning_[version].tif	Kraftledningar
NMD_markanv_anlagda_omr_[version].tif	Anlagda områden
NMD_lag_fjallskog_[version].tif	NMD Låg fjällskog, ogeneraliserad

### 8.1 Produktbeskrivningar

Tillsammans med produkterna levereras produktbeskrivningar. Syftet med produktbeskrivningarna är att användaren på ett strukturerat sätt ska få tillgång till alla uppgifter (metadata) som finns för dessa data. Produktbeskrivningen innehåller en generell beskrivning och specifika uppgifter för aktuellt dataset.

---

## 9 Referenser

Ahlkrona, E., Gilljam, C., & Jönsson, C. Metria 2015: CadasterENV Sweden - Final report.

Persson, Magnus, 2018. *Tree species classification using multi-temporal Sentinel-2 data*. Second cycle, A2E. Umeå: SLU, Dept. of Forest Resource Management

Alvarez, M., 2016. Mapping forest habitats in protected areas by integrating LiDAR and SPOT Multi-spectral Data.

Breiman, L. (2001), Random Forests, *Machine Learning* 45(1), 5-32.

Klein, J., 2019. Rikstäckande information om markens fuktighet, *Kart & Bildteknik*, 1, 16-20.

Ågren A.M., Lidberg, W., Strömgren, M., Ogilvie, J. och Arp, P.A., 2014 Evaluating digital terrain indices for soil wetness mapping – a Swedish case study, *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 3623-3634.

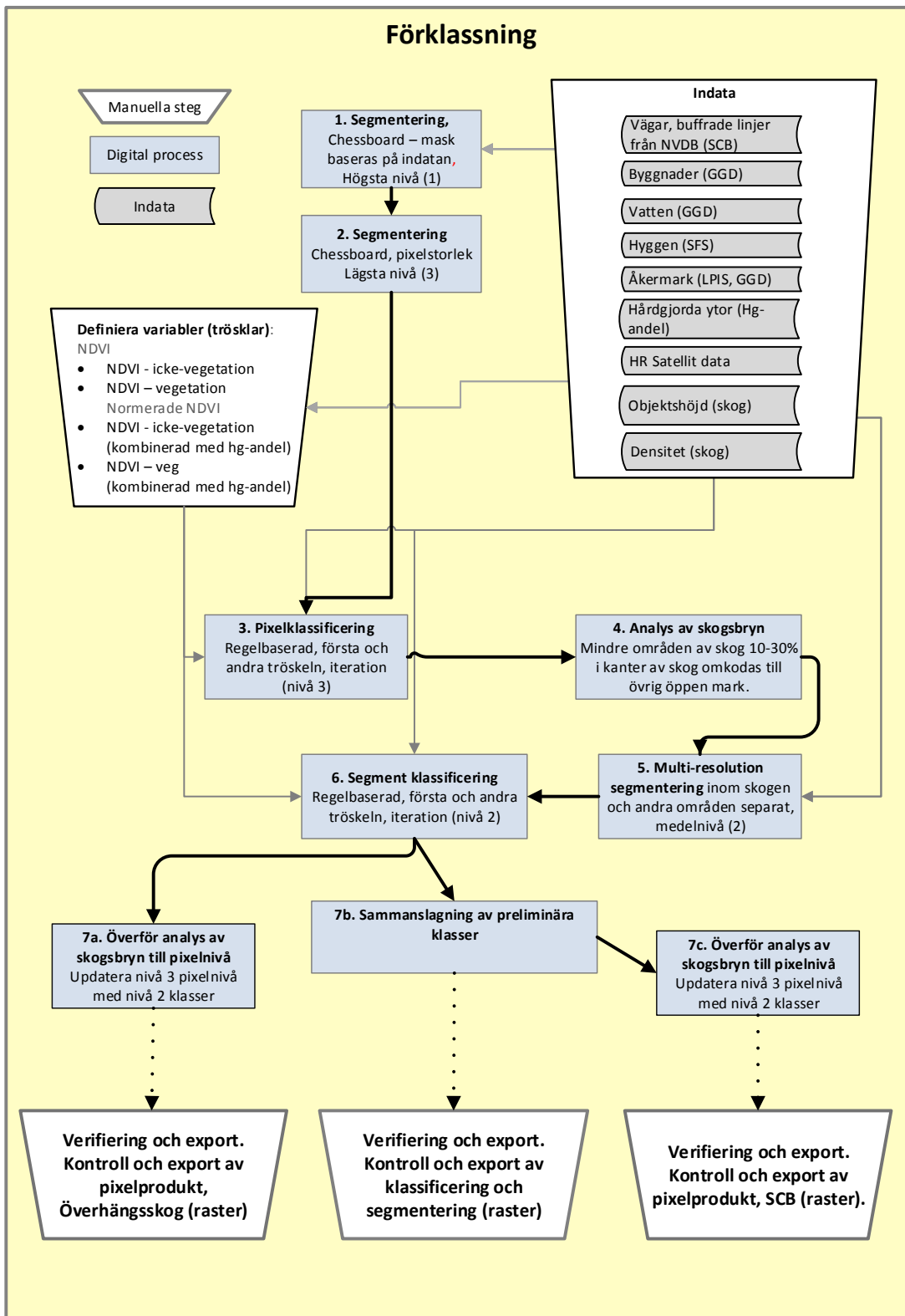
Metria 2017, Kartering av kontinuitetsskog i boreal region. Metria AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

Laserdata NH Produktbeskrivning, Lantmäteriet, version 2.7<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> [https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/laserdata\\_nh.pdf](https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/laserdata_nh.pdf)

# Bilaga 1: Förklassning, process



## Bilaga 2: Jordarternas K-värde

För varje jordart som ingår i produktionen (dvs. grundlager, ytlager 1 och ytlager 0 i skala 1:25 000-1:100 000 och skala 1:250 000) har ett k-värde (hydrologisk konduktivitet) angivits enligt nedanstående tabell.

**Tabell 7. Översättningsnyckel mellan jordart och K-värde (hydrologisk konduktivitet)**

<b>Kod (JG2, JY1, JY0)</b>	<b>Jordart</b>	<b>Kornstorleksklass</b>	<b>Hydrologisk konduktivitet (<math>\mu\text{m/s}</math>)</b>
1	Mossetorv	Torv & Gyttja	0,00001
5	Kärrtorv	Torv & Gyttja	0,00001
6	Gyttja	Torv & Gyttja	0,00001
75	Torv	Torv & Gyttja	0,00001
2306	Bleke och kalkgyttja	Torv & Gyttja	0,00001
8175	Torv, tidvis under vatten	Torv & Gyttja	0,00001
19	Postglacial finlera	Finlera	0,0001
43	Glacial finlera	Finlera	0,0001
16	Gyttjelera (eller lergyttja)	Lera	0,001
17	Postglacial lera	Lera	0,001
40	Glacial lera	Lera	0,001
85	Lera	Lera	0,001
99	Moränfinlera		0,001
22	Postglacial grovlera	Grovlera	0,01
44	Glacial grovlera	Grovlera	0,01
101	Moränlera		0,01
9	Svämsediment, ler--silt	Lera-silt	0,1
86	Lera--silt	Lera-silt	0,1
98	Morängrovlera		0,1
8806	Älvsediment, ler--silt	Lera-silt	0,1
8919	Vittringsjord, ler--silt	Lera-silt	0,1
8937	Svämsediment	Lera-silt	0,1
9792	Moränlera eller lerig morän		0,1
9794	Lerig morän		0,1
2372	Flytjord eller skredjord	Lera-silt	0,1
97	Sandig-siltig morän		0,5
24	Postglacial silt	Silt	1
39	Silt	Silt	1
48	Glacial silt	Silt	1
82	Vittringsjord	Silt	1
95	Sandig morän		1
100	Morän		1
13	Flygsand	Grovsilt-finsand	10
28	Postglacial finsand	Grovsilt-finsand	10
79	Postglacial grovsilt-finsand	Grovsilt-finsand	10

93	Grusig morän		10
8802	Älvsediment, grovsilt--finsand	Grovsilt-finsand	10
9010	Svämsediment, grovsilt--finsand	Grovsilt-finsand	10
9060	Glacial grovsilt--finsand	Grovsilt-finsand	10
10	Svämsediment, sand	Sand	1000
21	Sand	Sand	1000
31	Postglacial sand	Sand	1000
55	Isälvsediment, sand	Sand	1000
8809	Älvsediment, sand	Sand	1000
9299	Morän, sand		1000
50	Isälvsediment	Sand-grus	10000
84	Postglacial sand--grus	Sand-grus	10000
87	Sand--grus	Sand-grus	10000
8804	Älvsediment	Sand-grus	10000
8950	Vittringsjord, sand--grus	Sand-grus	10000
33	Svallsediment, grus	Grus (sten-block)	100000
34	Klapper	Grus (sten-block)	100000
51	Isälvsediment, sten--block	Grus (sten-block)	100000
57	Isälvsediment, grus	Grus (sten-block)	100000
62	Svämsediment, grus	Grus (sten-block)	100000
66	Blockmark	Grus (sten-block)	100000
89	Svallsediment, grus--block	Grus (sten-block)	100000
92	Sten--block	Grus (sten-block)	100000
8803	Älvsediment, grus	Grus (sten-block)	100000
8814	Älvsediment sten--block	Grus (sten-block)	100000
9336	Morän, sten--block		100000
14	Oklassad jordart	exkluderas	999999
36	Skaljord	exkluderas	999999
81	Talus (rasmassor)	exkluderas	999999
90	Oklassat område	exkluderas	999999
91	Vatten	exkluderas	999999
200	Fyllning	exkluderas	999999
322	Fyllning, rödfyr	exkluderas	999999
823	Fanerozoisk diabas	exkluderas	999999
849	Rösberg	exkluderas	999999
850	Sedimentärt berg	exkluderas	999999
888	Berg	exkluderas	999999
890	Urberg	exkluderas	999999
1950	Kalktuff	exkluderas	999999
8114	Oklassat område, tidvis under vatten	exkluderas	999999
8186	Lera-silt, tidvis under vatten	exkluderas	999999
9147	Morän omväxlande med sorterade sediment	exkluderas	999999
9191	Glaciär	exkluderas	999999
9950	Skålla av sedimentärt berg	exkluderas	999999
9960	Skålla av sandsten	exkluderas	999999

# Bilaga 3: Generaliseringsvillkor

## PRIOMATRIS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	A		
1	<b>Prioriteringstabell för generalisering</b>	<b>NMD kartering</b>																												
2		Start	2	3	41	42	51	52	53	61	62	111	112	113	114	115	116	117	118	121	122	123	124	125	126	127	128			
3					90	100					9	8									40	50	70	80	60	10	20	30		
4	Öppen våtmark																													
5	Åkermark																													
6	Övrig öppen mark utan vegetation	41	90			100		80		50	40	65	64	69	70	68	66	67	63	55	54	59	60	58	56	57	53			
7	Övrig öppen mark med vegetation	42	90	100				80		50	40	65	64	69	70	68	66	67	63	55	54	59	60	58	56	57	53			
8	Byggnader	51																												
9	Exploaterad mark, ej byggnader eller väg	52																												
10	Vägar	53																												
11	Sjöar och vattendrag	61	90		70	80				100																				
12	Hav	62	90		70	80				100																				
13	Tallskog	111	8		9	10				7	6	90	100	80	60	40	50	70	39	37	38	36	34	32	33	35				
14	Granskog	112	8		9	10				7	6	90	100	80	60	40	50	70	37	39	38	36	34	32	33	35				
15	Barrblandskog	113	8		9	10				7	6	100	90	80	60	40	50	70	38	37	39	36	34	32	33	35				
16	Lövblandad barrskog	114	8		9	10				7	6	60	70	100	90	40	50	80	34	35	38	39	37	32	33	36				
17	Triviallskog	115	8		9	10				7	6	50	40	60	80	90	100	70	33	32	34	36	37	39	38	35				
18	Adellövskog	116	8		9	10				7	6	50	40	60	80	90	100	70	33	32	34	36	37	39	38	35				
19	Triviallskog med adellovinslag	117	8		9	10				7	6	50	40	60	80	90	100	70	33	32	34	36	37	39	38	35				
20	Temporärt ej skog (inkl hyggen)	118	60		90	100		70		50	40																			
21	Tallskog (på våtmark)	121	8		9	10				7	6	39	37	38	36	34	32	33	35	90	100	80	60	40	50	70				
22	Granskog (på våtmark)	122	8		9	10				7	6	37	39	38	36	34	32	33	35	90	100	80	60	40	50	70				
23	Barrblandad barrskog (på våtmark)	123	8		9	10				7	6	38	37	39	36	34	32	33	35	100	90	80	60	40	50	70				
24	Lövblandad barrskog (på våtmark)	124	8		9	10				7	6	34	35	38	39	37	32	33	36	60	70	100	90	40	50	80				
25	Triviallskog (på våtmark)	125	8		9	10				7	6	33	32	34	36	39	37	38	35	50	40	60	80	90	100	70				
26	Adellövskog (på våtmark)	126	8		9	10				7	6	33	32	34	36	37	39	38	35	50	40	60	80	90	100	70				
27	Triviallskog med adellovinslag (på våtmark)	127	8		9	10				7	6	33	32	34	36	37	38	39	35	50	40	60	80	90	100	70				
28	Temporärt ej skog (inkl hyggen) (på våtmark)	128	60		90	100		70		50	40									80										

För varje klass anger man vilka klasser som får ersättas med andra klasser och i så fall vilken eller vilka klasser. Värdet som anges i matrisen är relativt, dvs det är inte det aktuella värdet utan rangordningen och relationen mellan klasserna som avgör hur generaliseringen prioriteras. Ju högre värde desto mer prioriterad är klassen.

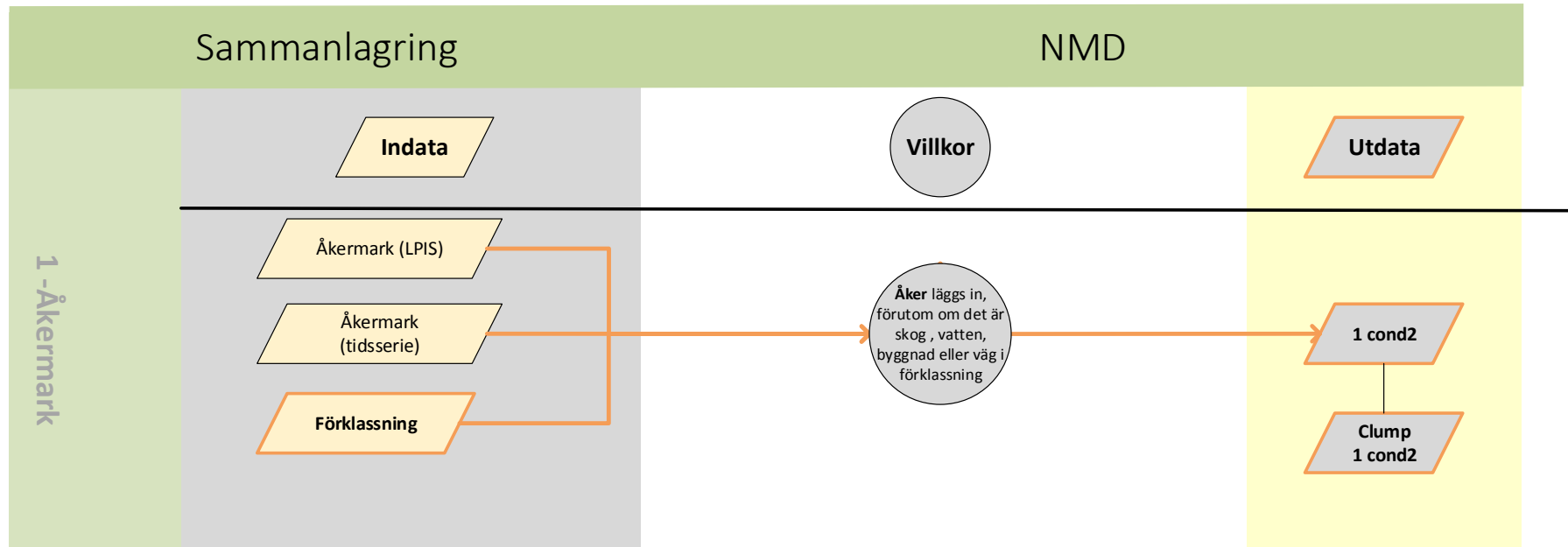
## ORDNING

Syftet med ordningen är att ange vilka klasser som ska bearbetas i olika steg och i vilken ordning. Klasser som behandlas först kommer till störst del ersättas av andra klasser och/eller minskas mest.

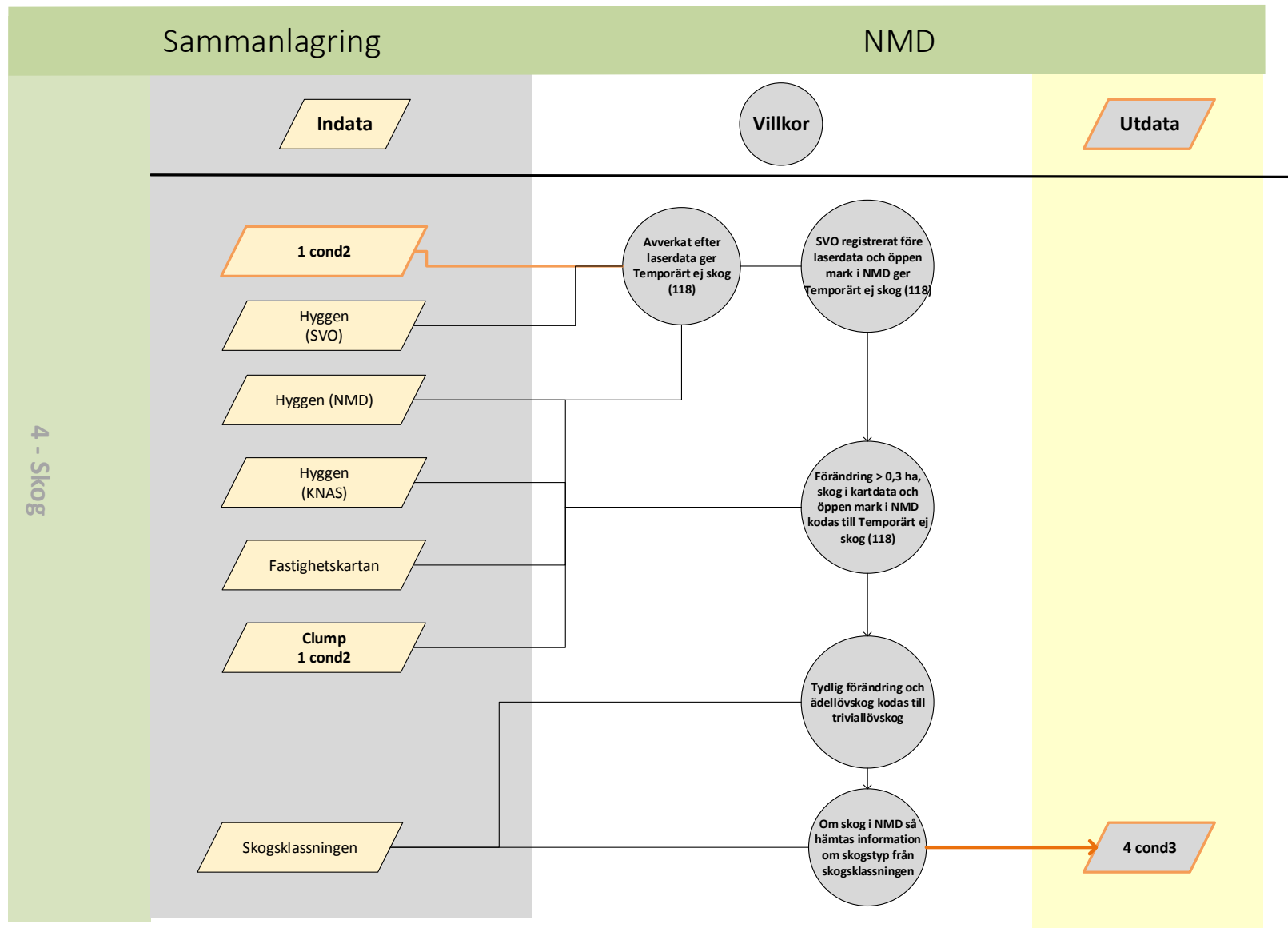
1	Ordning för klasser i steg C, D och E			
2				
3	Klass	Kod	ordn_c_nryp.tif	ordn_d_nryp.tif
4			Start	Start
5	Öppen våtmark	2	41	128
6	Åkermark	3	116	118
7	Övrig öppen mark utan vegetation	41	117	121
8	Övrig öppen mark med vegetation	42	52	122
9	Byggnader	51		123
10	Exploaterad mark, ej byggnader eller väg	52		124
11	Vägar	53		125
12	Sjöar och vattendrag	61		126
13	Hav	62		127
14	Tallskog	111		111
15	Granskog	112		112
16	Barrblandad barrskog	113		113
17	Lövblandad barrskog	114		114
18	Triviallskog	115		115
19	Adellövskog	116		116
20	Triviallskog med adellovinslag	117		117
21	Temporärt ej skog (inkl hyggen)	118		2
22	Tallskog (på våtmark)	121		3
23	Granskog (på våtmark)	122		41
24	Barrblandad barrskog (på våtmark)	123		42
25	Lövblandad barrskog (på våtmark)	124		61
26	Triviallskog (på våtmark)	125		62
27	Adellövskog (på våtmark)	126		52
28	Triviallskog med adellovinslag (på våtmark)	127		51
29	Temporärt ej skog (inkl hyggen) (på våtmark)	128		53

# Bilaga 4. Sammanlagring, villkor

## Modell 1: Åkermark (version A, B, C)

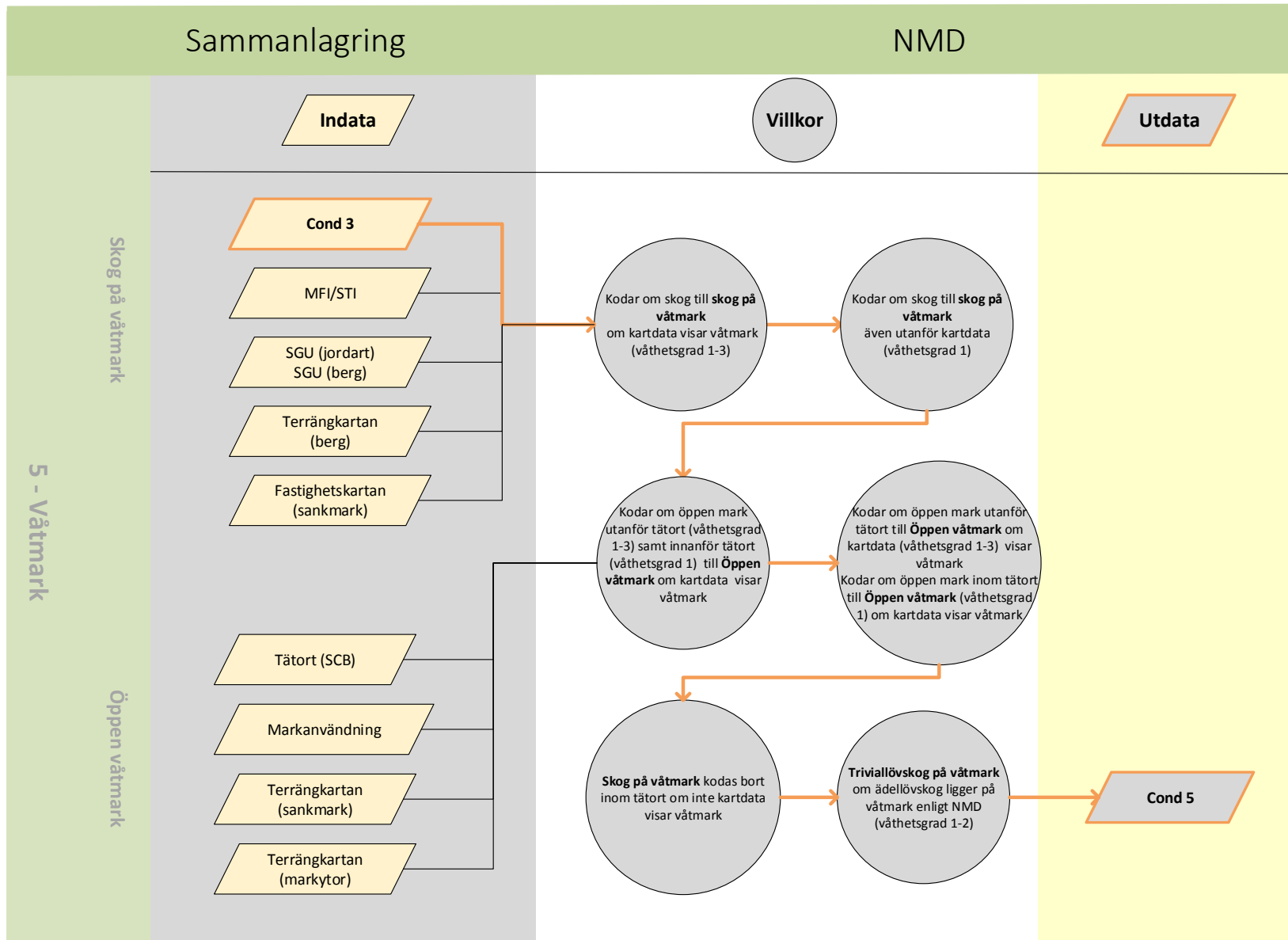


# Modell 4: Skog (version A, B, C)

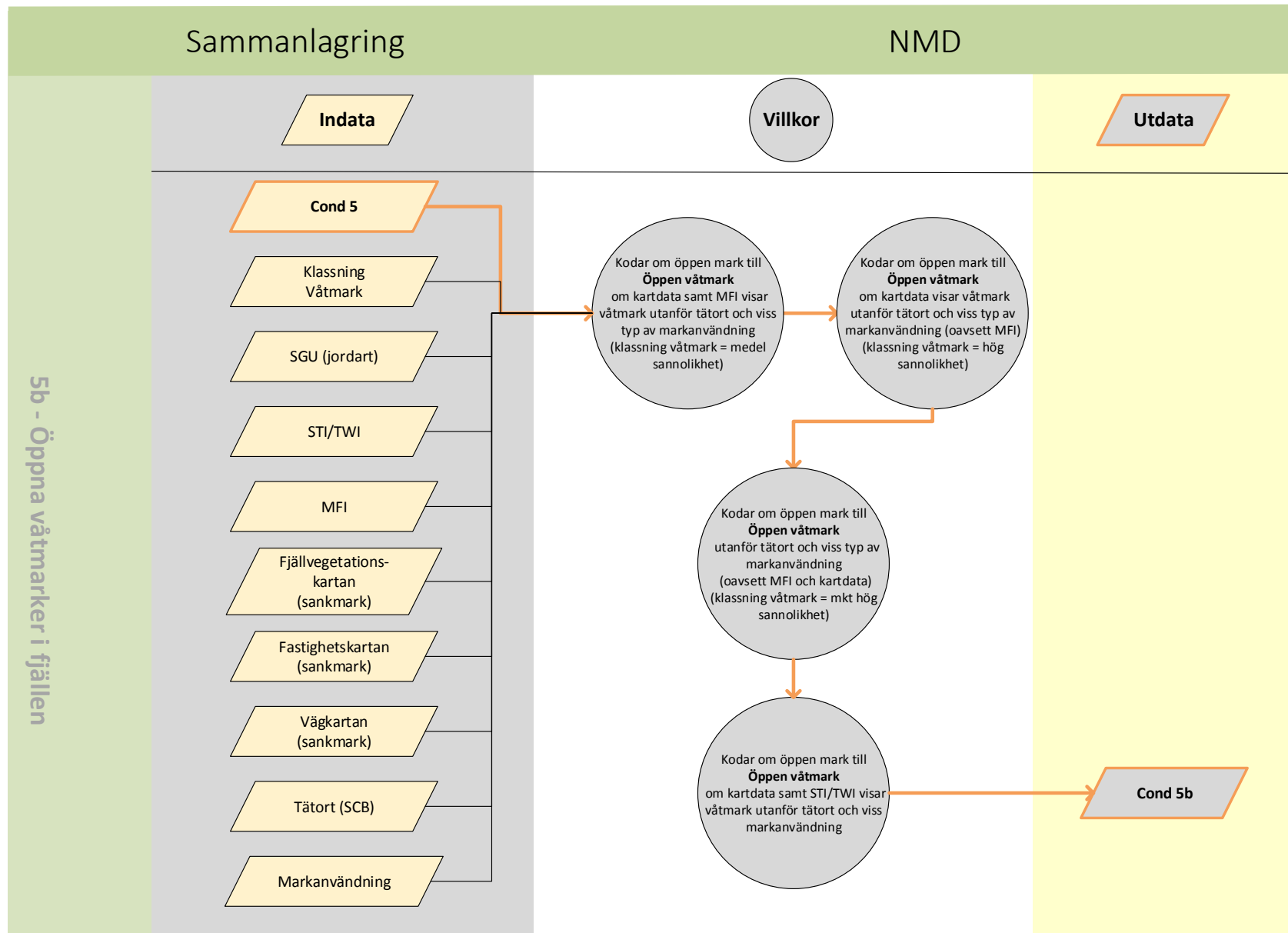




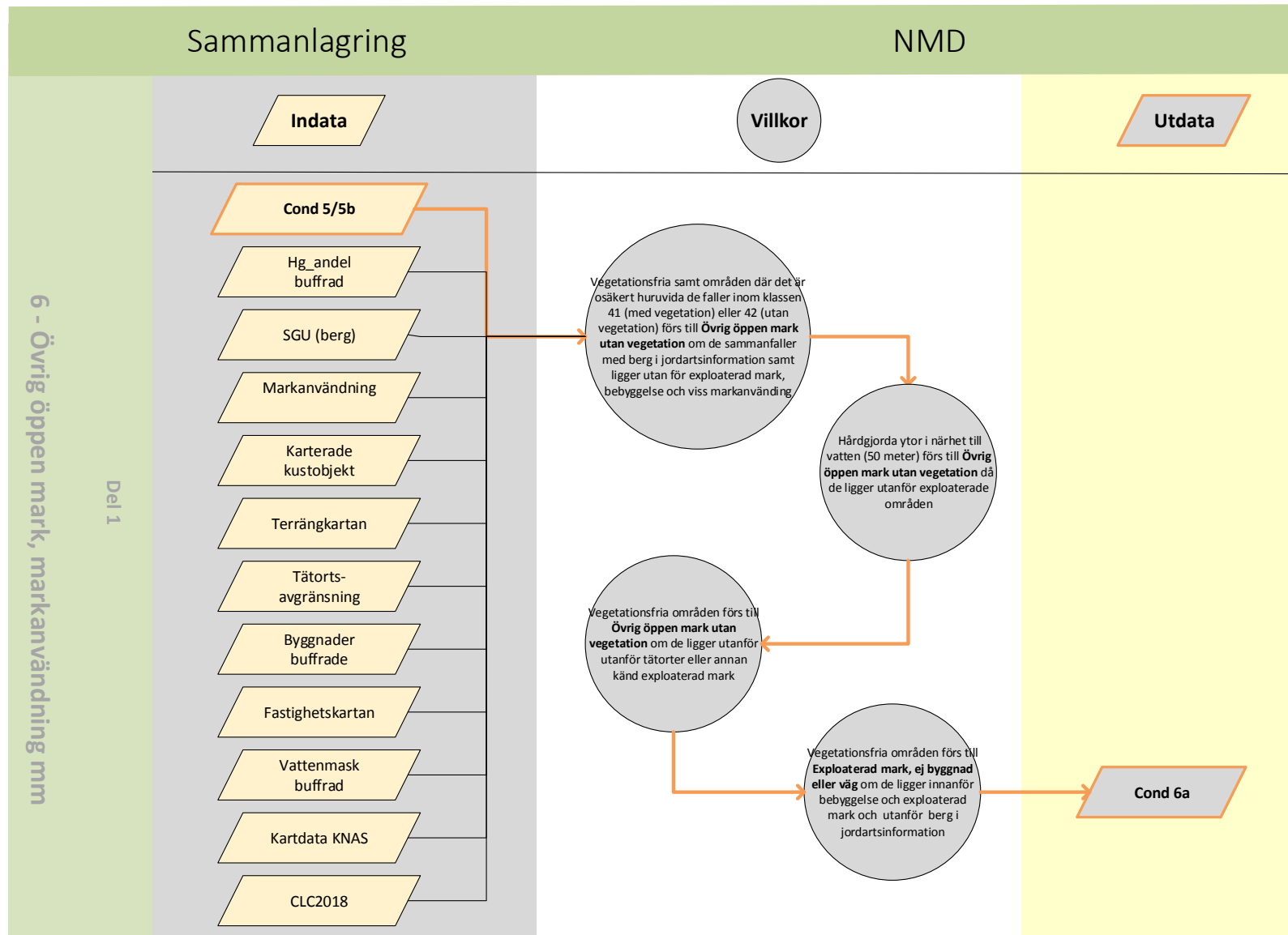
# Modell 5: Våtmark (version A, B, C)



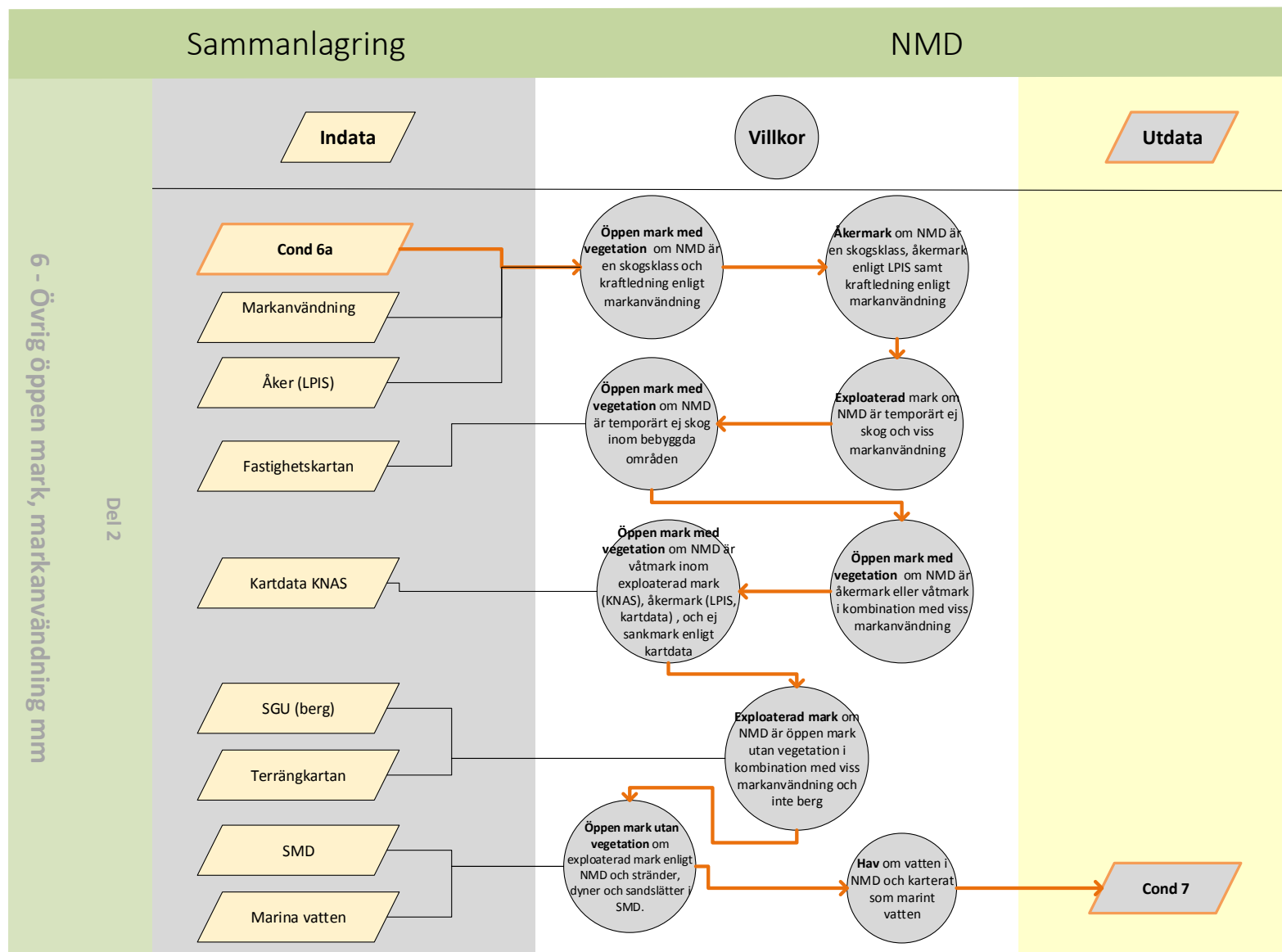
# Modell 5b: Öppen våtmark i fjällen (version B)



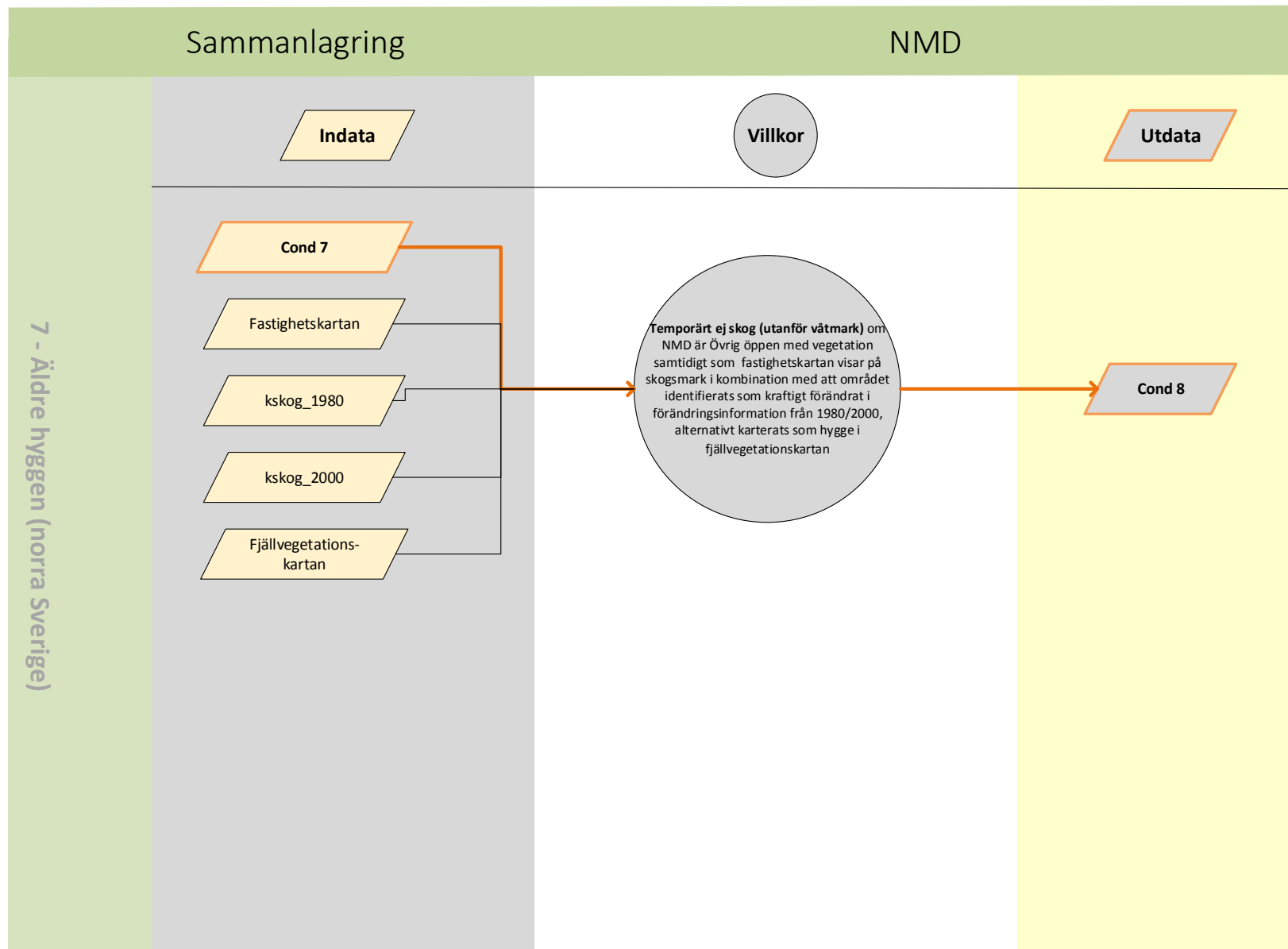
# Modell 6 del 1: Övrig öppen mark (version A, B, C)



# Modell 6 del 2: Övrig öppen mark (version A, B, C)



# Modell 7: Äldre hyggen (version B, C)



# Modell 8: Justeringar (version A, B, C)

