



Metodutveckling för kartering av brandbränsle i Sverige

Slutrapport

Metria AB på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap



Sammanfattning

Metria AB har under hösten 2016 utvecklat metoder för att kartera vegetation utifrån brandbeteende i Sverige på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Arbetet bygger på användning av befintliga data samt integrering av nya laserdata och satellitdata. Målsättningen har varit att demonstrera möjligheten att kartera vegetation i botten- och fältskikt i skogsmark samt kartera vegetation i öppna marker (till exempel åkermark och våtmarker) med Metrias marktäckeprodukt CadasterENV som grund. Resultatet visar att Metria har goda möjligheter att kartera relevanta vegetationstyper för ett svenskt bränslesystem, men att konkreta klassdefinitioner och fortsatt utvärdering genom till exempel provbränningar krävs innan ett sådant system kan implementeras. Arbetet som Metria har genomfört ger MSB nödvändig information inför beslut om att medverka i framtagandet av nya nationella marktäckedata i samarbete med flera svenska myndigheter.

Huvudförfattare: Carl Gilljam, Metria AB

Medförfattare: Eva Ahlkrona, Metria AB

Projekt: Metodutveckling för kartering av brandbränsle i Sverige

Projektgrupp:

Eva Ahlkrona, Manuela Alvarez, Charlotta Cristvall, Esmeray Elcim, Carl Gilljam och Michael Ledwith, Metria AB i Stockholm

Kontakter på MSB:

Leif Sandahl, Enheten för brand- och olycksförebyggande arbete. Avdelningen för utveckling av samhällsskydd

Susanne Ingvander, Enheten för beslutsstöd. Avdelningen för utveckling av beredskap

Datum: 2016-12-19

Omslagsbilder tagna av Carl Gilljam

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Syfte och mål	7
2	Bakgrund	8
2.1	CadasterENV	8
2.2	Vegetation som brandbränsle	11
2.2.1	Bottenskikt	11
2.2.2	Fältskikt	11
2.2.3	Hyggen	11
2.2.4	Andra marktyper	12
2.3	Jordart, markfuktighet och vegetation	12
2.4	Fjärranalysdata	13
2.4.1	Satellitdata	13
2.4.2	Laserdata	13
2.5	Nuvarande karteringar av botten- och fältskikt	14
2.6	Bränslekarteringar internationellt	14
3	Metodik	15
3.1	Studieområden	15
3.2	Ingående data	17
3.2.1	Radarbaserad satellitdata	18
3.2.2	Krontäckning i CadasterENV	18
3.2.3	Detaljnivå i Jordartskarta	18
3.3	Kartering av vegetationsbränsle i skogsmark	19
3.3.1	Föbearbetning av indata	20
3.3.2	Ungskog	20
3.3.3	Mossa och risdominerad barrskog	22
3.3.4	Lav och risdominerad barrskog	22
3.3.5	Bland- och lövskogar	23
3.3.6	Friska till fuktiga skogar	23
3.3.7	Skog på torvmark	24
3.3.8	Sammanlagring	24
3.4	Kartering av vegetationsbränsle i öppen mark	25
3.4.1	Föbearbetning av indata	25
3.4.2	Öppen våtmark	27
3.4.3	Åkermark	28
3.4.4	Hyggen	28
4	Resultat	29
4.1	Skogsmark	29

4.1.1	Analys av krontäckning	32
4.2	Öppen mark	33
4.2.1	Våtmark	33
4.2.2	Hyggen	35
4.2.3	Åkermark	36
5	Utvärdering	36
5.1	Fältbesök	37
5.1.1	Östergötlands län	37
5.1.2	Stockholms län	37
5.2	Statistisk utvärdering, skogsmark	38
5.2.1	Referensdata	38
5.2.2	Metod	39
5.2.3	Resultat av utvärdering i skogsmark	40
5.3	Statistisk utvärdering, öppen mark	42
5.3.1	Referensdata	42
5.3.2	Metod	42
5.3.3	Resultat av utvärdering i öppen mark	43
6	Diskussion	45
6.1	Utvärderingsdata	45
6.2	Behov av en kontextfri grundprodukt	46
6.3	Integrering av Skogliga grunddata	46
6.4	Osäkerheter i öppen mark	47
6.5	Fortsatt arbete	47
6.5.1	Definition och utvärdering av operativa bränsleklasser	47
6.5.2	Ytterligare databehov	48
6.6	Relevant metodutveckling inom Metria	49
7	Slutsatser	50
8	Referenser	51
	Bilaga 1: Klassdefinitioner	52
	Bilaga 2: Teknisk beskrivning	54
	Bilaga 3: Kartmaterial	63

Förkortningar:

AP	Arbetspaket
ESA	European Space Agency
FBP	Fire Behaviour Prediction
FOI	Totalförsvarets forskningsinstitut
FWI	Fire Weather Index
KNAS	Kontinuerlig naturtypskartering
LPIS	Land Parcel Identification System
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
NBI	Nyckelbiotopsinventeringen
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NILS	Nationell inventering av landskap i Sverige
NNH	Ny nationell höjdmmodell
RT	Riksskogstaxeringen
SGD	Skogliga grunddata
SGU	Sveriges Geologiska Undersökning
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
SMD	Svenska Marktäckedata
TWI	Topographical Wetness Index

1 Inledning

Regeringens klimat- och sårbarhetsutredning (SOU, 2007:60) visar att vegetationsbränder kommer att bli mer frekventa i Sverige under det kommande århundrandet i samband med förväntade klimatförändringar med ökade temperaturer och nya nederbördsmonster. Detta i kombination med extrema brandförlopp i Norrbottens län 2006 och Västmanlands län 2014, vilka medförde betydande kostnader för samhället och ett hot för människor och ekonomiska intressen i de berörda områdena belyser behovet av att i Sverige utveckla system och ta fram dataunderlag som möjliggör effektiv hantering av vegetationsbränder innan, under och efter en släckningsinsats. Sådana system används till exempel i Kanada, USA och Nya Zeeland.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) samarbetar med SMHI för att ta fram brandriskprognoser baserat på väderdata över de kommande dygnet. För att få information om risk för spridning och konsekvenser av en påbörjad brand behöver den meteorologiska riskfaktorn kopplas till vegetationskartor och risken för brandspridning i olika vegetationstyper. Behov finns för dataunderlag som med hög precision visar olika vegetationstypers utbredning i Sverige.

Metria AB har under 2014-15 arbetat med MSB inom projektet "Bränsleklassificering för vegetationsbränder" (Metria AB, 2015). Projektet finansierades av Rymdstyrelsen och syftade till att undersöka möjligheten att använda fjärranalys för att kartera vegetationssammansättningen i Sverige på nationell skala utifrån ett brandriskperspektiv. Inom projektet undersöktes möjligheten att använda klassificeringen av marktäckte i CadasterENV (Ahlkrona, Gilljam, & Jönsson, 2015), ett koncept för kartering av marktäckte som Metria utvecklat sedan 2012 med syfte att ta fram en nationell kartering för svenska användares behov med en uppdateringsfrekvens på cirka vart femte år. Slutsatserna från tidigare projekt är att de marktäckteklasser som ingår i CadasterENV är användbara för att kartera vegetation utifrån brandbeteende. För att uppnå en högre grad av korrelation mellan marktäckte och brand behövs dock ytterligare information om vegetation i botten- och fältskiktet (i rapporten används också samlingsnamnet "markvegetation" för att beskriva dessa). I botten-skiktet ingår mossor och lavar, och i fältskiktet ris- och örtväxter.

Naturvårdsverket har under 2016 bjudit in till ett myndighetssamarbete för att undersöka nyttan i samhället med att ha tillgång till en nationell marktäcktekartering (baserat på metoder framtagna för CadasterENV) samt möjligheten för myndigheterna att gemensamt genomföra en kartering och förvalta en sådan under arbetsnamnet "Nya nationella marktäcktedata". Produktion av en nationell kartering kan inledas så tidigt som januari 2017.

1.1 Syfte och mål

Syftet med projektet är att undersöka och ta fram metoder för en anpassad indelning i olika brandrelaterade klasser för vegetation kopplat till den föreslagna nationella karteringen som Naturvårdsverket samordnar.

Resultatet av projektet skall användas av MSB för att ställa krav på en nationell marktäcktekartering. Målet med uppdraget är att testa olika metoder för att erhålla mer information om fältskiktet, ta fram en vegetationsklassning som möjliggör en koppling till mer flexibla variabler som ett meteorologiskt brandriskindex och som kan skapa bränslekartor för olika tidpunkter baserat på hur respektive vegetationsklass svarar på yttre påverkan över tid under säsongen.

Följande frågeställningar har styrt arbetet i projektet:

1. Kan olika kombinationer av befintliga data i kombination med en marktäckekartering baserad på CadasterENV användas för att kartera botten- och fältskikt i Sverige?
2. Kan ytterligare information som erhålls från laserdata användas för att förbättra kartering av marktäcke ur ett brandperspektiv?
3. Kan användning av nya satellitdatakällor bidra till att kartera fältskikt i öppna marker och glesa skogar?

Testkarteringar av vegetation utifrån brandegenskaper i ett antal studieområden i Sverige har levererats av Metria till MSB som en demonstration av de möjligheter som finns att genomföra en anpassad kartering av vegetation i botten- och fältskikt i skog samt i öppna marker baserade på de metoder som tagits fram inom projektet.

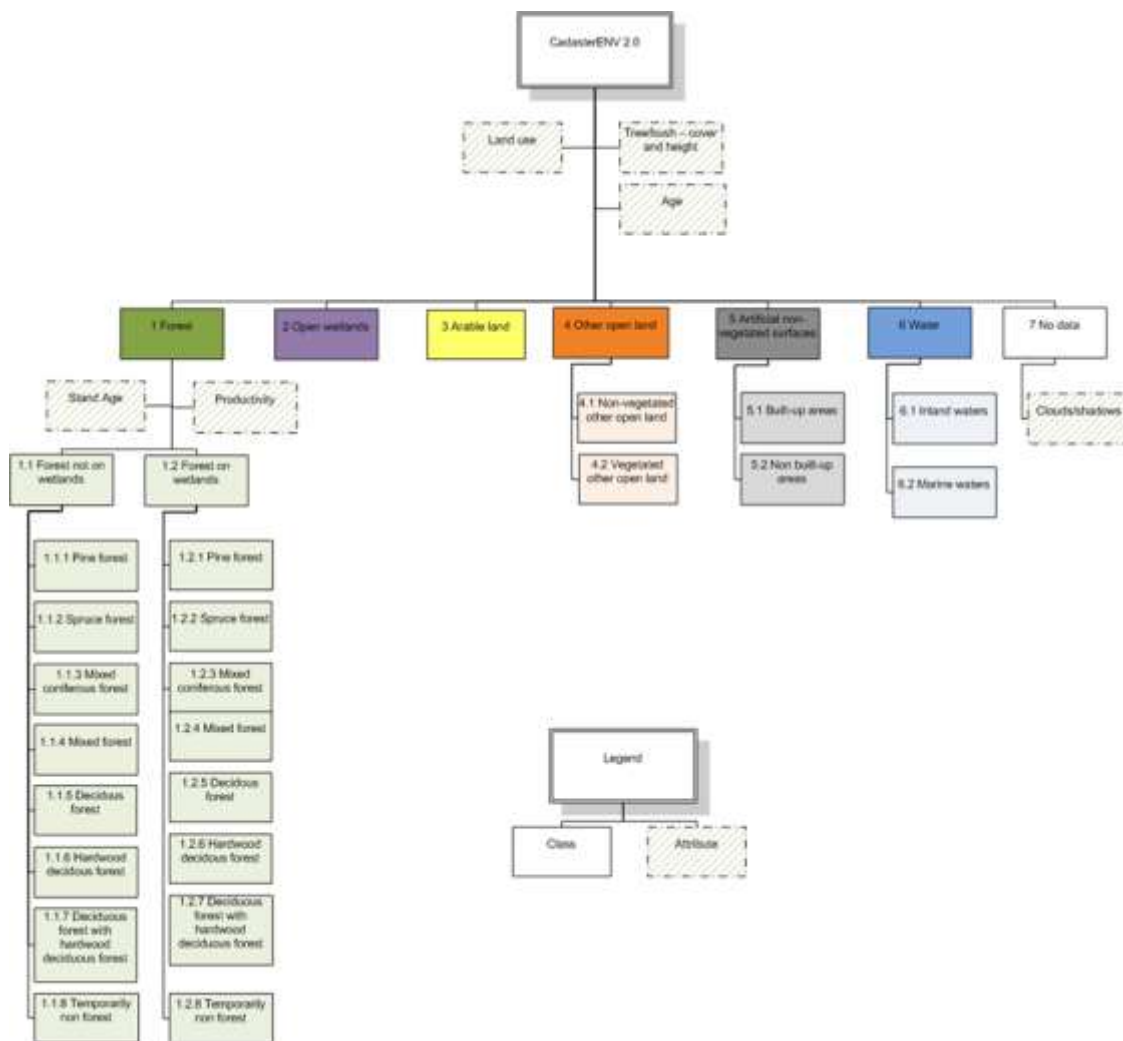
2 Bakgrund

2.1 CadasterENV

CadasterENV Sweden är en marktäckekartering med 10 meters upplösning som har utvecklats av Metria med finansiering från Europeiska rymdstyrelsen (ESA). Karteringen har utformats i samarbete med Lantmäteriet, Naturvårdsverket, Jordbruksverket, Skogsstyrelsen, länsstyrelser, Statistiska Centralbyrån och Sveriges Lantbruksuniversitet.

Karteringen i CadasterENV är uppdelad i sex huvudklasser med särskilt fokus på underklasser inom skogen. Vegetationsklasserna är anpassade för att överensstämna med produkten Kontinuerlig naturtypskartering av skyddade områden (KNAS)¹ som har utvecklats av Metria och används av Naturvårdsverket och länsstyrelser för miljöövervakningsändamål.

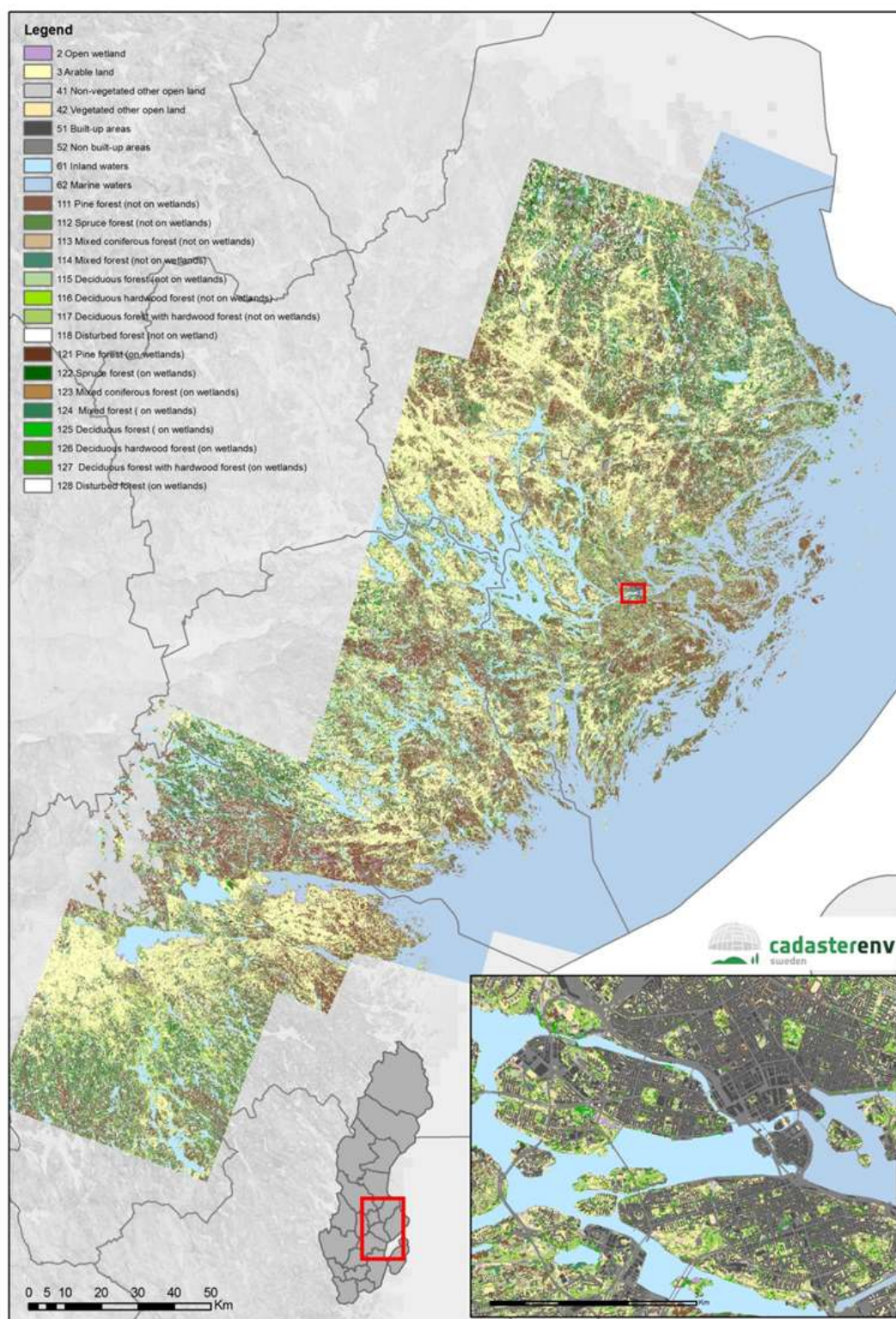
¹ <http://www.metria.se/Vara-erbjudanden/Analyser/Geografiska-analyser/Naturtypskartering/>



Figur 1. Klassträd i CadasterENV

Grundprincipen i CadasterENV är att "kartera det du ser". Detta innebär till exempel att samtliga byggnader och träd i Sverige karteras och inkluderas i produkten oavsett eventuell markanvändning på en given yta (som golfbana eller betesmark) vilket istället kan läggas på som attribut. Detta möjliggör att underlaget kan anpassas och kontextualiseras för olika användningsområden och analyser. En framtida bränslekartering är ett exempel på detta.

CadasterENV har i sin pilotfas täckt in hela Stockholms län samt i delar av Södermanlands län, Uppsala län, Västerbottens län och Östergötlands län. Studieområden och testkarteringar i detta projekt skall återanvända pilotkarteringarna.



Figur 2: Exempel på CadasterENV version 3.2 i östra Sverige

2.2 Vegetation som brandbränsle

I slutrapporten för projektet "Bränsleklassificering för vegetationsbränder" (Metria AB, 2015) beskrev Anders Granström, universitetslektor vid SLU, hur vegetation i Sverige kan definieras utifrån dess brandegenskaper. Arbetet som bedrivits i detta projekt har delvis byggts på denna kunskap och därför sammanfattas här innehållet i den tidigare rapporten.

2.2.1 Bottenskikt

Större delen av den svenska skogsarealen domineras av barrträd. Främst gran och tall, men i Norrland även en hel del contortatall. Barrskogar har generellt ett bottenskikt av mossa eller, om marken är mycket mager, renlav. Detta bottenskikt har en lucker struktur som gör det till ett effektivt bränsle.

Bland mossorna dominerar två arter, husmossa och väggmossa och de skiljer sig inte nämnvärt ur bränslesynpunkt. Däremot kan förnan som blandats in i mosstäckets ändra bränslekväliten. Rikt förnafall av granbarr fyller igen hålrummen mellan moss-skotten, vilket gör bränslebädden mer kompakt och mindre djup. Detta försämrar för elden. I extremfallet dränks mossorna fullständigt och man har då en ren granbarr-matta, vilken är i stort sett obrännbar. Rikt förnafall av tall- eller contortabarr kan också påverka mossorna negativt, men även en ren barr-matta av tallbarr är i sig brännbar. Generellt har man mer av "sämre" mossor ju bördigare marken är.

I normalfallet är mosstäckets med inblandad förna 4-5 cm tjockt. Magra marker med stort ljusinflöde blir istället dominerade av renlavar. Dessa utgör ett mycket effektivt bränsle, som dessutom i sig torkar ner till brännbara fukthalter väsentligt snabbare än mossa, även om de växer sida vid sida. Detta på grund av lavens lägre kapacitet att absorbera vatten samt dess förmåga att brinna vid högre fukthalt. Kvantiteten och djupet av bränslebädden skiljer sig inte nämnvärt mellan lav och mossa.

Förnafall från lövträd kväver mossvegetationen på marken och ändrar därmed bränslestrukturen väsentligt. För att helt eliminera mossan krävs en stor (men okänt hur stor) lövandel. I en ren lövskog blir bränslebädden dominerad av lövförna och det är stor skillnad mellan olika lövträdsarter i hur brännbar denna är. Generellt brinner arterna som har krusiga blad (till exempel ek och asp) bättre än de med plan bladyta (till exempel björk), men inte så bra som moss-dominerade bränslebäddar. I lövskog finns dessutom ofta ett större inslag av gräs och örter än i barr-dominerade bestånd. Generellt är alltså markbränslena mindre gynnsamma för elden under rena lövbestånd, men en viktigare aspekt är kronbränslets egenskaper i lövskog, vilket omöjliggör kronbrand.

2.2.2 Fältskikt

Ovanför bottenskiktet finns oftast ett mer eller mindre tätt skikt av risväxter. Fyra olika arter är mest förekommande, med olika blandningsförhållanden alltefter markens bördighet och beståndets ålder och slutenhet. Ur bränslesynpunkt kan de rangordnas efter avtagande bränslekväliten: ljung, kråkbär, lingon, blåbär. Rangordningen sammanfaller grovt med en gradient i markens bördighet från mager till rik.

I skogsmark finns också ett mer eller mindre stort inslag av gräs och örter. Dessa är generellt dämpande för elden och om inslaget blir stort kan elden till och med stanna på grund av bränslebrist.

2.2.3 Hyggen

Avverkning ändrar brandförutsättningarna dels genom att låta solstrålning och vind få fritt tillträde till marken vilket ger snabbare uttorkning. Solvärmning av bränsle på hyggen ger också lägre fukthalt vid

jämvikt och brandspridningen blir också snabbare på grund av vindexponering. Samtidigt förändras bränslebädden. Hyggesavfall tillförs, även om mycket skördas till bioenergi idag. Markvegetationen ändras också, med en ökning av både mängden gräs och örtvegetation på bekostnad av risväxterna, i synnerhet på bördig mark. Detta sätter igång direkt efter avverkningen, men når sitt maximum efter 3-5 år. Bördiga marker kan då till och med vara obrännbara, annat än under våren när inslaget av gräs/örtförna är stort.

2.2.4 Andra marktyper

Våtmarker täcker en avsevärd del av utmarkerna och har vitt skilda egenskaper ur bränslesynpunkt. Ett exempel är tallmosse där bottenskiktet till delar liknar det i skog och där risvegetationen kan vara mycket väl utbildad med bärris, ljung och skvattram. Detta utgör ett effektivt bränsle. På fuktigare våtmarker dominerar vitmossor med ett mer eller mindre rikt inslag av starr och andra gräsliknande växter. Även dessa marker kan brinna; med starrförna som huvudsaklig bränslekomponent, men med tillskott från vitmossan när det råder stark torka. För öppna våtmarker är det stor säsongsvariation i brännbarhet på grund av starr-vegetationen.

En distinkt bränsletyp är gräs/örtbeväxt obrukad odlingsmark. Där är fasväxlingen över säsongen ännu mer dramatisk än för de öppna myrmarkerna. Så snart som den saftiga årväxten börjar infiltrera förnabädden underifrån sjunker brandspridningspotentialen och inom ett par veckor är den i stort sett obefintlig. I Sveriges klimat brukar gräsvegetationen vissna först så sent på hösten att brandsäsongen är över, men under torrår kan det hända att gräset vissnar på grund av torka i tillräcklig grad för att tillåta brandspridning. Internationella erfarenheter sätter gränsen vid ungefär 50 % visset gräs.

2.3 Jordart, markfuktighet och vegetation

Underliggande jordart indikerar vilken typ av vegetation som har förutsättning att etablera sig på en given yta. Jordarter med lägre organiskt innehåll och högre genomsläpplighet av vatten som tunna eller sandiga marker gynnar till exempel arter som lav och tall, medan mer näringsrika jordarter som morän och lera istället ger konkurrenskraft åt gran, lövträd och örtväxter.

I kombination med näringsinnehåll har markens fuktighet avgörande betydelse för vilken typ av vegetation som etablerar sig på en yta. I många lägen sammanfaller jordart och fuktighet eftersom magrare jordar också generellt är torra, och mer näringsrika också friska till fuktiga. Undantag gäller till exempel för låglänta områden som domineras av sand. I lägen där jordartsinformationen är generaliserad kan dock markfuktigheten hjälpa till att bestämma om en yta är potentiellt näringsrik eller näringsfattig.

Markfuktighet bestäms genom att modellera vattnets rörelser genom och ansamlingar i en topografisk modell. Metria har under 2015-16 tagit fram en egen Markfuktighetskarta² som har använts i detta projekt. I CadasterENV har fuktiga ytor identifierats genom att använda Topographical Wetness Index (TWI). Den väsentliga skillnaden mellan måtten på fuktighet som TWI och Markfuktighetskartan producerar är att grundvattnets relativa läge i landskapet också approximeras i Markfuktighetskartan,

² <http://www.metria.se/Vara-erbjudanden/Analyser/Skogsanalyser/Markfuktighetskarta>

medan ett TWI endast tar hänsyn till vattnets rörelse i marknivå. I skogsmark innebär detta att fukthalten ofta underskattas. Markfuktighetskartan var inte tillgänglig när CadasterENV producerades.



Figur 3: Exempel på Metrias Markfuktighetskarta. Mörkare blå färg indikerar högre markfuktighet

2.4 Fjärranalysdata

2.4.1 Satellitdata

Jordobservationssatelliter ger användaren kontinuerligt uppdaterade data som kan användas för olika typer av analyser. Inom detta projekt har framför allt ESAs optiska satellit Sentinel 2A med en rumslig upplösning på 10 meter använts. En optisk satellitsensor mäter reflekterat ljus från jordens yta i olika spektrala våglängder och denna information kan användas för att analysera olika fenomen. Förhållandet mellan reflekterat ljus i det röda och infraröda spektrat används för att mäta mängd levande vegetation, till exempel med NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Sentinel 2 har sammanlagt 12 band som mäter in olika spektra av ljus.

Karteringsmetoden i CadasterENV bygger i hög utsträckning på optiska satellitdata. Sedan sommaren 2015 har ESAs Sentinel 2-system varit operativt och ger nya bilder över ett givet område i Sverige var 6-10 dag. Detta kommer att utökas till var 3-5 dag när två satelliter bildar en komplett konstellation. I nuläget är detta planerat till våren 2017. Fler satellitbilder inom korta tidsintervall ger ökad möjlighet att följa utvecklingen under en vegetationsperiod och skilja mellan olika marktäckeklasser. Med data från Sentinel 2 under 2015-16 har Metria därmed kapacitet att utveckla nya metoder för att kartera vegetation som tidigare varit omöjliga.

2.4.2 Laserdata

Sedan 2009 har Lantmäteriet skannat Sverige med flygburen laser. Tekniken producerar ett moln med punkter som har en höjdangivelse och kan användas för olika analyser baserat på relativ höjd och täthet av punkter. I CadasterENV används bland annat laserdata för att generera en avgränsning av skogen mot övrig mark. Under 2017 kommer laserskannade data för hela landet inklusive fjällområden att vara färdigproducerade.

Inom detta projekt används laserdata för att mäta densitet på vegetation i skog och på öppna våtmarker. I skogens fall ger densiteten ett mått på hur mycket ljus som når marken och därmed en indikation om huruvida fotosyntes kan upprätthållas för örtväxter. På öppna våtmarker innebär en högre vegetationsdensitet att marken är potentiellt fast.

2.5 Nuvarande karteringar av botten- och fältskikt

Ett primärt skäl till att detta projekt genomförs är att det idag saknas information som kan användas för att analysera eller på en karta visa botten- och fältskikt i Sverige i en användbar skala. De data som finns är generellt i form av skattningar som visar övergripande vegetationstyper. Ett exempel på detta är MarkInfo (SLU, 2010) som använt data från Riksskogstaxeringens fasta provytor och skalat upp på nationell nivå för att skapa rikstäckande kartor med bland annat information om dominerande vegetation.

Martäckeinformation som visar trädslagsblandning finns inte heller med den precision som krävs för att kartera markvegetation i skogsmark. De heltäckande produkter som finns med < 50 meters upplösning är SLU-skogskarta (SLU, 2016), vilket är en skattning och Svenska Marktäckedata (SMD) som togs fram kring år 2000. SMD skiljer inte på olika typer av barrträd som tall och gran vilket också är nödvändig information då dessa arter växer i skilda miljöer och ger upphov till olika markförhållanden för bränder. SMD inkluderar till exempel lavmarker, men denna klassning är endast framtagen genom att analysera spektral information, vilket innebär att endast de mest tydliga lavmarkerna är inkluderade och därmed underskattade i många lägen. De tillkortakommanden som finns i nuvarande data visar att en grundförutsättning för att en effektiv markvegetationskartering skall kunna tas fram är att ett underlag som CadasterENV produceras på nationell nivå.

2.6 Bränslekarteringar internationellt

I Sverige används bland annat det meteorologiska indexet *Fire Weather Index* (FWI), vilket uppskattar påverkan från väderförhållanden på bränslefuktighet i olika markskikt (Van Wagner, 1987). I FWI används inmätta värden för temperatur, nederbörd, relativ fuktighet och vindhastighet för att beräkna fem delindex som kombineras till ett övergripande riskvärde. FWI utvecklades som en del av *Canadian Forest Fire Danger Rating System* (CFFDRS). CFFDRS inorporerar också bränsleklassificeringssystemet *Fire Behavior Prediction* (FBP) som används för kvantitativa skattningar av brandspridningshastighet och intensitet.

I projektet "Bränsleklassificering för vegetationsbränder" (Metria AB, 2015) sammanfattades lösningar som tillämpats i andra länder för att hantera vegetationsbränder med särskilt fokus på fjärranalysens roll i bränslekarteringar och hur dessa karteringar används operativt. Specifikt beskrevs följande system i omvärlden:

- The Canadian Forest Fire Danger Rating (CFFDRS)
- The US National Fire Danger Rating System (NFDRS)
- Landscape Fire and Resource Management Planning Tools (LANDFIRE)
- European Forest Fire Information System (EFFIS)
- New Zealand Fire Danger Rating System (NZFDRS)

Eftersom Sverige redan använder FWI-systemet för brandväder och landets vegetationsstruktur liknar delar av Kanadas ansågs det lämpligt att fortsätta utvärdera hur bränsleklasser i kanadensiska FBP kan

användas i Sverige. En anpassning av FBP för svenska förhållanden ger också möjlighet att använda brandmodelleringsprogram som Prometheus³.

Bränsleklasserna i FBP beskriver bland annat artförekomst, vegetationstäthet i olika skikt och ålder kvalitativt. Genom att använda delindex i FWI-systemet kan bränsleklasserna ge en kvantitativ intensitetsklass (Taylor, Pike, & Alexander, 1996). Karteringen av bränsleklasser i Kanada utgör en betydande generalisering av faktiska vegetationsförhållanden på marken (Jönsson & Linåker, 2010), och är främst tänkta att ge lokal räddningstjänst en snabb överblick kring brandbeteende i ett insatsområde.

Under 2015-16 har MSB finansierat en studie (Burman, et al. 2016) där FOI och SLU har undersökt möjligheten att använda befintliga spridningsmodeller för analys av brandförlopp i Sverige. Studien visar att en heltäckande bränslekartering är nödvändig för att uppnå tillförlitliga resultat samt att tillgängliga vegetationskarteringar i Sverige är otillräckliga för detta syfte.

Metrias metodutveckling inom detta projekt producerar ett flexibelt resultat som både kan användas för att definiera nya bränsleklasser utifrån Sveriges naturtyper och för att anpassas till de bränsleklasser som redan finns integrerade i existerande system.

3 Metodik

Projektet har genomförts i fem arbetspaket (AP):

- AP1: Sammanställning av indata och val av studieområden
- AP2: Metodutveckling för att kartera botten- och fältskikt i skog
- AP3: Metodutveckling för att klassa vegetation i öppna marker
- AP4: Testkartering och utvärdering
- AP5: Dokumentation och slutrapport

Metodutvecklingen är uppdelad på två AP (2 och 3) eftersom möjligheterna att kartera vegetation i skog och i öppna marker är olika. I öppna marker kan direkta observationer med till exempel satelliter och laserinmätta data användas för analyser men i skogsmark, där markvegetationen är dold av träd, måste klassning av underliggande vegetation framför allt göras med indirekta metoder.

3.1 Studieområden

Arbetet i projektet har bedrivits inom tre studieområden fördelade på Stockholms län, Västerbottens län och Östergötlands län. Den ursprungliga planen innebar att 4x25 km² skulle karteras, men eftersom den statistiska utvärderingen (se avsnitt 5.2) krävde större arealer utökades den totala karteringen till sammanlagt över 4000 km². Val av studieområden styrdes av tre faktorer:

1. Marktäcke-kartering enligt CadasterENV tillgänglig,
2. Satellitdata från Sentinel 2 under 2015-16 tillgängliga.
3. Överlapp med annan metodutveckling för marktäckekartering inom Metria under 2016 för samordning av data och resultat.

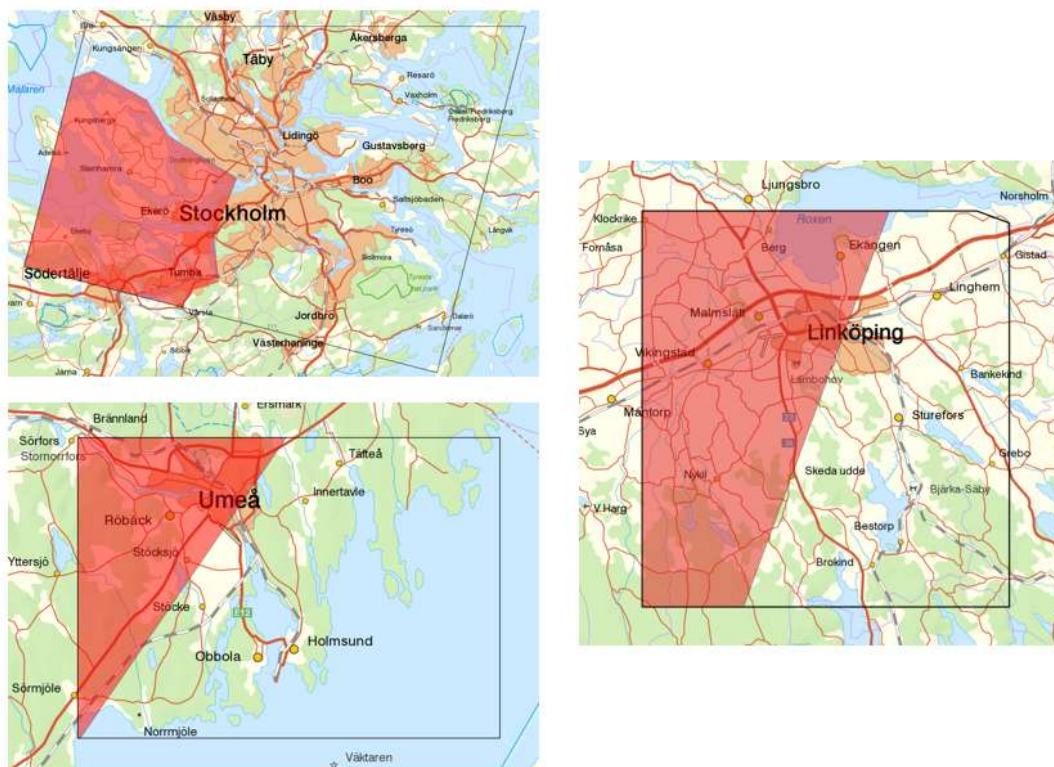
³ www.firegrowthmodel.ca

Initialt planerades två separata studieområden inom Stockholms län, men här karterades istället ett bredare fönster som innefattade en större areal. Två olika delar av detta bredare studieområde besöktes i fält.

Total yta som har analyserats inom studieområdena:

- Stockholm: 2215 km²
- Västerbotten: 855 km²
- Östergötland: 1170 km²

Karteringen av den öppna marken följer överlag samma geografiska avgränsning som skogsmarken, men eftersom klassning av obrukad åkermark kräver molnfria satellitdata har endast mindre fönster karterats utifrån denna variabel.



Figur 4: Studieområden (svart ram) för kartering av samtliga variabler med undantag för åkermark. Områden skuggade i rött indikerar var vegetation på åkermark har analyserats inom respektive studieområde

3.2 Ingående data

Följande data har använts inom detta projekt:

Namn	Typ	Producent	Beskrivning
CadasterENV	Raster, 10m	Metria	Marktäckekartering utvecklad mellan 2012-15.
Faktiskt avverkade ytor	Vektor	Skogsstyrelsen	Avgränsningar av karterade avverkningar i skogsmark med nationell täckning.
Fastighetskarta	Vektor	Lantmäteriet	Topografisk karta med nationell täckning.
Grid 2+ (höjdmodell)	Raster, 2m	Lantmäteriet	Nationell höjdmodell baserad på Lantmäteriets laserskannade data.
Jordartskarta	Vektor	SGU	Jordarter i skala 1:25 000 – 1:100 000. Karteringsskala beror på vilket underlag som använts av SGU i respektive område.
Laserdata (NNH)	Vektor	Lantmäteriet	Laserinmätta höjddata från Lantmäteriets nationella skanning.
LPIS / Blockdatabasen	Vektor	Jordbruksverket	Avgränsningar av jordbruksblock med nationell täckning.
Markfuktighetskarta	Raster, 2m	Metria	Nationell markfuktighetsmodell producerad av Metria under 2015-16 med Lantmäteriets laserinmätta höjddata. Delar in markfuktighet i fem klasser: <ol style="list-style-type: none">1. Torr mark2. Frisk mark3. Frisk-fuktig mark4. Fuktig mark5. Blöt mark
Satellitdata	Raster, 10m	ESA	Data från satelliterna Sentinel-2A och SPOT 5 insamlade under 2010-11 samt 2015-16 har använts.

3.2.1 Radarbaserad satellitdata

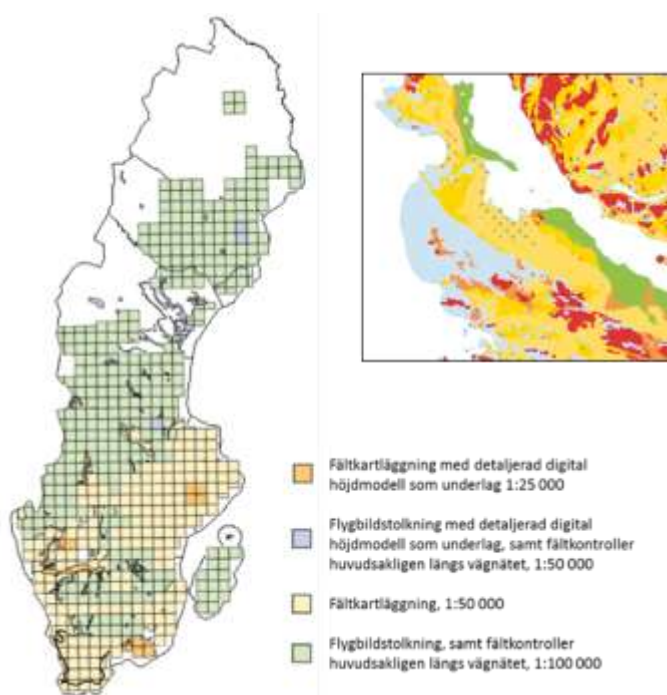
I planeringsfasen av projektet utvärderades möjligheten att använda data från radarsatelliterna Sentinel 1A och 1B för att till exempel mäta fukthalter i öppna våtmarker och vegetationsstruktur på hyggen och gräsmarker. Initiala tester visar att dessa data har en för grov upplösning för att vara tillförlitliga för detta syfte, och optiska data från Sentinel 2 kan istället uppfylla majoriteten av de krav som ställs för kartera öppna marker. Radardata kan dock effektivt tillämpas vid aktiva krissituationer som till exempel översvämningar där en akut lägesbild måste skapas.

3.2.2 Krontäckning i CadasterENV

I CadasterENV används ett densitetsmått från laserdata som är optimerat för att skapa en sammanhängande skogsavgränsning. Måttet ger en missvisande bild av den faktiska tätheten i skogsbestånd (se Figur 20), och därför har en kvotberäkning av markträffar mot det totala antalet träffar med laserinstrumentet använts i detta projekt.

3.2.3 Detaljnivå i Jordartskarta

I SGU:s Jordartskarta är de tre studieområdena karterade i olika skalor baserat på det underlag som använts; 1:25 000 (Stockholm), 1:50 000 (Östergötland) och 1:100 000 (Västerbotten). I store delar av Norrlands inland är den högsta tillgängliga detaljnivån 1:1 miljon.



Figur 5: Detaljnivå i kartering av jordarter i Sverige samt exempel från Ekerö kommun, Stockholm. Områden inte redovisade utifrån detaljeringsgrad är endast karterade i skala 1:1 miljon. Källa: SGU

3.3 Kartering av vegetationsbränsle i skogsmark

Utifrån den grundläggande information om bränsletyper i Sverige som funnits tillgänglig (se avsnitt 2.2) kombinerat med erfarenhet om möjligheten att kartera olika vegetationstyper fastslogs följande klasser för kartering av botten- och fältskikt i skogsmark inom studieområdena i testkarteringen:

Kod i leverans	Klass
131	Ung skog (skogsmark med tillväxt under de senaste 5 åren)
132	Mossa och risdominerad barrskog
133	Lav och risdominerad barrskog
134	Blandskog
135	Lövskog
136	Frisk till fuktig barrskog
137	Frisk till fuktig bland- eller lövskog
138	Tallskog på torvmark
139	Övrig skog på torvmark
140	Avverkat efter 2010

Inom varje klass kan flera olika fältskiktstyper förekomma, målsättningen är att skilja mellan grundläggande naturtyper som har betydelse för bränder:

- Potentiellt lavdominerade marker med risväxter i fältskiktet.
- Potentiellt mossdominerade marker med risväxter i fältskiktet.
- Potentiellt örtrika marker.
- Potentiellt torra marker säsongvis.

Klasskoderna har definierats för att passa in i nuvarande kodtabell i CadasterENV (se Figur 1).

I den initiala produktionen användes hyggen yngre än 5 år som en klass i karteringen av fältskikt i skog. Fortsatt metodutveckling och utvärdering i fält visar att denna hårda gräns med ålder inte är användbar för att göra en kartering av vegetationsutveckling på hyggen på nationell nivå eftersom markberedning och klimatologiska förutsättningar varierar. Metodutveckling för kartering av hyggen flyttades därför till den öppna marken i detta projekt. Klassen "Avverkat sedan 2010" finns kvar för att indikera var hyggesytor finns och kan kompletteras med information från skikt som visar kartering av öppen mark.

Materialet analyseras innanför skogsavgränsning tagen från CadasterENV, övrig mark utanför skogen har värdet 0. Resultatet har levererats som raster med 10 meters upplösning, samt som generaliserade vektorfiler främst tänkta för visualisering.

3.3.1 Förbearbetning av indata

För att möjliggöra analys av botten- och fältskikt i skog har flera förbearbetningar av indata gjorts:

- Indata i vektorformat (Fastighetskarta, Jordartskarta) har konverterats till raster med 10 meters upplösning.
- I CadasterENV finns lövbestånd representerade i tre klasser; triviaillöv (till exempel björk, asp, al), ädellöv (till exempel ek, bok, alm) och potentiell ädellövskog (minst 30 % ädellövträd). I testkarteringen av brändbränsle inom detta projekt har alla lövklasser slagits samman till en.
- För att identifiera fuktigare skogar har samtliga skogsklasser i CadasterENV modifierats med hjälp av information från Metrias Markfuktighetskarta.
- Jordarter från SGU kodas om i fem klasser enligt relativt näringsinnehåll:
 1. Lågt (till exempel urberg, sand)
 2. Medel (till exempel silt, isälvsediment)
 3. Högt (till exempel morän)
 4. Mycket högt (till exempel gyttja, lera)
 5. Torvmark (till exempel kärrtorv, mossetorv)
- Sankmarksytor från Lantmäteriets Fastighetskarta som överlappar torvtytor i Jordartskartan integreras i den modifierade jordartskartan för att bättre avgränsa torvbildande marker i studieområdena.
- Från laserdata tas densitet (krontäckning) på skogsytor fram genom att beräkna kvoten mellan markträffar och det totala antalet träffar med laserinstrumentet. Detta ger ett mått på mängden ljus som når marken.
- Från Lantmäteriets höjdmodell tas ytor med en lutning över 20 % och sluttningsriktning mellan 110-250 grader (sydsluttningar) fram.
- Information i det mellaninfraröda spektrat i scener från satelliten SPOT 5 under 2010 och 2015 jämförs för att uppdatera karteringen av avverkad och tillväxande skog i studieområdena.

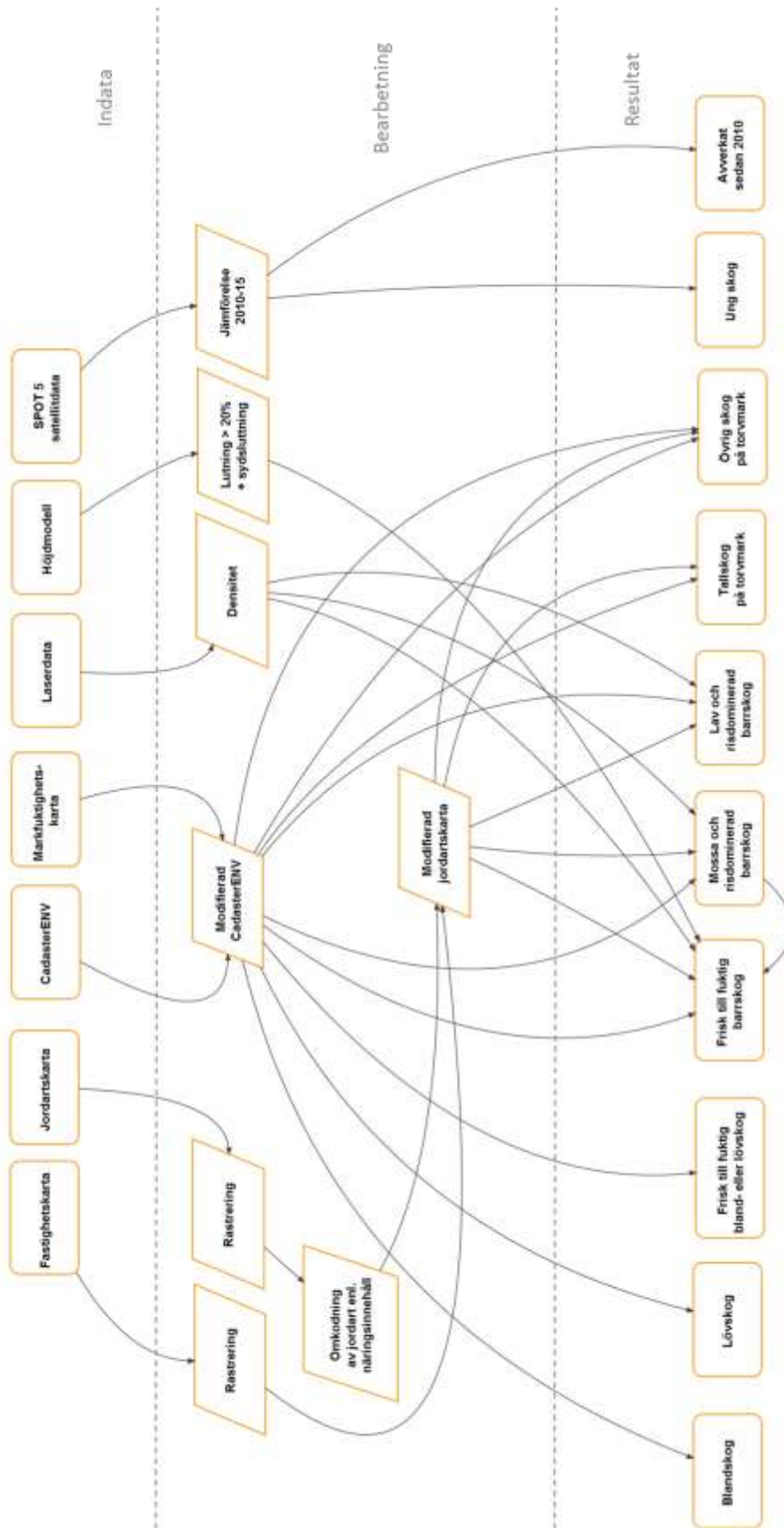
3.3.2 Ungskog

Landskapet i Sverige kännetecknas av stor inblandning av avvercade ytor i olika stadier av återväxt. Dessa ytor kommer ur bränslesynpunkt variera stort beroende till exempel på om och vilken typ av vegetation som har planterats och hur marken har beretts.

I metodutvecklingen har yngre skogar karterats i studieområdena genom att jämföra värden i det mellaninfraröda bandet i satelliten SPOT5 under 2010-15. Mörkare färg innebär att skogen uppvisar tillväxt och därför har botten- och fältskiktsförhållanden som är oklara.



Figur 6: Exempel på klassen Ungskog. Utanför Lundsborg, Östergötland. Foto: Carl Gilljam



Figur 7: Flödesschema för kartering av markvegetation i skog

3.3.3 Mossa och risdominerad barrskog

Mossa är den mest dominerande vegetationstypen i bottenskiktet i barrskogar i Sverige och förekommer över hela landet. Mossor kan delas in i flera underarter men metodutvecklingen inom detta projekt har fokuserat på att identifiera generella habitatförutsättningar som ger upphov till mossdominerad mark oavsett art. Som tidigare kunskap visar (avsnitt 2.2) har typen av mossa mindre betydelse för brandspridning.

Att dela upp vilka marker som består av ren mossa eller mossa blandat med olika typer av ris (till exempel blåbär eller lingon) bedömdes som svårt oavsett teknik och därför blev målsättningen att skilja mellan mossa-risdominerade marker och mer örtrika barrskogar. Eftersom örtväxter generellt brinner sämre än risväxter bedömdes detta som en relevant uppdelning.

Mossa- och risdominerade barrskogar tas fram genom att kombinera följande information:

- Tallskog, blandbarrskog eller granskog i CadasterENV
- Näringsrik jordart (till exempel morän eller lera)
- Krontäckning över 75 %

Krontäckningsmättet hjälper till att utesluta marker där örtväxter kan etablera sig då dessa kräver ett högre ljusinsläpp.



Figur 8: Exempel på klassen Mossa och risdominerad barrskog. Stockmossens naturreservat, Östergötland. Foto: Carl Gilljam

3.3.4 Lav och risdominerad barrskog

Lavdominerade marker är särskilt intressanta ur ett bränsleperspektiv. Till skillnad från mossor växer lavar och relaterade risarter (till exempel ljung) generellt på magrare och torrare marker och torkar lätt ut vid rätt väderförhållanden. Därför kan en brand spridas fort i dessa miljöer.

Talldominerade habitat sammanfaller ofta med lavmarker då dessa arter har konkurrenskraft i liknande miljöer. I det Kanadensiska bränslesystemet FBP är gran på lavmark (C1) en klass. Motsvarande naturtyp finns inte i någon betydande omfattning i Sverige. Därför utesluts granskogar som potentiellt lavdominerade. Följande information används för att ta fram lav och risdominerade barrskogar:

- Tallskog eller blandbarrskog i CadasterENV
- Näringsfattig jordart (till exempel urberg eller sand)
- Krontäckning under 75 %



Figur 9: Exempel på klassen Lav och risdominerad barrskog. Lovön, Stockholm. Foto: Carl Gilljam

3.3.5 Bland- och lövskogar

Som tidigare kunskap visar (se avsnitt 2.2) finns det osäkerhet i hur lövförna i en blandskog påverkar botten- och fältskikt. I CadasterENV är klassen "Blandskog" definierad som skog där lövträd utgör 30-70 % av det totala beståndet. Inom klassen finns därför en stor variation i mängden lövförna. Fortsatt forskning är nödvändig för att definiera vilka gränsvärden som är av betydelse för att påverka en brand. I den testkartering som levererats till MSB inom detta projekt har klassen blandskog från CadasterENV använts utan modifikation.

Rena lövbestånd växer generellt i mer näringsrika och örtrika miljöer och kan agera som brandstopp. Marken under lövträd består överlag av olika örtväxter som till exempel gräs. Skillnader finns i hur olika typer av fallna löv på marken brinner, men lövskogar får betecknas som överlag mindre brandbenägna. Klassen "Lövskog" i testkarteringen är en sammanslagning av tre lövskogsklasser i CadasterENV (triviallöv, ädellöv och potentiell ädellöv).



Figur 10: Exempel på klassen Blandskog. Lovön, Stockholm. Foto: Carl Gilljam

Under hösten har Metria parallellt utvecklat metoder för att förbättra klassningen av individuella lövarter och mängden lövträd som växer i blandade bestånd. Det finns därför möjlighet att fortsätta metodutvecklingen inom klasserna blandskog och lövskog för att uppnå ett relevant resultat för brandspridning.

3.3.6 Friska till fuktiga skogar

I skogsmark med relativt högre fukthalter finns det förutsättningar för ett välutvecklat fältskikt med olika typer av örtväxter. Högre fuktighet innebär också att marken inte torkar ut lika snabbt under varmt och torrt väder. Identifiering av fuktigare skogar kan därför vara betydelsefullt för att hitta potentiella brandstopp.

All skogsmark i CadasterENV som överlappar friska, frisk-fuktiga eller fuktiga ytor i Markfuktighetskartan blir omkodade till potentiellt frisk till fuktig barr- eller lövskog i karteringen. Potentiellt frisk till fuktig blandskog hanteras i detta steg som en del av lövskogen då markvegetationen i dessa miljöer sannolikt mer liknar rena lövbestånd.

Översilning av grundvatten på sydsluttningar kan också påverka fukthalten i marken. Barrskogar som växer i dessa miljöer kommer att få ett potentiellt rikare fältskikt. Denna variabel är inte inräknad i Markfuktighetskartan och därför har en separat analys gjorts för att kompensera för detta.



Figur 11: Exempel på klassen Frisk till fuktig löv- eller blandskog. Lovön, Stockholm. Foto: Carl Gilljam

Lantmäteriets höjdmödel med 2 meters upplösning används för att hitta ytor som har en sydsluttning på över 20 %. Dessa ytor generaliseras och mark klassad som mossa och risdominerad barrskog som överlappar resultatet kodas om till Frisk till fuktig barrskog i klassningen.

3.3.7 Skog på torvmark

Skog som växer på torvdominerade marker uppvisar stor variation och kan ha botten- och fältskikt som går från ren mossa till örtrika marker. Målsättningen i metodutvecklingen har varit att skilja mellan talldominerade torvmarker och övriga torvmarker. Torvytor där tallen etablerar sig ligger över grundvattennivån och torkar därmed ut snabbare under gynnsamma väderförhållanden.

Torvmarker med stor andel tallskog tas fram genom att kombinera torvmarker i Jordartskartan som har modifierats med Fastighetskartans sankmarkskartering med klassen tallskog från CadasterENV. Annan typ av skog på torvmarker tilldelas klassen Övrig skog på torvmark i karteringen. Värde att skilja mellan skog på och inte på torvmark ligger i att detta möjliggör olika analyser av hur stor sannolikheten för uttorkning är i marken.



Figur 12: Exempel på klassen Tallskog på torvmark. Utanför Lundsborg, Östergötland. Foto: Carl Gilljam

3.3.8 Sammanlagring

Sammanlagring av de olika klasserna sker i prioritetsordning, där den första klassen blir överordnad nästa klass. Ordningen i testkarteringen är:

1. Ungskog
2. Avverkat sedan 2010
3. Tallskog på torvmark
4. Övrig skog på torvmark
5. Mossa och risdominerad barrskog
6. Lav och risdominerad barrskog
7. Frisk till fuktig barrskog
8. Blandskog
9. Lövskog
10. Frisk till fuktig löv- eller blandskog

Kontextuell klassning av vegetation på hyggen sker inom den öppna marken. I skikt med klassning i skogsmark redovisas endast var inom skogen hyggen upptagna mellan cirka 2010-15 finns. Resultatet generaliseras i olika nivåer beroende på om det skall användas för analys och utvärdering alternativt visualisering i en karta. Basprodukten i raster är generaliserad till minsta karteringsenhet 0,1 ha.

3.4 Kartering av vegetationsbränsle i öppen mark

Öppna marker som potentiellt är vegetationsklädda delas i CadasterENV in i tre olika klasser:

- Åkermark (kod 3)
- Öppen våt mark (kod 2)
- Övrig öppen mark med vegetation (kod 42)

I den initiala produktionen användes hyggen yngre än 5 år som en klass i karteringen av fältskikt i skog. Fortsatt metodutveckling och utvärdering i fält visar att denna hårda gräns med ålder inte är användbar för att göra en kartering av vegetationsutveckling på hyggen på nationell nivå eftersom markberedning och klimatologiska förutsättningar varierar. Metodutveckling för kartering av hyggen flyttades därför till den öppna marken i detta projekt.

Med information från tidigare projekt (se avsnitt 2.2) och erfarenhet från möjligheter att klassificera öppen mark togs följande klasser fram för testkarteringen:

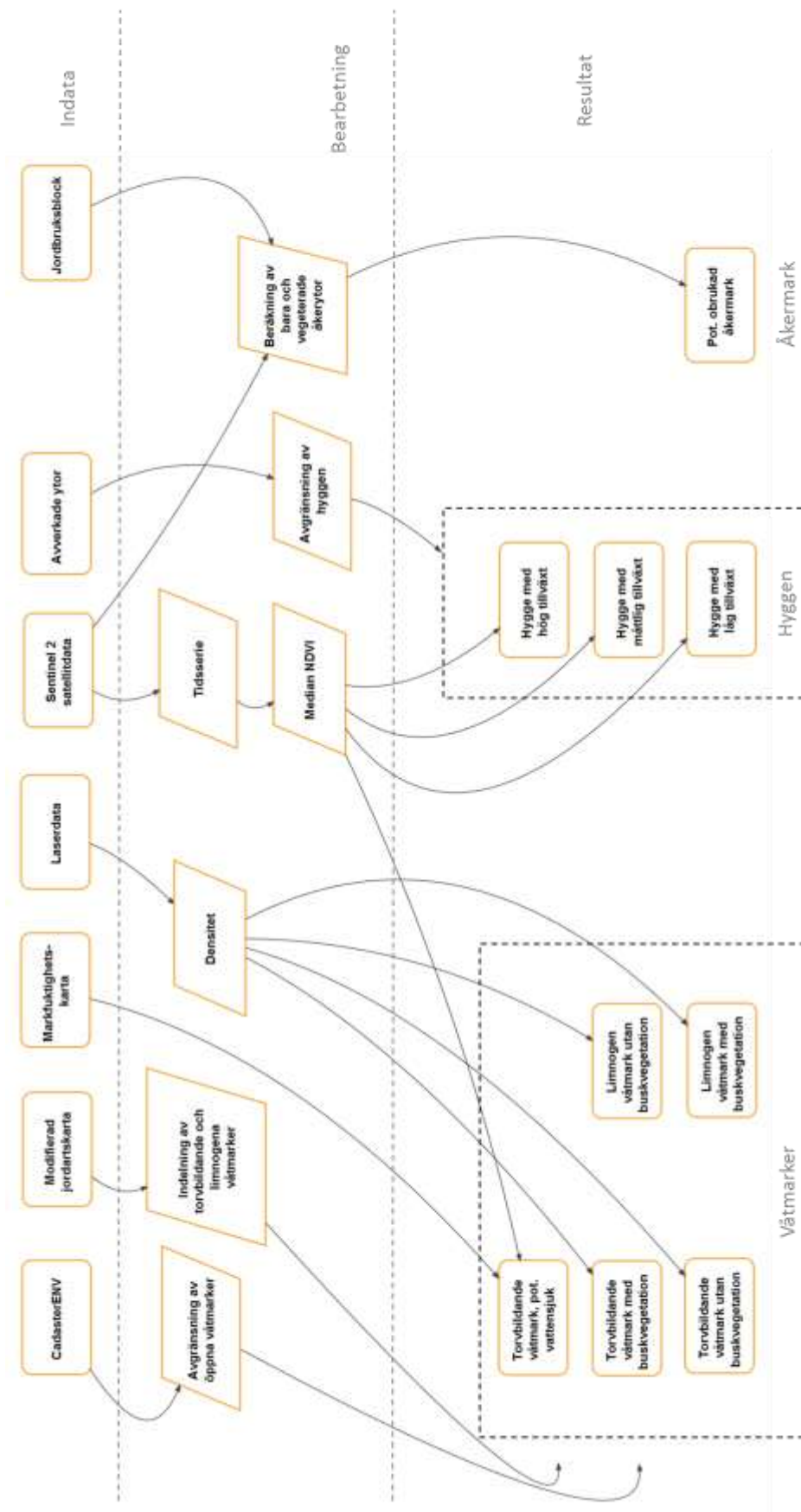
Kod i leverans	Kategori	Klass
21	Öppen våtmark	Torvbildande våtmark med buskvegetation
22	Öppen våtmark	Torvbildande våtmark utan buskvegetation
23	Öppen våtmark	Torvbildande våtmark, vattensjuk säsongvis
24	Öppen våtmark	Limnogen våtmark med buskvegetation
25	Öppen våtmark	Limnogen våtmark utan buskvegetation
31	Åkermark	Potentiellt obrukad åkermark
141	Hygge	Bart eller glest hygge
142	Hygge	Hygge med måttlig återväxt
143	Hygge	Hygge med hög tillväxt

Klasskoderna har definierats för att passa in i nuvarande kodschema i CadasterENV.

3.4.1 Förbearbetning av indata

För att möjliggöra analys av vegetationsbränsle i öppna marker har förbearbetningar av indata gjorts:

- Satellitbilder från Sentinel 2A insamlade under 2015-16 korrigeras geometriskt i koordinatsystemet SWEREF 99 för att möjliggöra jämförelser.
- Satellitbilder från Sentinel 2A sammanslagna i en tidsserie används för att räkna fram median-NDVI för varje studieområde.
- Öppna våta marker från CadasterENV delas in i torvbildande och limnogen genom att analysera mot samma modifierade Jordartskarta som användes i klassningen av markvegetation i skogsmark.



Figur 13: Flödesschema för kartering av markvegetation i öppna marker

3.4.2 Öppen våtmark

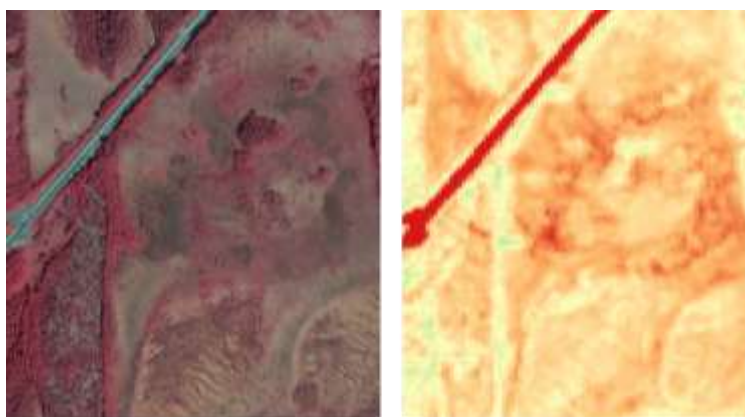
Våtmarker har stor variation i fuktbalans under året och kan skifta från mycket blöta till mycket torra beroende på väderförhållanden och vattenbalans i landskapet. Därför är det viktigt att på en karta och i modeller indikera vilken typ av våtmark som avses och hur denna potentiellt reagerar under olika väderförhållanden. Generellt torkar kanter längs våtmarker ut snabbare och bränder kan därför gå runt i en båge. Korrekt avgränsning av våtmarker är därför också av vikt, och metoder för bättre avgränsning har utvärderats inom parallell metodutveckling på Metria under 2016 (se avsnitt 6.6) men har inte integrerats i testkarteringen.

Inom projektet delas våtmarker upp i torvbildande, vilka primärt får vatten från nederbörd och limnoga vilka bildas längs vattendrag och i marina miljöer, genom att använda kombinerad information från CadasterENV och SGUs Jordartskarta. Metrias version av Jordartskartan som har modifierats med hjälp av Fastighetskartans sankmarkskartering används för att bättre skatta förekomsten av torvbildande våtmarker i studieområdena. Öppna våta marker (klass 2) i CadasterENV som överlappar klassen torv i jordartsinformationen klassas som torvbildande våtmarker, övriga våta marker klassas som limnoga våtmarker i karteringen.

Torvbildande våtmarker delas i projektet in i ytor med eller utan buskvegetation, vilket ger en potentiell indikation till hur fast ytan är och därmed känslig för uttorkning. Buskvegetationen på våtmarkerna mäts med laserdata genom att ta ut pixlar med en vegetationsdensitet högre än 0 % från samma skikt som används för att mäta ljusinsläpp i skogsmark.

Limnoga våtmarker delas upp i busklädda och icke busklädda ytor med samma teknik som för de torvbildande våtmarkerna.

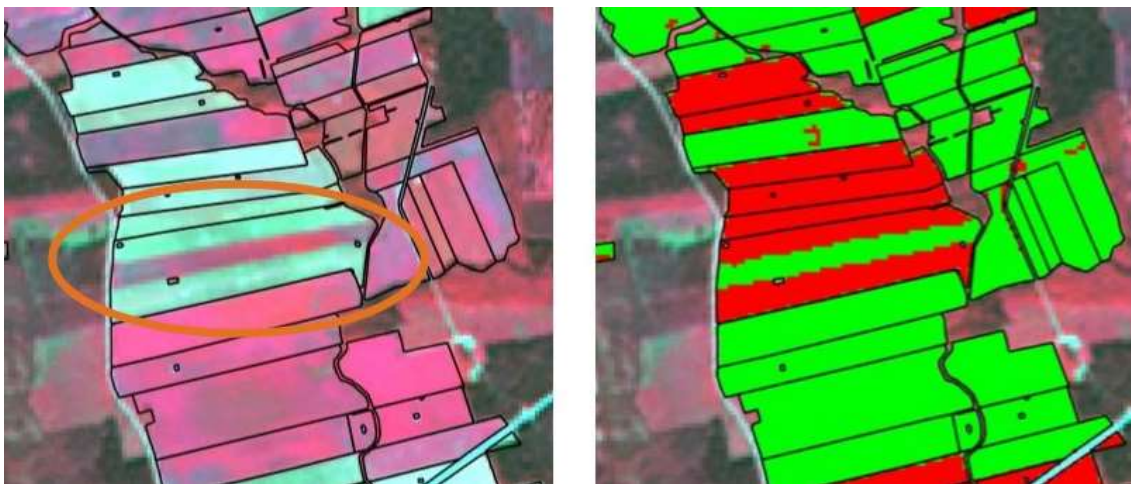
Fuktbalansen i torvbildande våtmarker mäts genom att använda Markfuktighetskartan samt genom att arrangera satellitbilder från Sentinel 2 i en tidsserie och ta fram de lägsta NDVI-värden som uppmätts under tidsperioden. Lägre värden indikerar att marken täcks av vatten delvis under året och därför vattensjuk periodvis. Detta ger en indikation om markens framkomlighet. Vegetationen på dessa ytor liknar potentiellt mest torvbildande våtmarker utan buskvegetation och består därför primärt av mossor och ris- eller örtväxter. Resultat av karteringen i våtmarker generaliseras till minsta karteringsenhet 1 ha.



Figur 14: Kartering av potentiellt vattensjuk torvbildande våtmark. Bilden till höger visar median av NDVI-värden i en tidsserie med Sentinel 2-scener. Djupare röd färg indikerar lägre NDVI-värden och högre sannolikhet för förekomst av vatten vid markytan vid olika tillfällen i tidsserien. Hårdgjorda ytor som vägar får också låga NDVI-värden. Umeå kommun, Västerbotten

3.4.3 Åkermark

Metria har utvecklat en metod som använder blockavgränsningar från Jordbruksverkets databas och Sentinel 2-scener för att automatiskt klassa ytor som är täckta av vegetation eller plöjda/skördade. Metoden bygger på att använda medelvärden på NDVI inom blocken och därmed sätta ett tröskelvärde för var gränsen för vegetationsfria ytor ligger i varje individuell scen. Denna tröskel kommer att variera beroende på faktorer som datum och fuktbalans.



Figur 15: Exempel på analys av vegetation i åkermark med satellitdata. Sentinel 2-scenen till vänster visar att ett åkerblock (svart gräns) är uppdelat i områden med och utan vegetation (rosa färg indikerar vegetation). Metrias kartering till höger visar vegetation i grönt och bar mark i rött. Umeå kommun, Västerbotten

Med tillräckligt många scener i följd kommer åkerblock som är kontinuerligt vegetationsklädda under ett år att framträda och denna information kan användas för att lägga till klass 31 i karteringen.

I metodutvecklingen har mindre geografiska fönster med obrukad åkermark inom studieområdena karterats (se Figur 4) eftersom metoden bygger på tillgänglighet till molnfria satellitdata. Sannolikheten att få tillgång till molnfria data från Sentinel 2 ökar när Sentinel 2B skjuts upp under 2017.

3.4.4 Hyggen

Under metodutvecklingen för kartering av skogsmark framkom att vegetationsutveckling på hyggen inte kan bestämmas enbart baserat på tid sedan avverkning. Detta beror på skillnader i underliggande markförhållanden, typ och mängd skog som har avverkats och fortsatt markskötsel, till exempel plöjning eller plantering.

Eftersom hyggen utgör en betydande andel av den totala markytan i Sverige och med stor sannolikhet kommer att vara en faktor i större bränder är det av vikt att ta fram metoder som mäter hyggen utifrån deras relativa vegetationsegenskaper. Inom projektet har Skogsstyrelsens vektorskikt med faktiskt avverkade ytor sedan cirka 2000 använts för att avgränsa hyggen, och bilder från Sentinel 2 i tidsserie från 2016 har analyserats för att med median NDVI som mått mäta mängden vegetation som finns i hyggesmark på pixelnivå.



Figur 16: Analys av vegetation på hyggen. Bakgrunden visar median av NDVI-värden i en tidsserie med Sentinel 2-bilder. Skogsstyrelsens hyggesmask visas med blå ram. Hyggen med rödare färg har lägre andel vegetation, hyggen med grönare färg högre andel vegetation. Linköpings kommun, Östergötland

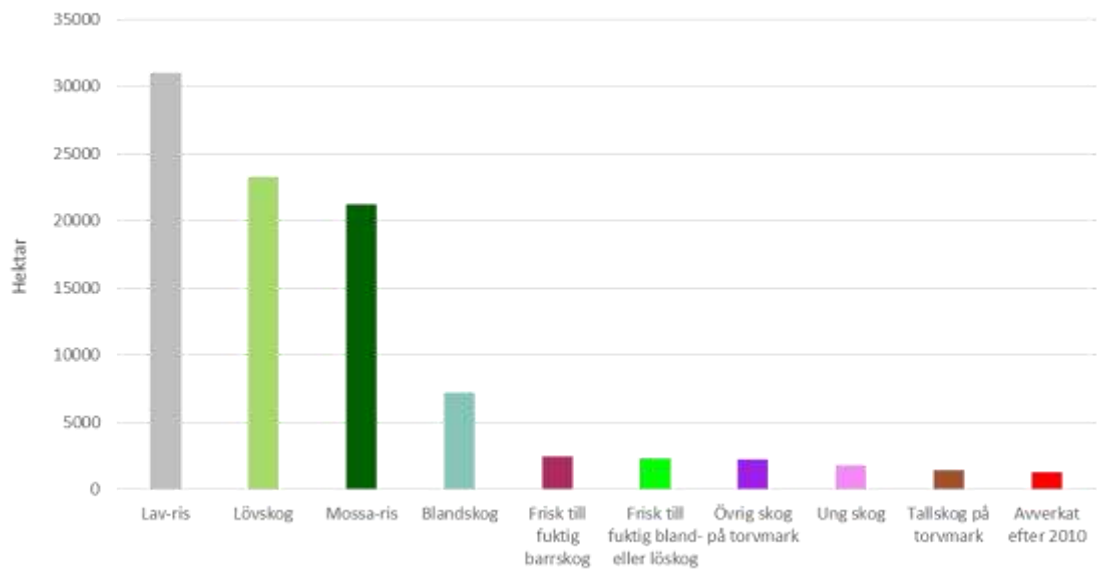
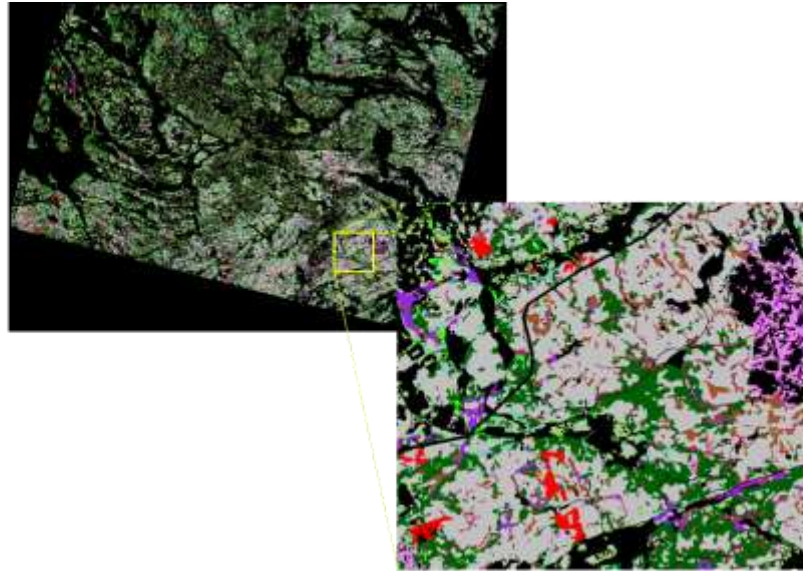
Informationen delas in i tre klasser, från relativt bart till måttlig återväxt till hög återväxt. Skogsstyrelsens hyggesmask används sedan för att räkna fram den mest förekommande klassen inom varje hygge vilket genererar ett slutresultat där varje individuellt hygge är kategoriserat utifrån vegetationsförekomst.

4 Resultat

Resultaten av karteringar i skog och öppen mark produceras som raster med minsta karteringseenhet 1 ha samt som generaliserade vektorfiler för översiktlig visualisering.

4.1 Skogsmark

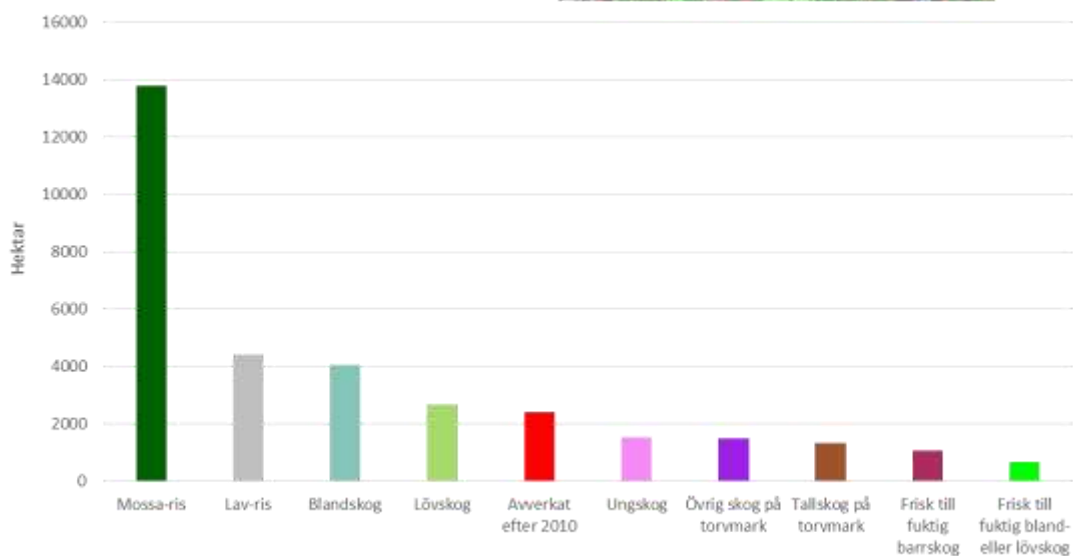
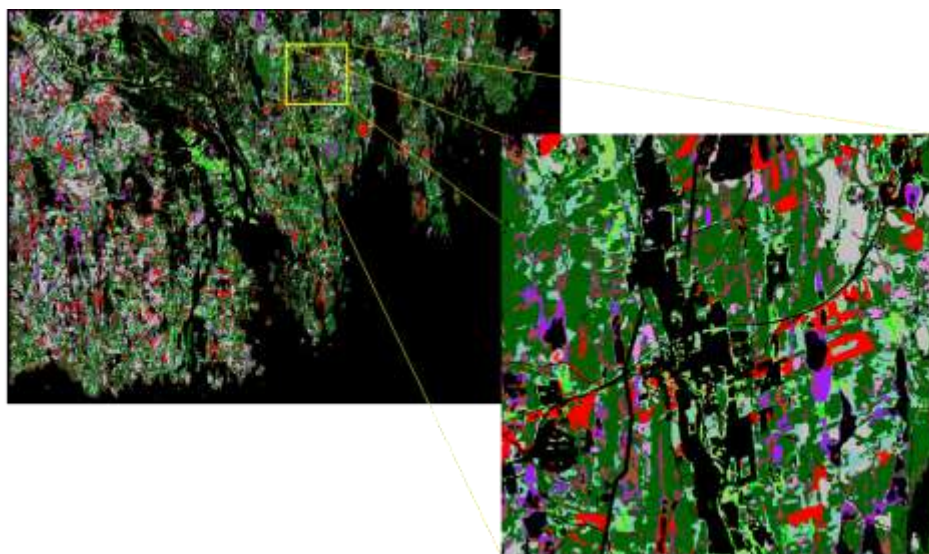
Karteringsresultaten i de tre studieområdena visar att deras olika karaktärer har fångats upp i klassningen. Stockholm har ett stort inslag av lav och risdominerade barrskogar (lav-ris) på grund av det karga sprickdalslandskapet i de södra delarna av studieområdet, men längre norrut där moränmarker dominerar är karteringen mer präglad av lövträd och mossa och risdominerade barrskogar. Hyggen och ungskogar finns inte i någon betydande omfattning i studieområdet i Stockholm.



Figur 17: Karteringsresultat i rasterformat inom skogsmark i Stockholms län. Detaljvyn visar området i Haninge kommun som besöktes i fält. Diagrammet visar fördelning av klasser inom hela studieområdet

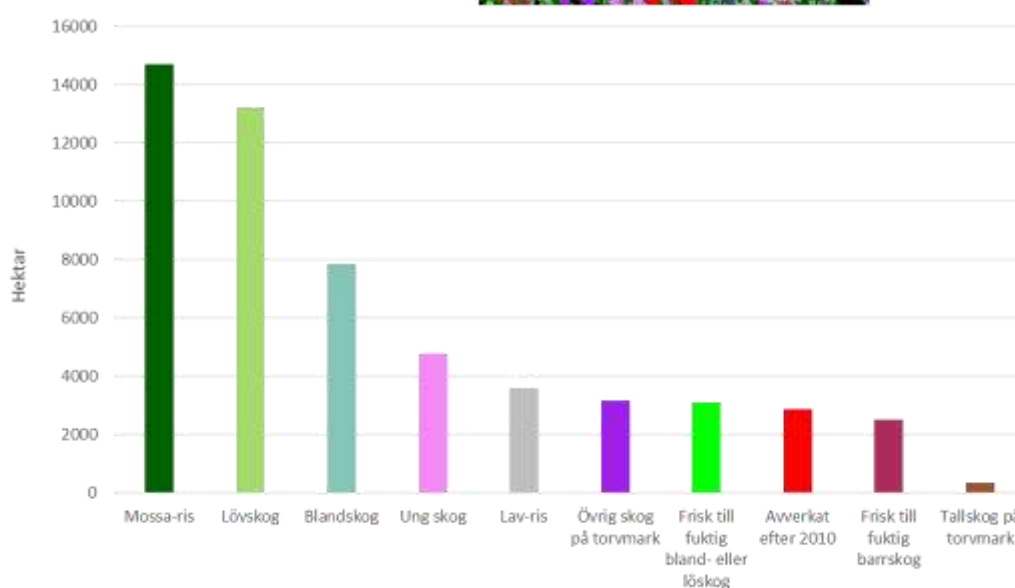
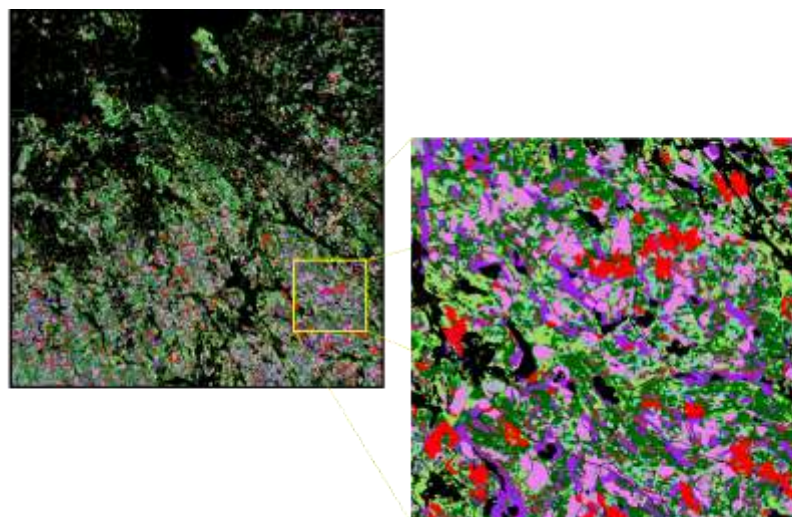
I Västerbotten finns också ett stort inslag av yngre skogar och hyggen, men överlag är det kraftig dominans av klassen mossa och risdominerade barrskogar (mossa-ris), särskilt i de östra delarna av studieområdet. I de västra delarna finns mer lavrika marker (lav-ris).

Jämfört med studieområdena i Stockholm och Östergötland är lövdominerade marker relativt ovanliga i Västerbotten.



Figur 18: Karteringsresultat i rasterformat inom skogsmark i Västerbottens län med detaljvy. Diagrammet visar fördelning av klasser inom hela studieområdet

Studieområdet i Östergötland består av generellt bördigare marker, och detta är tydligt i karteringen där klasser som bygger på mer näring i Jordartskartan dominerar. Studieområdet har ett relativt stort inslag av yngre skogar. Till skillnad från studieområdet i Stockholm, där lav och risdominerade barrskogar var den största klassen visar resultatet i Östergötland att lavmarker är relativt ovanliga och att mossa och risdominerade barrskog istället är den mest frekventa klassen.

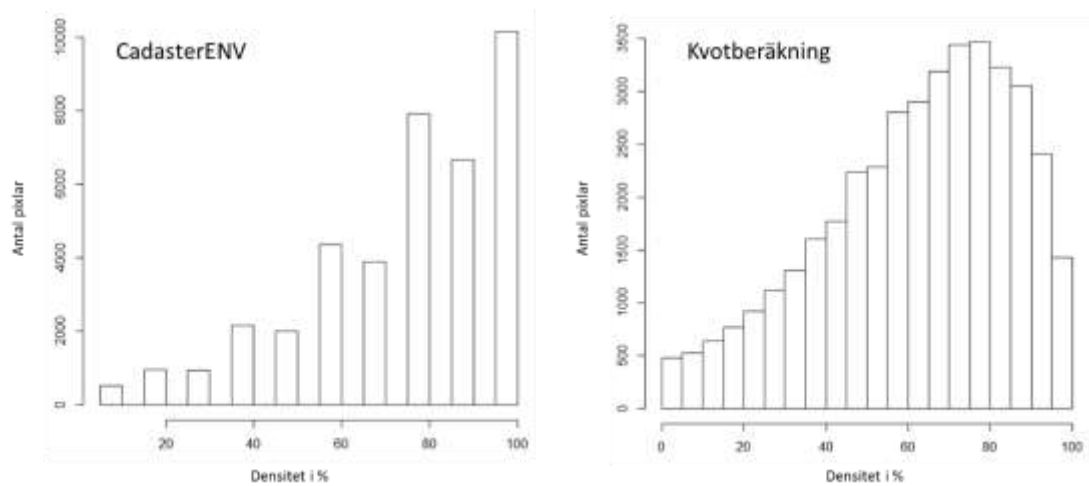


Figur 19: Karteringsresultat i rasterformat inom skogsmark i Östergötlands län. Detaljvyn visar delvis Stockmossens naturreservat som besöktes i fält. Diagrammet visar fördelning av klasser inom hela studieområdet

4.1.1 Analys av krontäckning

Krontäckningsmättet som används i CadasterENV och som levereras som attribut i den färdiga produkten är framtaget för att skapa en optimal skogsavgränsning, men ger en missvisande bild av den faktiska krontäckningen. Eftersom en hög detaljnivå i krontäckningsinformation krävs för att skilja mellan olika typer av markvegetation i skogen använde Metria istället en kvotberäkning av höjdvärden i laserdata från Lantmäteriet. Figur 20 visar fördelningen av densitetsvärden i de olika datakällorna inom ett mindre studieområde i Stockholms län.

I CadasterENV överskattas krontäckningen och en majoritet av pixlar i utsnittet får 100 % densitet, det vill säga att inget ljus når ned till markytan. I kvotberäkningen ligger majoriteten av pixlarna kring 70-75 %.



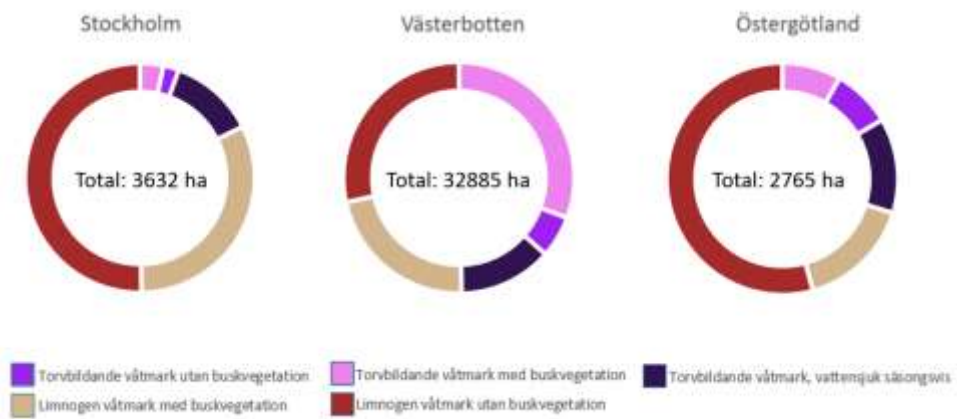
Figur 20: Jämförande diagram mellan fördelning av krontäckningsvärden i CadasterENV och kvotberäkningen som använts i detta projekt. Exemplet är taget från en del av Tyresta nationalpark, Haninge kommun, Stockholm

4.2 Öppen mark

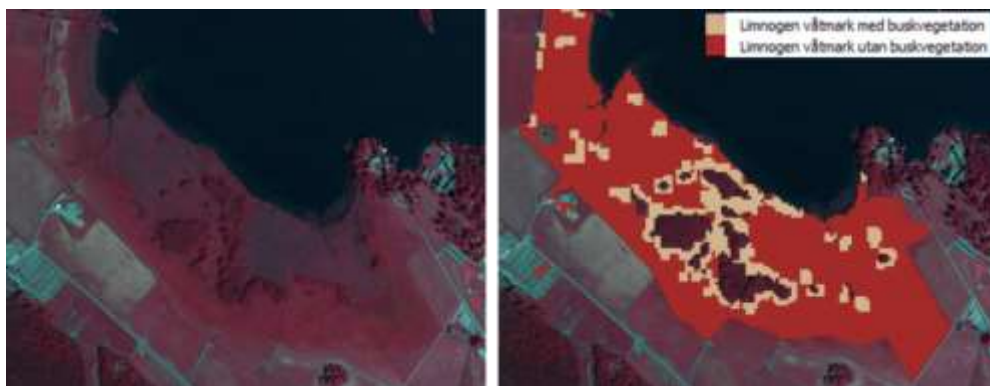
Med undantag för åkermark har den öppna marken karterats i samma studieområden som skogen. I leveransen av testkartering till MSB har tre skikt (våtmark, hyggen och åkermark) för varje separat studieområde inkluderats.

4.2.1 Våtmark

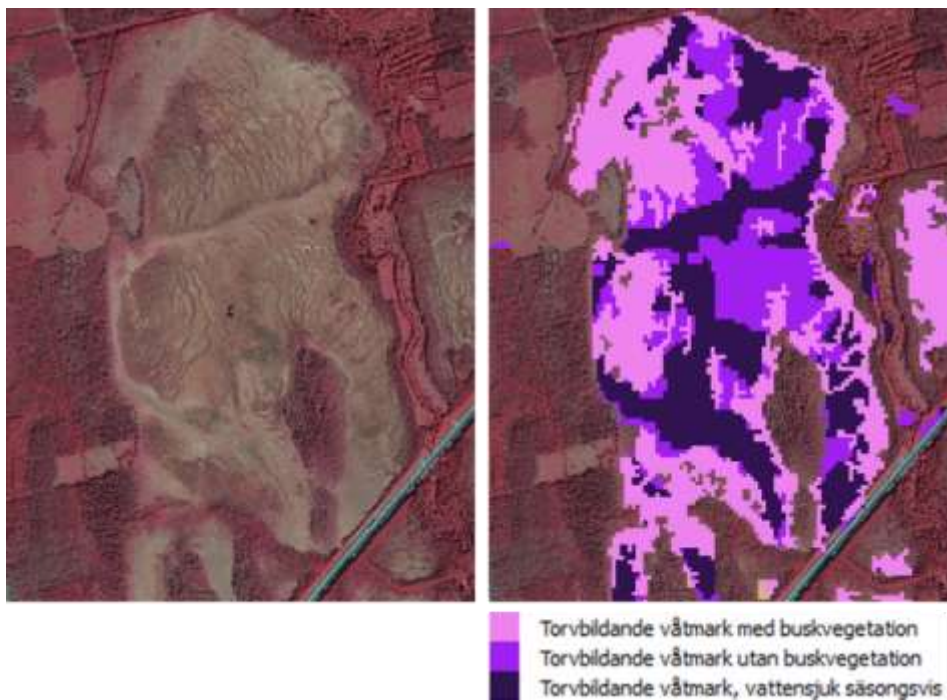
Karteringen av våtmarker visar att limnoga våtmarker dominerar i studieområdena i Stockholm och Östergötland. I Västerbotten är drygt hälften av alla våtmarker torvbildande, och en majoritet av dessa är också buskklädda. Den totala ytan våtmarker i Västerbotten belyser också vikten av att korrekt kartera dessa marker utifrån ett brandperspektiv.



Figur 21: Fördelning av våtmarksklasser i studieområdena samt total areal öppen våtmark



Figur 22: Exempel på klassning av limnogen våtmark, Ekerö kommun, Stockholm. Hål inom våtmarken innehåller träd över 5 meter i höjd och är klassade som skog i CadasterENV



Figur 23: Exempel på klassning av torvbildande våtmark. Umeå kommun, Västerbotten

4.2.2 Hyggen

Förekomst av hyggen är förhållandevis stor i Östergötland vilket visar att studieområdet är präglad av intensivt skogsbruk. I Stockholm finns en förhållandevis hög andel hyggen med låg tillväxt, vilket troligen beror på att många av dessa ytor exploateras och därför inte regenererar någon vegetation. I samtliga studieområden dominerar hyggen med hög nivå av tillväxt. Notera att en annorlunda tröskel för vegetation har använts i Västerbotten för att kompensera för skillnader i klimatologiska förutsättningar.



Figur 24: Fördelning av hyggesklasser i studieområdena. Notera att den totala hyggesarealen i respektive studieområde överskrider arealen i klassen "Avverkat sedan 2010" i karteringen av skogsmark, vilket beror på att samtliga hyggen sedan cirka 2000 i Skogsstyrelsens databas har använts i analysen av hyggen som öppen mark



Figur 25: Exempel på kartering av vegetation på hyggen i tre klasser. Linköpings kommun, Östergötland

4.2.3 Åkermark

Kvaliteten på kartering av åkermark utifrån vegetationstillstånd beror på tillgång till scener från Sentinel 2 i en snäv tidsserie. I flera fall är det fyra veckor eller mer tid mellan scener i de tidsserier som använts i detta projekt.

Tabell 1: Fördelning av klasser i kartering i jordbruksmark i studieområdena.

	Stockholm	Västerbotten	Östergötland
Total area åkermark i analysområde	8906,78 ha	2625,53 ha	22167,79 ha
Bar åker i hela tidsserien	428,66 ha	65,18 ha	505,15 ha
Vegetationsklädd åker i hela tidsserien	2532,98 ha	117,32 ha	2066,86 ha



Figur 26: Kartering av kontinuerligt vegetationsklädda åkerytor (grön ram) och kontinuerligt bara ytor (röd ram) i en tidsserie från maj till september 2016 med scener från Sentinel 2. Många omgivande block visar på skifte mellan bart och vegeterat tillstånd i dessa två bildexempel. Linköpings kommun, Östergötland

5 Utvärdering

Metrias kartering av botten- och fältskikt i skog utifrån brandegenskaper har utvärderats dels i fält och dels statistiskt mot tillgängligt referensmaterial. Fältsbesöken var framför allt tänkta att ge Metria och MSB en känsla för karteringens "look-and-feel" i studieområdena.

Karteringen i öppen mark har utvärderats genom flygbildstolkning av ett antal slumpade ytor. För både utvärdering av skog och öppen mark har arbetet utförts av personer som inte har varit inblandade i framtagning av klassning och kartering.

5.1 Fältbesök

Tre stycken fältdagar med besök på olika lokaler i Östergötlands och Stockholms län arrangerades av Metria. Besök i studieområdet i Västerbotten var en del av den initiala genomförandeplanen, men avskrevs på grund av snöfall under november då ett besök hade varit aktuellt.

Under fältbesöken användes olika kartmaterial som stöd. Dessa finns bifogade i Bilaga 4.

5.1.1 Östergötlands län

Två lokaler i Östergötland besöktes den 12 oktober 2016 av Leif Sandahl, MSB, Carl Gilljam och Esmeray Elcim, Metria. Lokal 1 ligger inom Stockmossens naturreservat i Åtvidabergs kommun och lokal 2 strax utanför Lundsborg i Linköpings kommun.

Delar av fältlokaler var hårt brukade vilket innebar att karteringen i vissa lägen uppfattades som otillräcklig. Problematiken med kartering av yngre skogar blev på många platser tydlig. Eftersom landskapet i studieområdet i karaktäriseras av stor variation av naturtyper på små ytor finns det också brister i klassningen av trädslag i CadasterENV, vilket leder till ett systematiskt fel i botten- och fältskiktarteringen.

Överlag visade fältbesöket att dom väsentliga dragen i de klasser som definierats inom projektet fångas upp i karteringen. Viktiga klasser som mossa eller lav och risdominerade barrskogar och tall på torvmark upplevdes som korrekt karterade i stort.

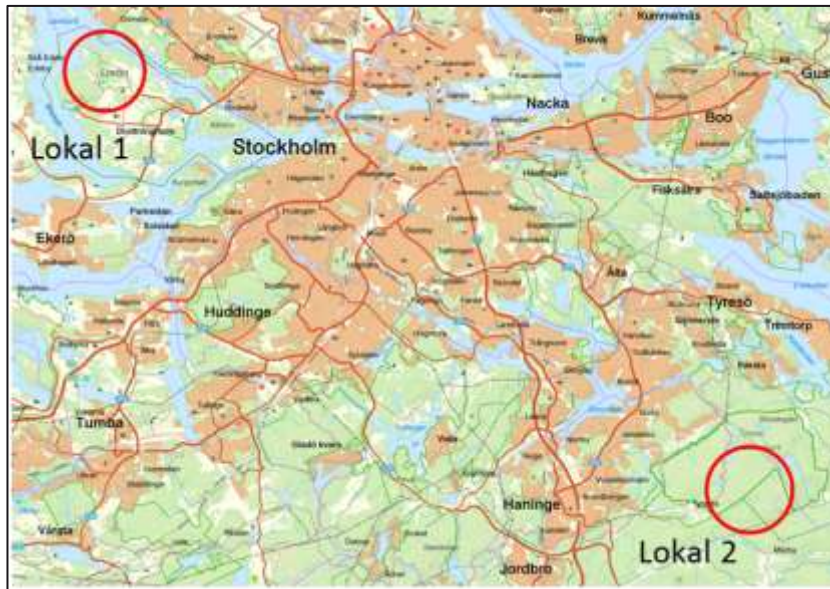
5.1.2 Stockholms län

I Stockholms län valdes två lokaler med potentiellt olika vegetationssamhällen ut för fältbesök. Lokal 1 på Lovön i Ekerö kommun karaktäriseras av moränmarker med högre näringsinnehåll än de kargare markerna dominerade av urberg som finns inom lokal 2 i Tyresta nationalpark och naturreservat i Haninge kommun.

Fältlokaler i Stockholms län var inte karaktäriserade av hårt brukad skog vilket innebar att en utvärdering av botten- och fältskikt i yngre skogar inte var möjlig.



Figur 27: Fältlokaler i Östergötlands län, markerade med röd cirkel



Figur 28: Fältlokaler i Stockholms län, markerade med röd cirkel

Lovön besöktes den 21 november 2016 av Susanne Ingvander, MSB och Carl Gilljam och Esmeray Elcim, Metria. Jämfört med lokalerna i Östergötlands län visade sig karteringen i CadasterENV stämma bättre och klassningen av botten- och fältskikt bedömdes som rimlig överlag.

Tyresta besöktes den 3 november 2016 av Leif Sandahl och Susanne Ingvander, MSB samt Carl Gilljam och Esmeray Elcim, Metria. Fältlokalen domineras av barrträd med övergångar från mossa till lavar i bottenskiktet. Karteringen hade också i denna lokal på ett bra sätt fångat upp de stora dragen i landskapet.

5.2 Statistisk utvärdering, skogsmark

5.2.1 Referensdata

Referensdata för utvärdering i skogsmark är Riksskogstaxeringens provytor (RT) och Nyckelbiotopsinventeringen (NBI) och har använts i samtliga tre studieområden.

5.2.1.1 Riksskogstaxeringen

Varje år inventeras i fält totalt cirka 11 000 provytor av Riksskogstaxeringen. Både temporära och permanenta provytor inventeras. Radien är 10 m för de permanenta ytorna och 7 m för de tillfälliga. Fem års återinventeringsintervall tillämpas för de permanenta trakterna. Två tredjedelar av stickprovet utgörs av permanenta trakter och resten är tillfälliga.

Både de permanenta och temporära provytorna användes vid utvärderingen och de variabler som valdes är:

- Fältskikt
- Bottenskikt
- Trädslag

Se vidare i Bilaga 2 för registrerade typer under respektive variabel.

För en detaljerad beskrivning av inventeringen se:

www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/ris_faltinstruktion_2016_hela.pdf

5.2.1.2 Nyckelbiotopsinventeringen

Skogsstyrelsen har sedan 1990 haft regeringens uppdrag att inventera nyckelbiotoper på privat mark. Skogsbolag och större markägare har tidigare genomfört motsvarande inventeringar på sina marker, men även dessa marker inventeras idag av Skogsstyrelsen. Nyckelbiotopsinventeringen har genomförts i hela landet med en gemensam metod. Drygt 50 olika typer av nyckelbiotoper har definierats. Vid inventeringen har alla områden bedömts, avgränsats och beskrivits i fält av specialutbildad personal.

De variabler som valdes är:

- Vegetationstyp1. Denna variabel beskriver markvegetationen/fältskiktet.

Se vidare i Bilaga 2 för registrerade typer.

För en detaljerad beskrivning av inventeringen se:

www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Skog%20och%20miljo/Biologisk%20m%C3%A5ngfald/Han_dbok%20nyckelbiotoper.pdf

Nyckelbiotopsinventeringen är till skillnad från Riksskogstaxeringen redovisad som ytor. För att skapa ett jämförbart material användes geografiska avgränsningar för NBI för att ta ut majoritetsklass ur Metrias kartering av markvegetation i skogsmark. Majoritetsklassningen jämförs sedan mot referensmaterialet.

5.2.2 Metod

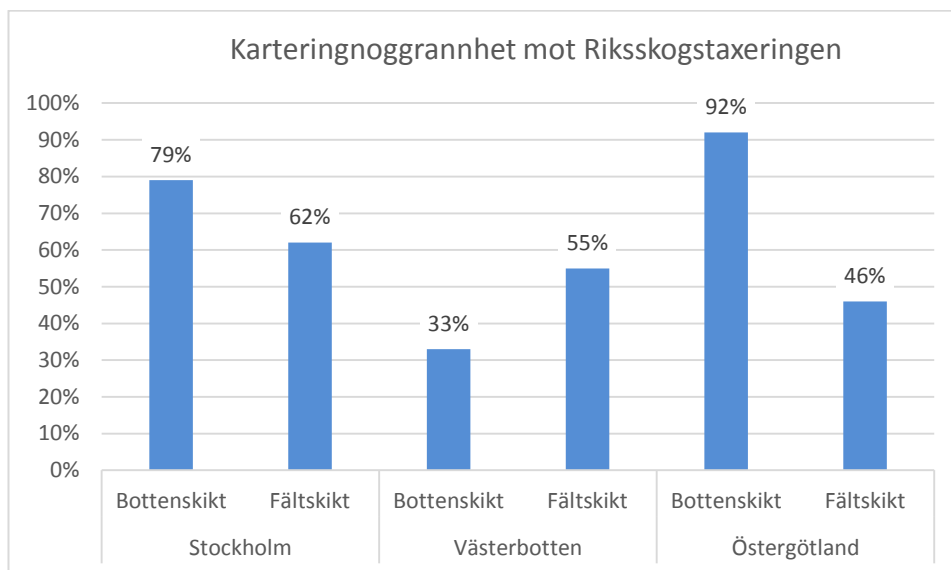
Den färdiga klassningen av vegetation i skogsmark delas upp två separata skikt: ett som representerar vegetation i botten-skiktet och ett som representerar vegetation i fältskiktet. Uppdelningen görs för att ge en bättre samstämmighet med referensmaterialet som används för utvärdering. Trädslag från CadasterENV utvärderas samtidigt för att spåra eventuella felkällor i karteringen. Alla klasser kodas om mot respektive referensmaterial för att möjliggöra en jämförelse. Omkodningstabeller för referensdata finns tillgängliga i Bilaga 2.

Alla punkter och ytor sammanställs i en felmatris som ger mått på användarnoggrannhet, producentnoggrannhet samt sammanlagd karteringsnoggrannhet. Under utvärderingen framkom att Nyckelbiotopsinventeringen inte var lämplig att använda för utvärdering av botten-skikt då klasser som är direkt jämförbara med Metrias kartering saknas i NBI.

Tabell 2: Exempel på felmatris. Utvärdering av fältskikt i Östergötland mot NBI

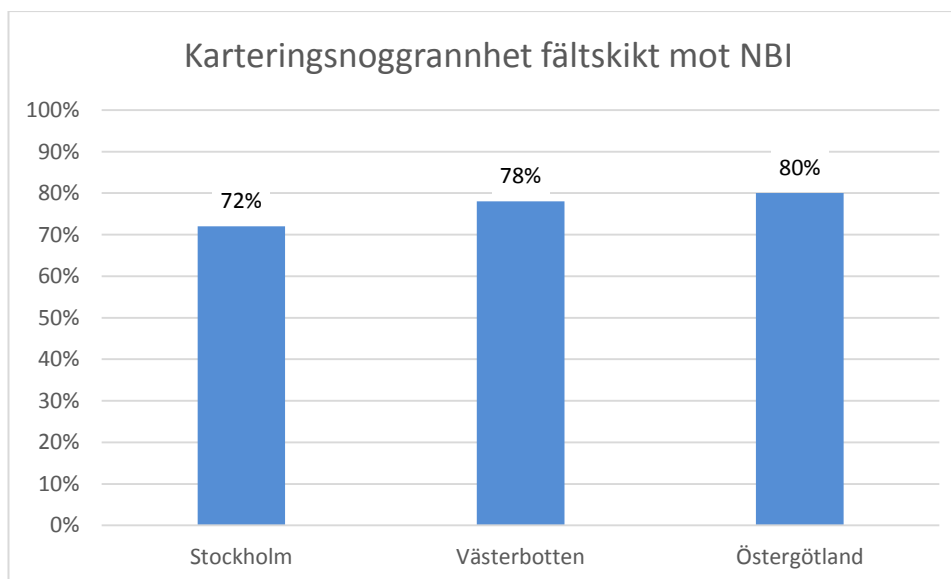
		Kartering: Metria Fältskikt (majoritet)					
		Utan fältskikt	Potentiellt ris	Potentiellt ört	Summa	Prod. noggr	
Referens: nyckelbiotop Vegetationstyp 1	Mark utan fältskikt		3	6	9	0%	
	Lavtyp		2	2	4		
	Lavrik typ		49	5	54		
	Fattigristyp			4	4		
	Kräkbär-ljungtyp		4	1	5		
	Lingontyp		18	5	23		
	Blåbärstyp		241	55	296		
	Starr-fräken	3	10	22	35		
	Smalbladig grästyp		85	107	192		
	Bredbladig grästyp	2	34	94	130		
	Lågörttyp	1	41	111	153		
	Högörttyp	2	8	44	54		
	Summa	8	495	456	959		
	Anv.noggr		0%	63%	83%		Total karteringsnoggr.

5.2.3 Resultat av utvärdering i skogsmark



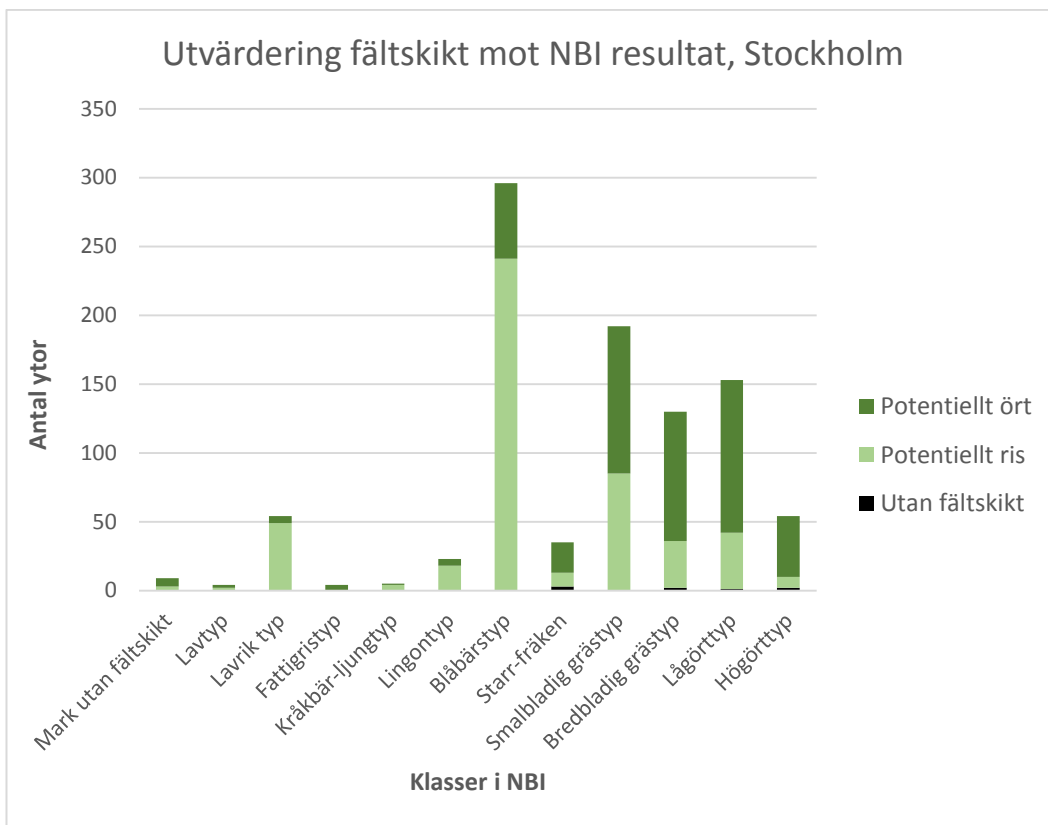
Figur 29: Utvärdering mot Riksskogstaxeringen, sammanlagd karteringsnoggrannhet

Den sammanlagda karteringsnoggrannheten av bottenskikt mot Riksskogstaxeringen visar på hög noggrannhet i Stockholm och Östergötland men låg noggrannhet i Västerbotten. Resultatet av utvärderingen av fältskikt mot Riksskogstaxeringen visar ett relativt jämnt, men något lågt, för samtliga studieområden.

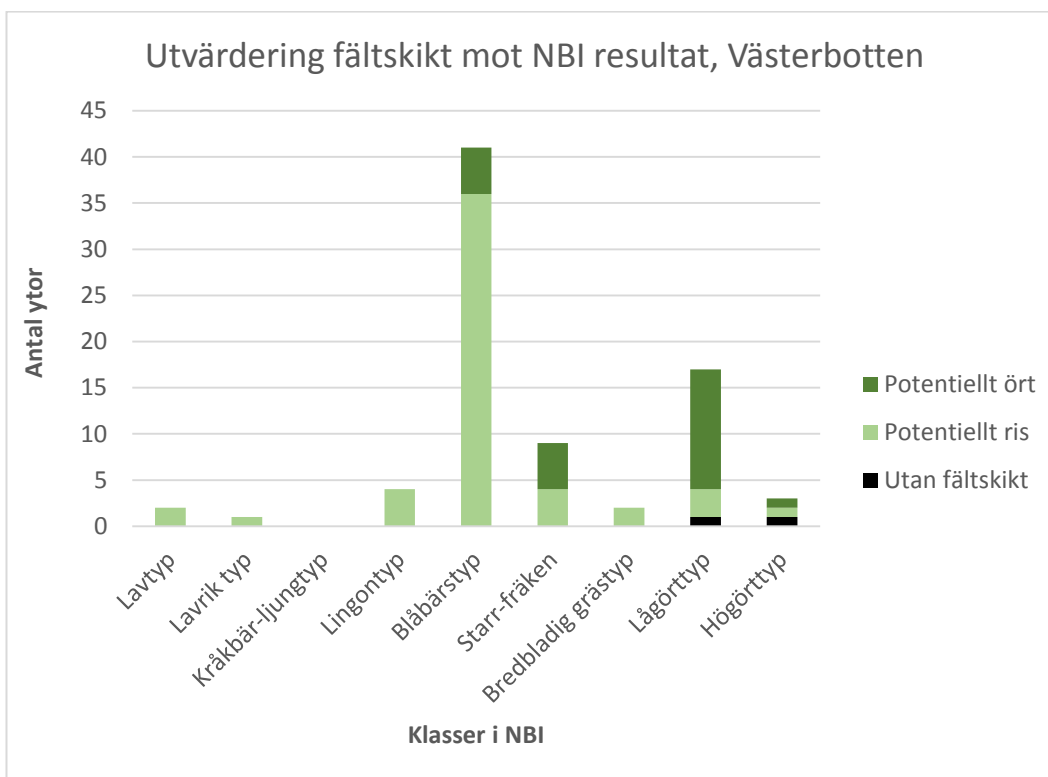


Figur 30: Utvärdering mot Nyckelbiotopsinventeringen, sammanlagd karteringsnoggrannhet

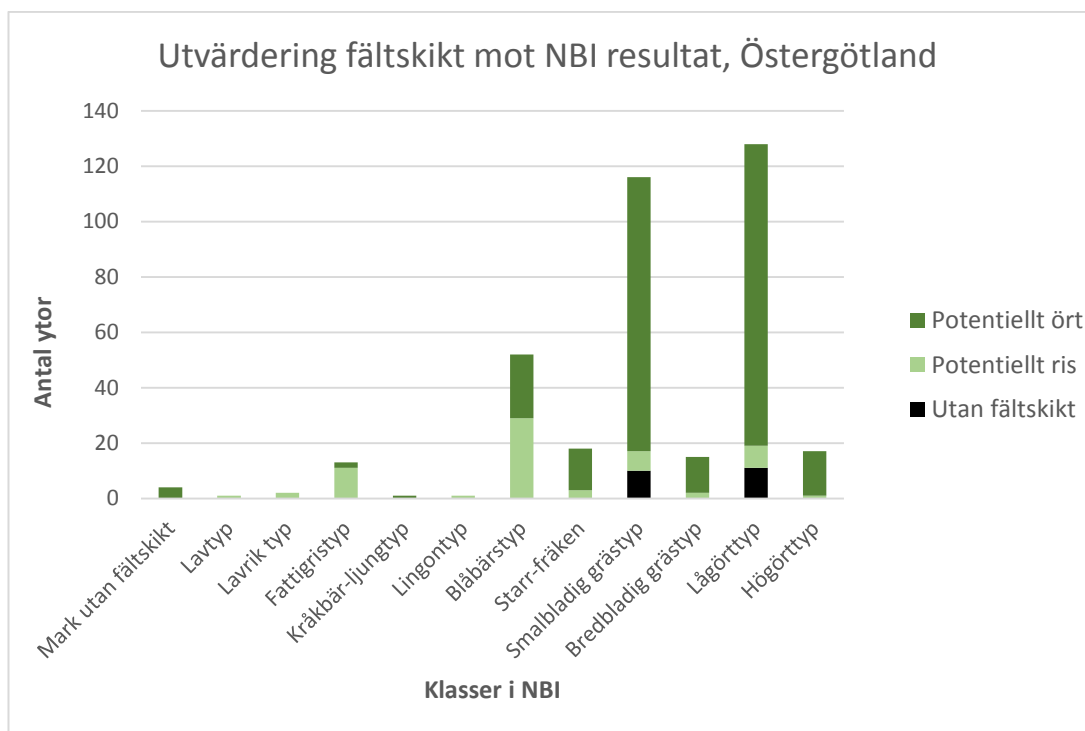
Utvärderingen mot NBI visar på överlag hög karteringsnoggrannhet i Metrias underlag för fältskikt i samtliga studieområden.



Figur 31: Fördelning av utvärderingsytor mot NBI, Stockholm. Staplarna representerar Metrias underlag



Figur 32: Fördelning av utvärderingsytor mot NBI, Västerbotten. Staplarna representerar Metrias underlag



Figur 33: Fördelning av utvärderingsytor mot NBI, Östergötland. Staplarna representerar Metrias underlag

5.3 Statistisk utvärdering, öppen mark

Metria har utvärderat karteringen av vegetation utifrån brandbeteende i den öppna marken genom slumpvis tolkning mot flygbilder och annat visuellt material. Flera av de variabler som karterats har en temporal koppling (till exempel vegetationsutveckling på åkermark och hyggen) och fasta referensdata är därför inte tillämpbara.

5.3.1 Referensdata

Utvärdering av karterade ytor i den öppna marken bygger på följande källor:

- Lantmäteriets ortofoton från 2014-15.
- Lantmäteriets topografiska webbkarta.
- Sentinel 2-scener som har använts för att kartera kontinuerligt vegetationsfria eller vegetationsklädda åkerytor.

5.3.2 Metod

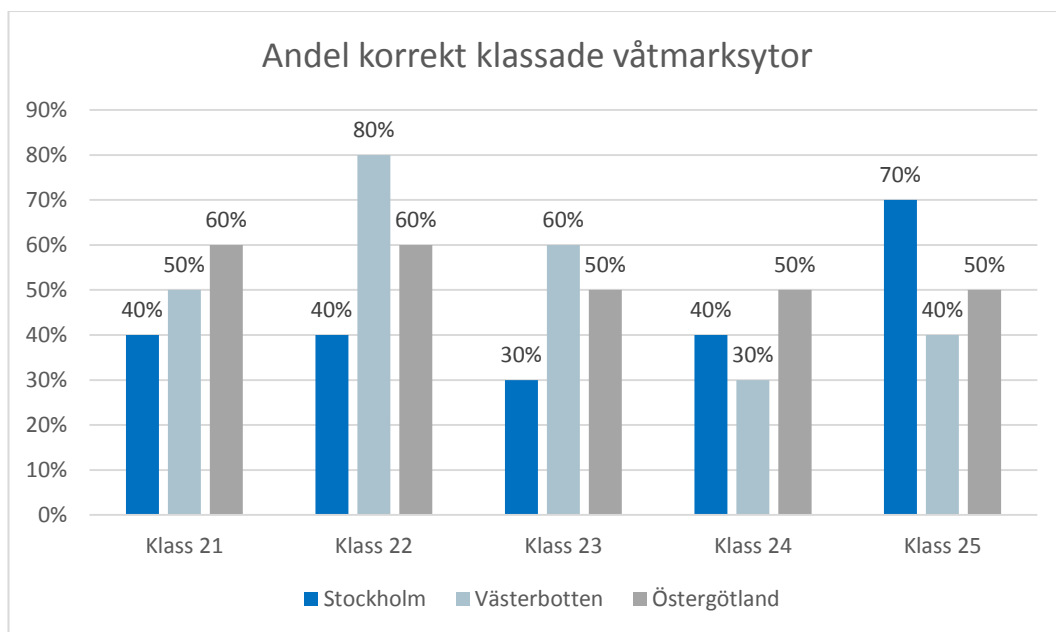
Inom respektive studieområde slumpas 10 utvärderingsytor för varje klass ut. För att undvika att utvärderingen fokuserar på för små ytor generaliseras öppna våtmarker, hyggen och åkermark i olika nivåer:

- Våtmark: Endast sammanhängande ytor ≥ 1 ha är inkluderade.
- Hyggen: Endast hela hyggen ≥ 1 ha baserat på Skogsstyrelsens hyggesavgränsning är inkluderade.
- Åkermark: Endast ytor $\geq 0,5$ ha är inkluderade.

Utvärderingsytor på våtmarker skapas genom att generera en cirkel med 10 meters radie, 10 för varje klass av våtmark per studieområde, inom vilka utvärderaren bedömer karteringen. Eftersom klassningen av hyggen är generaliserad upp till den ursprungliga hyggesytan från Skogsstyrelsen utvärderas dessa som hela ytor. Resultatet av karteringen av åkermark innehåller delmängder av block och endast delmängder större än 0,5 ha slumpas ut för utvärdering. Sammanlagt utvärderas 100 ytor inom öppna marker för varje studieområde.

Utvärderaren använder referensmaterialet för att bedöma om karteringen av respektive klass är rimlig enligt klassbeskrivningen. I ett protokoll antecknas värdet "1" för en korrekt klassning och värdet "0" för en inkorrekt klassning. Kommentarer kan bifogas för varje yta i utvärderingen.

5.3.3 Resultat av utvärdering i öppen mark

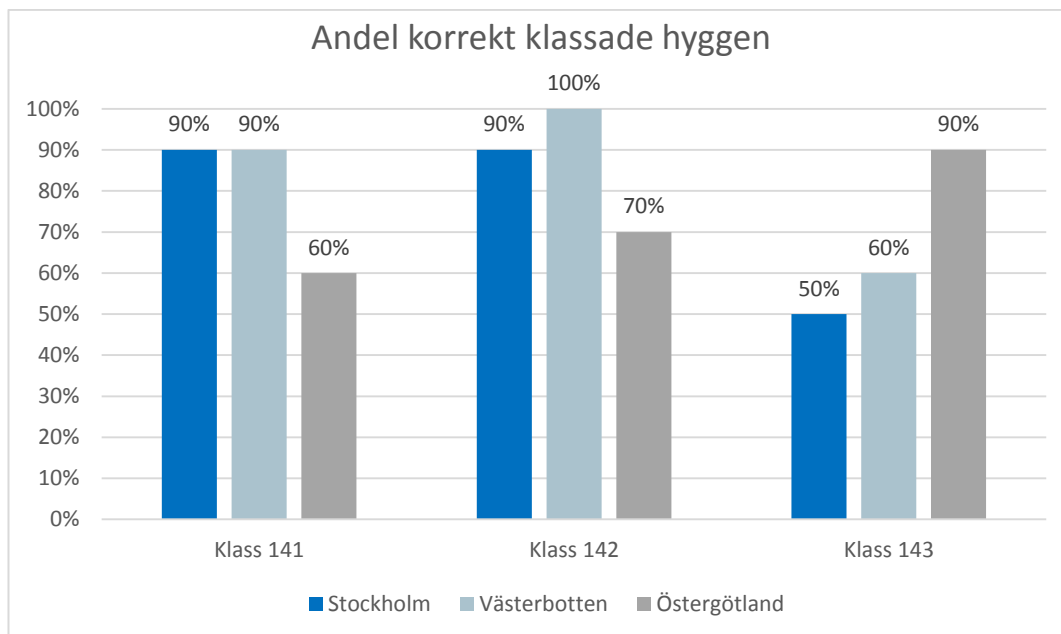


Figur 34: Utvärdering av våtmarksytor. Klass 21: Torvbildande våtmark med buskar, klass 22: Torvbildande våtmark utan buskar, klass 23: Torvbildande våtmark, tidvis vattensjuk, klass 24: Limnogen våtmark med buskar, klass 25: Limnogen våtmark utan buskar.

För torvbildande våtmarker (klasser 21-23) är antalet korrekt klassade ytor generellt högre i Västerbotten än övriga studieområden. De limnogenena våtmarksklasserna (24-25) har en jämnare fördelning i utfallet men ligger i många fall lågt, särskilt i klass 24 (buskklädd limnogen våtmark).

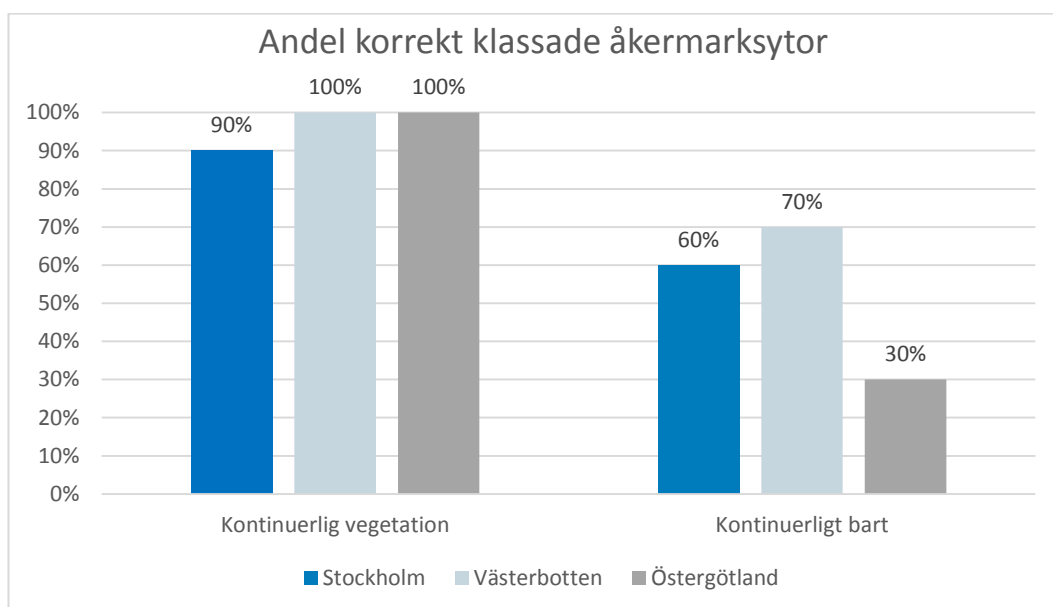
I kommentarerna från utvärderaren nämns att många våtmarker är felklassade och i själva verket är en del av till exempel åkermarken eller den övriga öppna marken. Problemet är generellt för alla studieområden, men högre i Stockholm och Östergötland där många mindre våtmarksytor är inkluderade i CadasterENV, som har använts för våtmarksavgränsningen.

Inom klass 23 (tidvis vattensjuk torvbildande våtmark) påpekar utvärderaren att det i många fall troligen är en relativt stabil våtmarksmiljö inom utvärderingsytorna för den klassen. Denna problematik syns särskilt tydligt i Östergötland.



Figur 35: Utvärdering av klassning av hyggen. Klass 141: Hygge med låg tillväxt, klass 142: Hygge med måttlig tillväxt, klass 143: Hygge med hög tillväxt.

Noggrannheten i karteringen av hyggesytor ligger generellt högt i samtliga studieområden, men inom klass 143 (hygge med hög tillväxt) går noggrannheten ned. Kommentarer från utvärderaren indikerar att ytor som är mer lämpliga att lägga i klass 142 (måttlig tillväxt) har hamnat i klass 143. Uppdelningen mellan klasserna 141 (låg tillväxt) och 142 är generellt bra.



Figur 36: Utvärdering av åkermark. Åkerytor med kontinuerlig vegetation har koden 31 i leveransfiler.

Med ett undantag är alla ytor som utvärderats vegetationsklädda i samtliga satellitbilder som använts för analysen. Större osäkerhet finns i dom bara ytorna där utvärderaren kommenterar att små spår av vegetation finns i vissa bilder på många ytor efter visuell granskning.

6 Diskussion

Metodutvecklingen i detta projekt hade som mål att svara på följande frågor:

1. *Kan olika kombinationer av befintliga data i kombination med en marktäckekartering baserad på CadasterENV användas för att kartera botten- och fältskikt i Sverige?*

Ja. Utvärderingen visar att metoderna som Metria har utvecklat inom detta projekt kan användas för att identifiera dominerande botten- och fältskikt i skogsmark på landskapsnivå i Sverige. Testkarteringar har genomförts i tre skilda biogeografiska områden och visar på möjligheten att karakterisera hur vegetation under trädkronorna är fördelad i olika delar av landet.

2. *Kan ytterligare information som erhålls från laserdata användas för att förbättra kartering av marktäck ur ett brandperspektiv?*

Ja. Inom projektet har laserdata integrerats i metodutvecklingen dels genom Metrias Markfuktighetskarta och dels genom att använda densitetsmått för att mäta ljusinsläpp i trädklädd mark. Användningen av Markfuktighetskartan visar prov på en förbättrad förmåga att identifiera blötare, och därmed potentiellt mer örtrika områden i skogsmark. Markfuktighetskartan kompenserar också för dikningar i dess modellering av vattnets flöde i naturen.

Jämförelser av det densitetsmått som använts vid produktionen av CadasterENV och densitetsmättet som använts i detta projekt visar ökad förmåga att skilja mellan olika nivåer av krontäckning (se Figur 20), vilket är av stor betydelse för att kunna skilja mellan till exempel moss- eller lavdominerade marker samt ris- eller örtdominerade marker.

3. *Kan användning av nya satellitdatakällor bidra till att kartera fältskikt i öppna marker och glesa skogar?*

Ja. Med användning av bilder från satelliten Sentinel 2 i tidsserier under 2015-16 har Metria demonstrerat möjligheten att karakterisera markvegetation på hyggen och på åkerytor. Samma principer kan tillämpas för att analysera vegetationsutveckling på permanenta gräsmarker och i glesa skogar, men eftersom förändringar i dessa miljöer är gradvisa och spektralt subtila blir osäkerheten i karteringen högre.

Metoderna som Metria har utvecklat inom detta projekt bygger på en kontinuerlig tillgång till molnfria bilder från Sentinel 2. Under 2017, när ytterligare en satellit skjuts upp, kommer mängden data som kan analyseras att fördubblas.

6.1 Utvärderingsdata

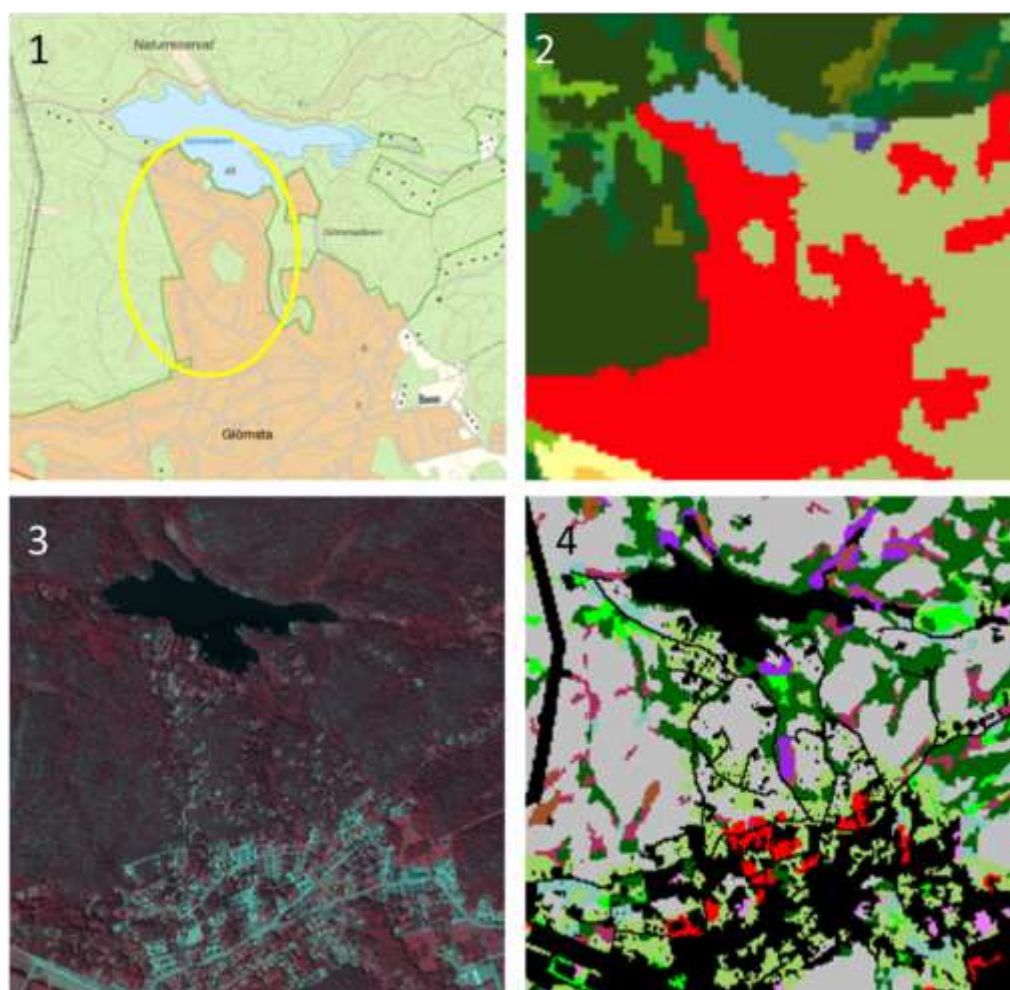
Riksskogstaxeringen och Nyckelbiotopsinventeringen bygger på punkter respektive ytor och representerar därför olika mått. I en punktinventering görs en bedömning inom en begränsad radie utan hänsyn till det omgivande landskapet. I en ytbaserad inventering görs en samlad bedömning av områdets sammansättning av vegetation och naturtyper med fokus på dominerande struktur.

Mot dessa referensdata jämförs Metrias underlag, som är en kartering med 10 meters upplösning och generalisering till som mest 0.1 ha i storlek. Eftersom en nationell bränslekartering främst måste fungera på landskapsnivå snarare än detaljnivå ger resultaten i utvärderingen mot både RT och NBI värdefull information som informerar om metoderna kan användas för att ta fram önskad information. Den

sammanlagda karteringsnoggrannheten mot NBI pekar på att dominerade fältskikt i skogsmark kan karteras på landskapsnivå i Sverige med Metrias metoder.

6.2 Behov av en kontextfri grundprodukt

Ett centralt värde i att ta fram en marktäckekartering som baseras på en kontextfri kartering (som CadasterENV) är att denna kan anpassas för olika ändamål. En framtida bränslekartering är svår att ta fram med de underlag för marktäckes som idag finns i Sverige. Figur 37 visar ett tydligt exempel på den problematik som uppstår med existerande data som ofta är generaliserade eller kontextualiserade för olika syften innan de når användaren.



Figur 37: Jämförelse av olika underlag. 1: Lantmäteriets fastighetskarta i skala 1:12 000. 2: Svenska Marktäckedata (SMD). 3: Lantmäteriets Ortofoto IR (2015). 4: Metrias kartering av botten- och fältskikt. Fastighetskartan och SMD indikerar att det markerade området är bebyggt. Ortofoto visar att området huvudsakligen består av skog. Metrias kartering indikerar lavrik barrskog med hög brandspridningspotential. Huddinge kommun, Stockholm.

6.3 Integrering av Skogliga grunddata

För att skapa det mest effektiva arbetsflödet tids- och kostnadsmissigt bör Skogsstyrelsens SGD ("Skogliga grunddata") som tagits fram i samarbete med SLU (Skogsstyrelsen, 2016) utvärderas som potentiell indatakälla i en framtida klassning av brandbränsle i Sverige. SGD använder laserdata på nationell nivå för att ta fram variabler som skogsvolym, biomassa och diameter på träd. Dessa variabler

är inte en del av planen för Nya nationella marktäckedata och kan därför innebära ett viktigt tillskott för att kartera brandbränsle i Sverige.

6.4 Osäkerheter i öppen mark

Jämfört med skogsmark uppvisar öppna marker stor variabilitet över en vegetationssäsong. Åkermark skiftar regelbundet från tillväxt till barmark, gräsytor betas, slås eller klipps och öppna våta marker varierar i sin fuktbalans beroende på dikning och nederbörds mängder. En kartering av markvegetation i öppna marker måste därför kontinuerligt uppdateras när nya satellitbilder eller andra datakällor blir tillgängliga.

Inom den övriga öppna marken med vegetation (kod 42) finns betesmarker och gräsmarker. Dessa ytor är ofta under någon form av hävd och kan därför variera i biomassa under året. Eftersom skillnaden i spektral signatur är ringa mellan en gräsyta med en halvmeter högt gräs och en gräsyta med klippt gräs kommer en analys av nivå på hävd vara osäker.

Vildvuxna områden utan formell markanvändning, till exempel mark i väntan på exploatering kommer potentiellt uppvisa en spektral signal lik en permanent gräsmark, men detta beror på mängden vegetation som finns på ytan.

Hyggen med träd under 5 meter i höjd redovisas i CadasterENV som skogsmark som tillfälligt är fri från träd. För produktion av en markvegetationskartering inom detta projekt togs beslut att behandla hyggen som en del av den öppna marken då vegetationen på dessa ytor i viss utsträckning kan karteras direkt med satellitbilder.

Inom den öppna marken har ett högre mått av antaganden och ren metodutveckling tillämpats för att kartera relevanta klasser inom detta projekt. Utfallet visar att Metria kan identifiera glesare hyggen samt åkerytor som är kontinuerligt vegetationsklädda i en tidsserie av satellitbilder. Utvärderingen av öppna våtmarker visar att mer förarbete krävs för att avgränsa våtmarker mot övrig mark samt att relevanta klasser som kan karteras på ett konsekvent sätt måste tas fram.

6.5 Fortsatt arbete

Metria har i detta projekt demonstrerat de möjligheter som en nationell marktäckekartering kombinerat med externa data och nya metoder öppnar för att genomföra en definierad kartering av bränsle för vegetationsbränder men flera variabler måste utredas och tillkortakommanden lösas innan ett sådant system kan implementeras.

6.5.1 Definition och utvärdering av operativa bränsleklasser

Utvärdering av spridningsmodeller för vegetationsbränder i Sverige av Burman et al. (2016) visar att det idag saknas karteringar av vegetation utifrån ett bränsleperspektiv, vilket förhindrar förbättrad hantering av bränder innan, under och efter ett utbrott. Metrias metodutveckling inom detta projekt visar exempel på hur olika data och tillvägagångssätt kan bidra till att förbättra nuvarande kunskap, men ett väl definierat bränsleklassificeringssystem för svenska syften måste skapas för att fortsätta arbetet. En framtida klassificering av bränsletyper i Sverige, oavsett om den bygger på CadasternENV/Nya nationella marktäckedata eller inte måste utvärderas i spridningsmodeller och genom provbränningar. För att påbörja detta arbete krävs först tydliga definitioner och regler för hur vegetation skall tolkas

utifrån ett brandperspektiv genom samråd mellan olika experter inom brandförsvaret, vegetationskartering, fjärranalys och GIS.

6.5.2 Ytterligare databehov

Det underlag som Metria har tagit fram för kartering av potentiella bränsleklasser i skogsmark inom detta projekt bygger på redan befintliga data och en framtida kartering av brandbränsle kan genomföras när en heltäckande marktäckekartering baserad på CadasterENV finns tillgänglig. Enligt nuvarande plan innebär detta cirka 2018, men nuvarande produktionsplan innefattar delleveranser under 2017. I vilken ordning en nationell kartering produceras beslutas av en framtida styrgrupp för nya nationella marktäckedata.

Ytterligare datamängder som inte är en formell del av planen för Nya nationella marktäckedata kan komma att bli nödvändiga för en fullständig bränslekartering. Exempel på sådana datamängder beskrivs nedan.

6.5.2.1 Indelning av ungskogar

Eftersom stora delar av Sverige är präglade av intensivt skogsbruk finns det förutom nyupptagna hyggen också betydande mängder skog som är i någon fas av återväxt. Hur markvegetationen ser ut i yngre skogar varierar beroende på ålder, underliggande markförhållanden och skötsel. Av värde vore att identifiera till exempel granplanteringar då dessa har ett kraftigt förnåfall av barr vilket kväver tillväxten av arter i botten- och fältskikt och därmed primärt består av en ren barrmatta vilken försvårar spridning av brand.

Efter cirka 10 år av tillväxt är det möjligt att med fjärranalys identifiera vilken typ av vegetation som växer på en tidigare avverkad yta. Fram till dess måste yngre skogar betraktas som osäkra ur ett brandperspektiv, men det är möjligt att genom analys av satellitbilder konstatera att återväxt sker och att det inte är ett kalt hygge på ytan.

Potentiella lösningar:

- En uppdaterad laserskanning i Sverige med jämna mellanrum skulle möjligtvis bidra till förmågan att karakterisera vilken typ av skog som växer i förnyingsområden samt vilken ålder träden på ytan har.
- En kontinuerlig uppdatering av CadasterENV/Nya nationella marktäckedata vart femte år bidrar till kunskap kring när ett hygge uppstår och därmed möjliggör analys av vilken typ av skog som vuxit på ytan innan avverkning.
- Informationsutbyte mellan skogsbolag och en framtida producent av en bränslekarta i Sverige kan ge ökad kontext då skogsbolag i många fall har data som beskriver artförekomst i ägda bestånd.

6.5.2.2 Kartering av contortabestånd

Den från Nordamerika importerade tallarten *Pinus contorta* är idag vanlig i produktiv skogsmark i många delar av norra Sverige och har demonstrerat en förmåga att kunna självföryngra sig. Contortatallar växer snabbare och tätare än den vanliga svenska tallen, *Pinus sylvestris*, och bildar bestånd där andra naturliga arter konkurreras ut. Contortatallen är lättantändlig och kan ge upphov till intensiva

brandförlopp. Bestånd som domineras av contortatall måste därför karteras i en framtida bränsleklassificering.

Potentiella lösningar:

- I CadasterENV är contortatall klassad som "Tallskog", men i den initiala produktionen klassas contortatall separat eftersom den spektralt kan blandas samman med mer lövdominerade habitat. Metoden visar att kapacitet för att kartera contortatall finns men måste också styrkas genom utvärdering.
- Likt i fallet med yngre skogar kan skogsbolag troligen bidra med ökad kunskap kring contortabestånd i Sverige.

6.5.2.3 Jordartsinformation

En försvårande faktor i arbetet med kartering av brandbränsle är att Jordartskartan från SGU har varierande kvalitet i olika delar av landet. De mest folktäta områdena är överlag karterade i skalan 1:25 000-100 000 men i glest befolkade delar, framför allt delar av Jämtlands län, Västerbottens län och Norrbottens län är skalan 1:1 miljon (se Figur 5) vilket gör att precisionen i karteringen går ned.

En känd brist i data om markförhållanden och jordarter i Sverige är att kalkrik berggrund inte är väl kartlagd. Kalktrakter är relativt sett mer näringsrika och kan därför potentiellt ge upphov till mer örtrik vegetation inom jordartstyper som annars skulle ha klassificerats som relativt näringsfattig, till exempel sandig morän. Studieområdet i Östergötland i detta projekt är ett exempel på en potentiellt kalkrik miljö, men hur denna variabel har inverkat på resultatet är svårt att utvärdera. Nuvarande kartering av berggrund i Sverige är på 1:1 miljon i skala och därför kraftigt generaliserad.

Potentiella lösningar:

- Information från Lantmäteriets laserinmätta höjdmodell kan användas för att identifiera de mest kritiskt styrande variabelerna, till exempel berg i dagen och mer genomsläppliga jordar.
- Metrias Markfuktighetskarta och andra stödjande data kan eventuellt också användas för att kartera potentiella jordarter. Metria har redan i detta projekt till exempel redigerat SGUs jordartskarta genom att tillföra sankmarker från Fastighetskartan för att förbättra karteringen av torv.

6.6 Relevant metodutveckling inom Metria

Under hösten 2016 har Metria arbetat med parallell metodutveckling för klassificering av marktäcke. Detta arbete har lett till resultat som kommer att förbättra möjligheterna att kartera brandbränsle i Sverige.

- Med hjälp av Sentinel 2-scener från 2015-16 har Metria demonstrerat möjligheten att skilja mellan olika arter av lövträd, framför allt bok och al. De nya metoderna innebär också en förbättring av klassen "Blandskog" i CadasterENV jämfört med mer utpräglade barr- eller lövbestånd, vilket är av intresse för en bränslekartering.
- Metria har också med hjälp av data från Sentinel 2 demonstrerat möjligheten att kartera åkermark utanför den officiella statistiken från Jordbruksverket. Detta kan potentiellt tillämpas för att förbättra karteringen av brandbränsle i öppen mark.

- Genom att integrera jordartsdata från SGU och nya metoder för att räkna fram avrinningsparametrar från Lantmäteriets höjddata har Metria visat att våtmarksavgränsningen i CadasterENV, samt Markfuktighetskartan som helhet kan förbättras.

7 Slutsatser

Med metodutvecklingen i detta projekt har Metria demonstrerat möjligheten att anpassa en marktäckekartering som CadasterENV för ett specifikt syfte genom att lägga till ytterligare behovsdriven kontext. Särskilt signifikant är att metoder för att ta fram ett underlag som visar var olika typer av botten- och fältskiktsvegetation dominerar i svenska landskap i skilda delar av landet har utvecklats. Idag finns endast denna information tillgänglig som grova spektrala klassningar och skattningar med hög osäkerhet i geografisk lägesbestämning.

Metria har också demonstrerat hur nya satellitdata i form av Sentinel 2 kan appliceras för kartering av markvegetation. Satellitbilder i tidsserie under en säsong möjliggör kontinuerlig övervakning av marker som är av intresse ur brandsynpunkt som till exempel åkermark och hyggen. Denna möjlighet kommer att fortsätta utökas och förbättras i och med att Sentinel 2B skjuts upp under 2017.

Sammantaget är skogsmark i Sverige en miljö som kan karteras enligt fasta klasser, till viss del baserat på klasser som redan finns tillgängliga i internationella system som FBP. Dessa klasser kan i sin tur knytas till meteorologisk information för att ge svar på hur de reagerar på olika väderförhållanden.

Kartering i den öppna marken, inklusive hyggen kräver till skillnad från skogen kontinuerlig övervakning och uppdatering för att relevanta underlag för hantering av bränder skall kunna skapas.

8 Referenser

- Ahlkrona, E., Gilljam, C., & Jönsson, C. (2015). *CadasterENV Sweden - Final report*. Stockholm: Metria AB. Hämtat från http://metria.se/Global/Cadaster/Dokument/FR_version_1_0.pdf
- Jan Burman, Anders Granström, Inka Bohlin, Per-Åke Gradmark, Christian Lejon. (2016). *Kartläggning av spridningsmodeller för brand i vegetation*. MSB.
- Jönsson, C., & Linåker, J. (2010). *Fördjupningsstudie: Canadian Forest Fire Behavior Prediction System*. Lunds tekniska högskola, Brandteknik och Riskhantering. Lund: Lunds Universitet.
- Metria AB. (2015). *Bränsleklassificering för vegetationsbränder*. Stockholm: Metria AB. Hämtat från https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor_klimat/nationell_plattform/Br%C3%A4nsleklassificering%20f%C3%B6r%20vegetationsbr%C3%A4nder.pdf
- Skogsstyrelsen. (den 05 12 2016). *Skogliga grunddata*. Hämtat från <http://www.skogsstyrelsen.se/skogligagrunddata>
- SLU. (den 08 12 2010). MarkInfo. (L. Lundin, Red.) Uppsala, Sverige. Hämtat från [http://www-markinfo.slu.se/](http://www.markinfo.slu.se/) den 28 11 2016
- SLU. (den 28 11 2016). SLU Skogskarta. Hämtat från <http://www.slu.se/skogskarta>
- SOU. (2007:60). *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*. Stockholm: SOU.
- Taylor, S., Pike, R., & Alexander, M. (1996). *Field Guide to the Canadian Forest Fire Behavior Prediction (FBP) System*. Victoria, British Columbia: Canadian Forest Service.
- Van Wagner, C. E. (1987). *Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System*. Ottawa: Canadian Forestry Service.

Bilaga 1: Klassdefinitioner

Klasser i skogsmark:

Kod i leverans	Klass	Beskrivning
131	Skogsmark med tillväxt under de senaste 5 åren (ungskog)	Skog som identifierats som tillväxande genom analys av skillnader i mellaninfraröd spektral information mellan åren 2010-2015. Kan bestå av olika trädarter. Fältskiktet är troligtvis dåligt utvecklat p.g.a. tidigare kalavverkning, kan t ex huvudsakligen bestå av barr- alt. lövförna.
132	Mossa och risdominerad barrskog	Gran eller barrblandskog på morän el. leraktiga marker med tät krontäckning. Markvegetationen består sannolikt av olika typer av mossa och ris, t ex blåbär eller lingon.
133	Lav och risdominerad barrskog	Tall- eller barrblandskogar på magra marker med gles krontäckning. Markvegetationen består sannolikt av olika typer av lav och ris, t ex ljung.
134	Blandskog	Blandskogar med förnafall från lövträd vilket ger upphov till ett potentiellt dåligt utvecklat botten- och fältskikt.
135	Lövskog	Lövskogar med förnafall från lövträd. Fältskiktet består sannolikt av olika typer av örtväxter.
136	Frisk till fuktig barrskog	Barrskog med under 75 % krontäckning som växer på ej genomsläppliga jordarter och på frisk till fuktig mark enligt Metrias Markfuktighetskarta. Markvegetationen består sannolikt av olika typer av mossa och ris i kombination med örtväxter.
137	Frisk till fuktig löv eller blandskog	Skog utöver barrskog som växer på ej genomsläppliga jordarter och på frisk till fuktig mark enligt Metrias Markfuktighetskarta. Markvegetationen består sannolikt av olika typer av örtväxter.
138	Tallskog på torvmark	Tallskog som växer på torvmark. Ytorna ligger över grundvattenytan och torkar lätt ut. Fältskiktet består av olika typer av mossa och ris och i vissa fall örter.
139	Övrig skog på torvmark	Skog utöver tallskog som växer på torvmark. Denna klass har generellt en högre fuktighetsgrad än klass 138. Fältskiktet består av olika typer av mossa och ris.
140	Avverkat sedan 2010	Skog som har identifierats som avverkad genom analys av skillnader i mellaninfraröd spektral information mellan åren 2010-2015. Fältskiktets sammansättning beror på biogeografiska förutsättningar, i vilket skick som ytan lämnats efter avverkning samt ev. efterföljande markanvändning. Klassen kan med fördel överlagras med klasserna 141 och 142 som visar hyggen med låg respektive måttlig tillväxt.

Klasser i öppen mark:

Kod i leverans	Klass	Beskrivning
21	Torvbildande våtmark med buskvegetation	Laserdata indikerar att buskvegetation finns på ytan vilket potentiellt betyder att den är fastare än omgivningen och har mer biomassa tillgänglig för en brand. Botten- och fältskiktet består potentiellt av kombinationer av mossa, ris- och örtväxter.
22	Torvbildande våtmark utan buskvegetation	Botten- och fältskiktet består potentiellt av kombinationer av mossa, ris- och örtväxter. Avsaknad av buskar innebär potentiellt att marken är mindre fast än i klass 21.
23	Torvbildande våtmark, vattensjuk säsongsvis	Spektrala data och/eller Metrias Markfuktighetskarta indikerar att ytan liknar klass 23, men är vattensjuk säsongsvis och kan ha begränsad framkomlighet.
24	Limnogen våtmark med buskvegetation	Potentiellt fastare mark jämfört med klass 25 på grund av buskvegetation. Botten- och fältskikt består potentiellt av mossa- och örtväxter.
25	Limnogen våtmark utan buskvegetation	Potentiellt lösare mark jämfört med klass 24 på grund av avsaknad av buskvegetation. Botten- och fältskikt består potentiellt av mossa- och örtväxter.
31	Potentiellt obrukad åkermark	Åkermark som har identifierats som kontinuerligt vegetationsklädd i en tidsserie av satellitbilder.
141	Hygge med låg tillväxt	Hygge som är exploaterat eller bevuxet med gles markvegetation.
142	Hygge med måttlig tillväxt	Hygge som är i en övergångsfas mellan gles och tätare markvegetation.
143	Hygge med hög tillväxt	Hygge som är återvuxet med träd eller buskvegetation.

Bilaga 2: Teknisk beskrivning

Ingående data

Namn	Typ	Producent	Beskrivning
CadasterENV	Raster, 10m	Metria	Marktäckekartering utvecklad mellan 2012-15.
Faktiskt avverkade ytor	Vektor	Skogsstyrelsen	Avgränsningar av karterade avverkningar i skogsmark med nationell täckning.
Fastighetskarta	Vektor	Lantmäteriet	Topografisk karta med nationell täckning.
Grid 2+ (Höjdmodell)	Raster, 2m	Lantmäteriet	Nationell höjdmodell baserad på Lantmäteriets laserskannade data.
Jordartskarta	Vektor	SGU	Jordarter i skala 1:25 000 – 1:100 000. Karteringsskala beror på vilket underlag som använts i respektive område.
Laserdata (NNH)	Vektor	Lantmäteriet	Laserinmätta höjddata från Lantmäteriets nationella skanning.
LPIS / Blockdatabasen	Vektor	Jordbruksverket	Avgränsningar av jordbruksblock med nationell täckning.
Markfuktighetskarta	Raster, 2m	Metria	Nationell markfuktighetsmodell producerad av Metria under 2015-16 med Lantmäteriets laserinmätta höjddata. Delar in markfuktighet i fem klasser: <ol style="list-style-type: none">1. Torr mark2. Frisk mark3. Frisk-fuktig mark4. Fuktig mark5. Blöt mark
Satellitdata	Raster, 10m	ESA	Data från satelliterna Sentinel-2A och SPOT 5 insamlade under 2010-11 samt 2015-16 har använts.

NNH, produktionsrutor:

10C006
10C007
10C009
10C010
10C011
10C028
10C029
10C030
10C031
10C032
11F029
11F035
11F036
11F049

- Sentinel 2-scener:

Granule	Datum
T33VXF	2015-07-04
T33VXF	2015-08-13
T33VXF	2015-08-23
T33VXF	2016-05-02
T33VXF	2016-05-12
T33VXF	2016-06-08
T33VXF	2016-07-08
T33VXF	2016-07-18
T33VXF	2016-07-21
T33VXF	2016-08-07
T33VXF	2016-08-27
T33VXF	2016-09-06

T34VDR	2015-08-19
T34VDR	2016-05-05
T34VDR	2016-05-09
T34VDR	2016-05-22
T34VDR	2016-06-28
T34VDR	2016-07-21
T34VDR	2016-09-12
T33VWE	2015-08-23
T33VWE	2016-04-12
T33VWE	2016-05-05
T33VWE	2016-05-12
T33VWE	2016-06-14
T33VWE	2016-07-21
T33VWE	2016-09-12

- SPOT 5-scener

Stråk-rad	Datum
057-231	2010-07-04
057-231	2015-08-14
061-229	2010-07-11
061-229	2015-08-10
058-219	2011-07-11

Förfärdigande av indata

CadasterENV

1. CadasterENV fuktighetsklasser (12x) kodas om till 11x.
2. Klasserna 115, 116, 117 slås samman till 115.

Fastighetskarta

1. Sankmarksytor i Fastighetskartan rasteras med 10m upplösning.

Jordartskarta

1. Rastning 10m.

2. Ytor i Fastighetskartans sankmarkskartering som överlappar Torv, Mossetorv eller Kärrtorv i Jordartskartan klassas som "Torv" och sammanlagras med Jordartskartan.
3. Omkodning av jordarter utifrån näringsinnehåll. 1=lågt, 2=medel, 3=högt, 4=mycket högt, 5=torvmark:

Jordart	Kod
Svämsediment, sand	1
Flygsand	1
Postglacial finsand	1
Postglacial sand	1
Svallsediment, grus	1
Isälvsediment	1
Isälvsediment, sand	1
Isälvsediment, grus	1
Fyllning	1
Fanerozoisk diabas	1
Berg	1
Urberg	1
Älvsediment, grus	1
Svämsediment	1
Postglacial silt	2
Glacial silt	2
Sandig morän	2
Svämsediment, grovsilt--finsand	2
Glacial grovsilt--finsand	2
Isälvsediment, grovsilt--finsand	2
Grusig morän	3
Sandig-siltig morän	3
Morängrovlera	3
Morän	3
Lerig morän	3
Gyttja	4

Svåmsediment, ler--silt	4
Gyttjelera (eller lergyttja)	4
Postglacial lera	4
Postglacial finlera	4
Postglacial grovlera	4
Silt	4
Glacial lera	4
Glacial grovlera	4
Lera--silt	4
Mossetorv	5
Kärrtorv	5
Torv	5

Laserdata

1. Kvot mellan direkta markträffar (first returns) och samtliga laserträffar inom 10x10m stora pixlar räknas fram per produktionsruta. Punkter med en höjd under 0,5m utesluts från analysen.
2. Kvoten generaliseras genom majoritetsklassning på segmentnivå i CadasterENV.

Grid 2+

1. Ytor med sluttning > 20 % som vätter mot 110-250 grader tas ut.
2. Resultat från steg 1 generaliseras till 10m upplösning och ytor >= 100 pixlar.

Satellitdata

1. Geometrisk korrektion i SWEREF 99 TM för Sentinel 2
2. Komposit median per band tas fram
3. NDVI räknas ut på median (rött och nir).
4. Skillnader i MIR-värden mellan SPOT5 scener från 2010 och 2015 tas fram. Bilden normaliseras så att relativt oförändrade pixlar grupperas runt värdet 128. Bilderna trösklas och skapar klasserna "Ungskog" och "Avverkat sedan 2010". Tröskelsättning varierar från bildpar till bildpar. Höga differensvärden indikerar avverkad skog, låga tillväxande skog.

Produktion av underlag - skogsmark

Sammanlagring

Klasserna genereras och sammanlagras i följande ordning:

Klass	Kriterier
Ungskog	MIR-förändring i SPOT5
Avverkat sedan 2010	MIR-förändring i SPOT5
Tallskog på torvmark	Klass 111 i omkodad CadasterENV Klass 5 i modifierad jordartskarta
Övrig skog på torvmark	Ej klass 111 i omkodad CadasterENV Klass 5 i modifierad jordartskarta
Mossa och risdominerad barrskog	Klass 111, 112 eller 113 i omkodad CadasterENV Krontäckning/densitet ≥ 75 % Klass 3 eller 4 i modifierad jordartskarta
Lav och risdominerad barrskog	Klass 111 eller 113 i omkodad CadasterENV Krontäckning/densitet < 75 % Klass 1 eller 2 i modifierad jordartskarta
Frisk till fuktig barrskog	Klass 121, 122 eller 123 i omkodad CadasterENV Mossa och risdominerad barrskog som överlappar mot ytor $>20\%$ lutning och sydsluttande i höjdmodell.
Blandskog	Klass 114 i omkodad CadasterENV
Lövskog	Klass 115, 116 eller 117 i omkodad CadasterENV
Frisk till fuktig bland- eller lövskog	Klass 124, 125, 126, 127 i omkodad CadasterENV

Generalisering

1. Ytor < 0.1 hektar generaliseras bort.
2. Generaliserad rasterprodukt konverteras till vektor.
3. Ytor < 0.5 i vektorformat generaliseras bort.
4. Polygoner förenklas med peak-smoothing, 10m tolerans.

Produktion av underlag – öppen mark

Våtmarker, sammanlagring och generalisering

Klass	Kriterier
Torvbildande våtmark med buskvegetation	Klass 2 i omkodad CadasterENV Klass 5 i omkodad Jordartskarta Densitet > 0
Torvbildande våtmark utan buskvegetation	Klass 2 i omkodad CadasterENV Klass 5 i omkodad Jordartskarta Densitet = 0
Torvbildande våtmark, vattensjuk säsongsvis	Klass 2 i omkodad CadasterENV Klass 5 i omkodad Jordartskarta NDVI-median värden i tiddserie nära 0
Limnogen våtmark med buskvegetation	Klass 2 i omkodad CadasterENV Densitet > 0
Limnogen våtmark utan buskvegetation	Klass 2 i omkodad CadasterENV Densitet = 0

- Ytor < 0.1 ha generaliseras bort
- Resultat konverteras till vektorformat.

Åkermark, sammanlagring och generalisering

1. Median-NDVI värden för varje satellitscen tas fram för samtliga jordbruksblock inom studieområdet.
2. Lägsta värdet + två standardavvikelser representerar tröskelvärde för bar mark i respektive scen.
3. Trösklar appliceras scenvis.
4. Pixlar som är vegetationsklädda i samtliga scener sammanlagras.
5. Ytor < 0.1 ha generaliseras bort.
6. Resultatet konverteras till vektorformat.

Hyggen, sammanlagring

Klass	Kriterier
Hygge med låg tillväxt	Avverkad yta i Skogsstyrelsens data NDVI-median värde i tidsserie under 0.4 (AB och E-län) eller 0.3 (AC-län).
Hygge med måttlig tillväxt	Avverkad yta i Skogsstyrelsens data NDVI-median värde i tidsserie över 0.4 och under 0.55 (AB och E-län) eller över 0.3 och under 0.45 (AC-län).
Hygge med hög tillväxt	Avverkad yta i Skogsstyrelsens data NDVI-median värde i tidsserie ≥ 0.55 (AB och E-län) eller ≥ 0.45 (AC-län).

- Hela hyggesytan tilldelas en tillväxtsklass genom en majoritetsanalys.
- Resultatet levereras i både raster- och vektorformat.

Omkodningstabeller för referensdata

Bottenskikt, Riksskogstaxeringen (RT)

Beskrivning i RT	Motsvarande klass, leverans
Lavtyp	133
Lavrik vitmosstyp	132, 133
Lavrik typ	133
Vitmosstyp	132
Sumpmosstyp	132, 136, 138, 139
Friskmosstyp	132, 136, 138, 139

Fältskikt, Riksskogstaxeringen (RT)

Beskrivning i RT	Motsvarande klass, leverans
Höga örter utan ris	134, 135, 136
Höga örter med ris, blåbär	134, 135, 136

Höga örter med ris, lingon	134, 135, 136
Låga örter utan ris	134, 135, 136
Låga örter med ris, blåbär	134, 135, 136
Låga örter med ris, lingon	134, 135, 136
Utan fältskikt	131, 140
Breda gräs	134, 135, 136
Smala gräs	134, 135, 136
Hög starr	138, 139
Låg starr	138, 139
Fräken	138, 139
Blåbär	132
Lingon	132
Kråkbär, ljung	132, 133
Fattigris	133

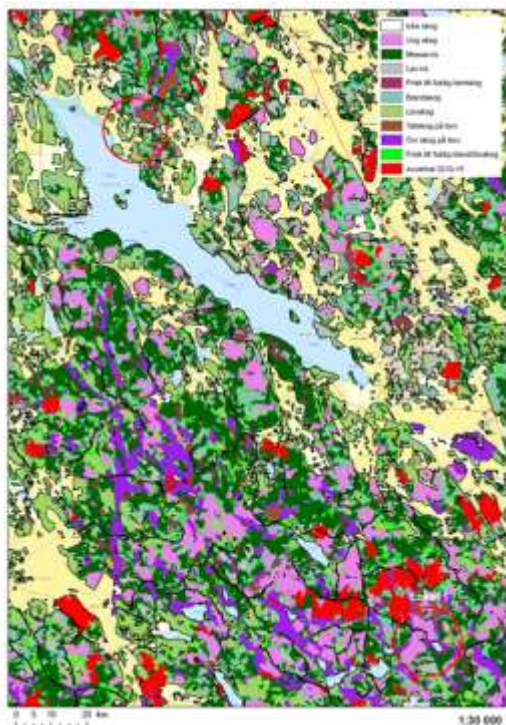
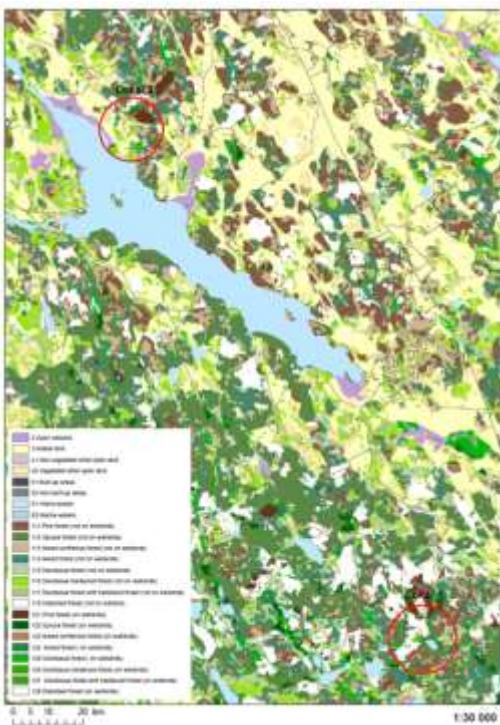
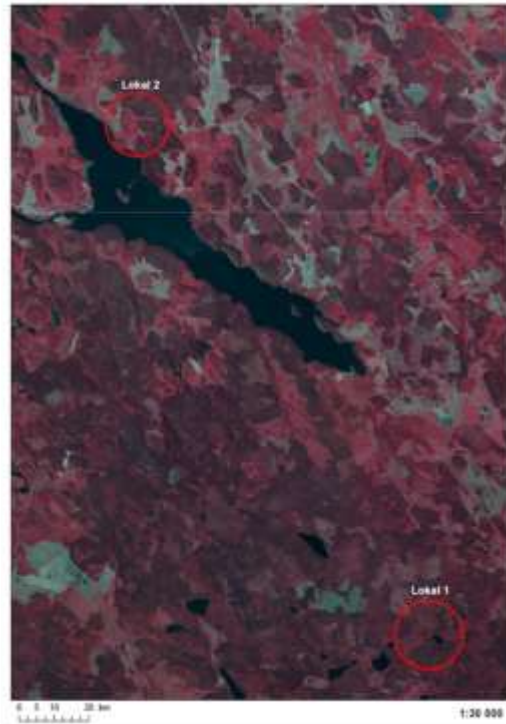
Fältskikt, Nyckelbiotopsinventeringen (NBI)

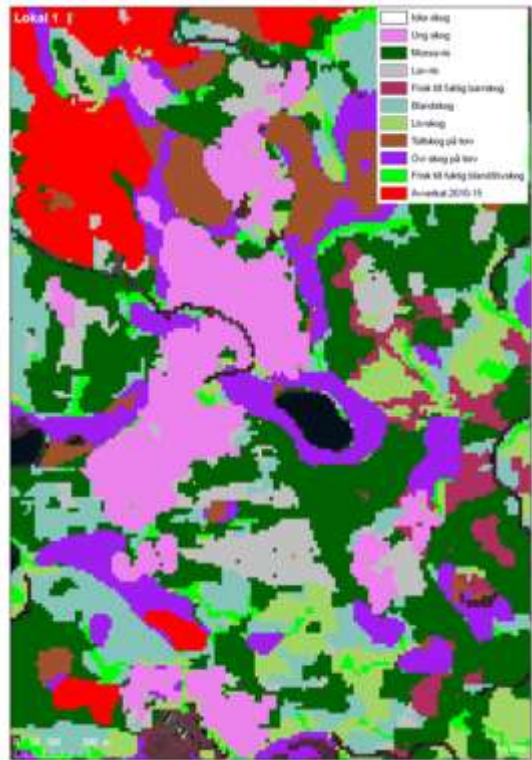
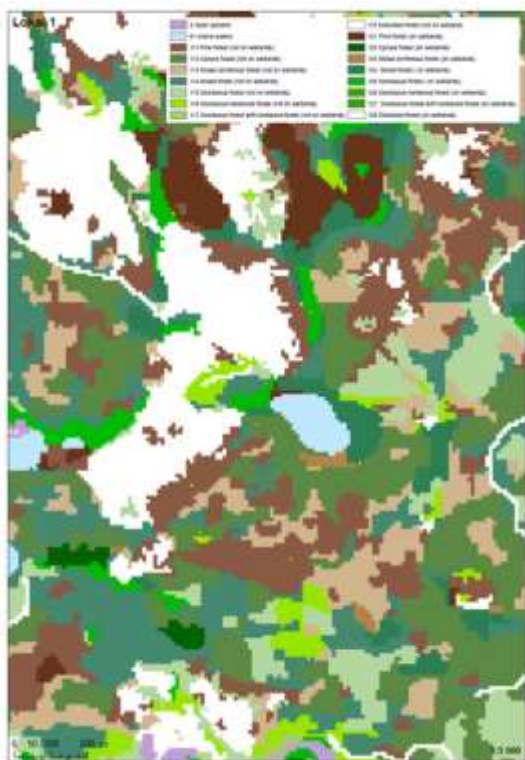
Beskrivning i RT	Motsvarande klass, leverans
Lavtyp	133
Lavrik typ	133
Kråkbär-ljungtyp	132, 133
Lingontyp	132, 133
Blåbärstyp	132
Starr-fräken	132, 138, 139
Bredbladig grästyp	134, 135, 136
Lågörttyp	134, 135, 136, 138, 139
Högörttyp	134, 135, 136, 138, 139

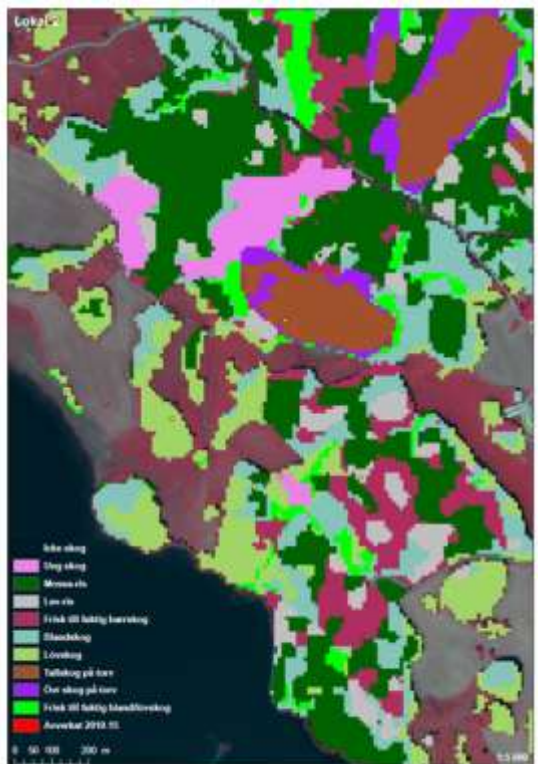
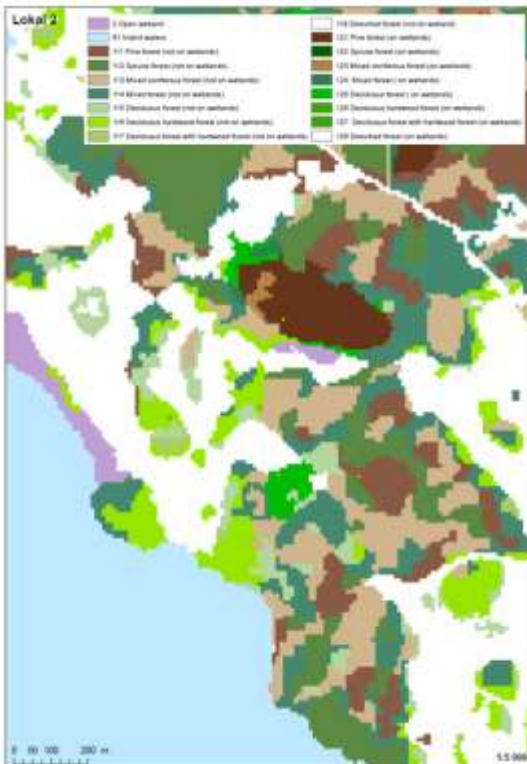
Bilaga 3: Kartmaterial

Kartorna nedan användes under fältbesöken i Östergötland och Stockholm. Originalen producerades i A3-format och har skalats ned för denna rapport. Skalangivelser i dom reproducerade kartorna stämmer inte.

Östergötlands län







Stockholms län

