

# Bränsleklassificering för vegetationsbränder

Slutsatser och rekommendationer



## Innehåll

1	Bakgrund	5
1.1	Sammanfattning av litteraturstudie	5
1.2	Befintliga geodata	7
1.2.1	Skogsstyrelsen	7
1.2.2	European Environment Agency	7
1.2.3	Lantmäteriet	7
1.2.4	Naturvårdsverket	8
1.2.5	SLU	8
1.2.6	Sveriges geologiska undersökning (SGU)	8
1.3	Utveckling efter litteraturstudie	8
2	Bränsletyper i Sverige	10
2.1	Bränsle i skogsmark	10
2.1.1	Bottenskikt	10
2.1.2	Ris	10
2.1.3	Hyggen	11
2.2	Andra typer av mark	11
3	CadasterENV	12
3.1	Datakontinuitet	12
3.2	Klassificering av marktäcke	12
3.2.1	Skogsklasser	14
3.2.2	Trädhöjd och skogstäckningsgrad	14
4	Fältbesök	15
4.1	Skogsklasser	15
4.2	Gräsmarker och jordbruksmark	16
4.3	Myrmarker	16
4.4	Produkter baserade på laserdata	16
4.5	Sammanfattning av fältbesök	16
5	Fortsatt arbete	17
5.1	Kartering av vegetation under kronskiktet	17
5.1.1	Tidsserieanalyser	17
5.1.2	Användning av Jordartskartan för klassindelning	17

5.2	Anpassning av CadasterENV	17
5.2.1	Modifiering av skogsgläntor	18
5.2.2	Uppdelning av tallarter	18
5.2.3	Modifiering av lövblandad barrskog	18
5.3	Anpassning av alternativa marktäckedata	18
6	Slutsatser	19
6.1	Beslutsträd för bränslekartering	19
7	Referenslista	21





## 1 Bakgrund

Metria AB har inom Rymdstyrelsens projekt "Bränsleklassificering för vegetationsbränder" undersökt möjligheten att använda fjärranalys för att ta fram underlag till en klassificering av bränsletyper i Sverige. Som en del av ett framtida beslutsstödsystem kan en bränsletypsklassificering användas för riskbedömning, stöd vid operativa insatser samt vid uppföljning och utvärdering efter brand.

Under projektet har följande underlag tagits fram av Metria:

- En sammanställning över rikstäckande datakällor till en bränslekartering som fanns tillgängliga vid början av 2014.
- En litteraturstudie med fokus på användning av fjärranalysmetoder för produktion av bränslekartor i andra länder och regioner.
  - Ett appendix till litteraturstudien där Metria föreslår att arbete med att kartera brandbränsle knyts samman med projektet CadasterENV som syftar till att ta fram en ny marktäckekartering på rikstäckande nivå i Sverige.
- En sammanställd kartering av trädslagsblandning, trädhöjd och skogsdensitet i ett studieområde i Stockholms län. Kartmaterialet låg till grund för en utvärdering i fält i samarbete med deltagare från Metria, MSB, Skogsstyrelsen och SLU.

### 1.1 Sammanfattning av litteraturstudie

Vegetationsbränder utgör en naturlig ekologisk process som skapar nya habitat och konkurrensfördelar för brandberoende arter. Före 1850-talet brann i genomsnitt 1 % av Sveriges totala skogsareal årligen, medan siffran idag ligger på cirka 0,0016 % (Nilsson, 2005). Situationen i Sverige och andra länder kring Östersjön kan ställas i kontrast till länder i medelhavsregionen och Nordamerika (Kanada och USA) där betydande arealer skogsmark årligen brinner.

Regeringens klimat- och sårbarhetsutredning (SOU, 2007:60) visar att vegetationsbränder kommer att bli mer frekventa i Sverige under det kommande århundrandet i och 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, leder till ett ökat behov av att i Sverige utveckla system och dataunderlag som möjliggör effektiv hantering av vegetationsbränder innan, under och efter en släckningsinsats.

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 inkorporerar också bränsleklassificeringssystemet *Fire Behavior Prediction (FBP)* som används för kvantitativa skattningar av brandspridningshastighet och intensitet. I Sverige saknas definitioner och kartering av bränsletyper, bränslestruktur och brandbarriärer vilka är en grundförutsättning för att göra avancerade simuleringar av ett brandförlopp. Fjärranalys kan i detta avseende utgöra en kostnadseffektiv metod för att ta fram klassningar av vegetation i olika brandrisknivåer. Riskkartor för brand i vegetation möjliggör förbättringar i samhällets

riskhanteringsförmåga i form av underlag för förebyggande åtgärder mot bränder och mer effektiva operativa insatser vid en pågående vegetationsbrand.

I förstudien som producerats av Metria presenterades dels lösningar som tillämpats i andra länder för att hantera vegetationsbränder med särskilt fokus på fjärranalysens roll i bränslekarteringar och hur dessa karteringar används, dels studier som belyser framtida innovationer och utvecklingsmöjligheter inom området. 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 bedömdes det i litteraturstudien 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 Prometheus<sup>1</sup>.

Bränsleklasserna i FBP beskriver bland annat artförekomst, vegetationstäthet i olika skikt och ålder kvalitativt. Genom att använda delindex i FWI-systemet kan bränsleklasserna ges 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 Nya Zeeland har FBP anpassats för landets specifika vegetationsförhållanden. Bränsletyperna i Kanadas och Nya Zeelands versioner av FBP har skillnader i form av klasser som i Nya Zeeland har utvecklats från grunden.

**Tabell 1: Bränsletyper i det kanadensiska FBP-systemet. Svensk översättning av Jönsson och Linåker (2010).**

Grupp	Kod	Namn	Svensk översättning
Barrskog	C-1	Spruce-Lichen Woodland	Gran och renlav
	C-2	Boreal Spruce	Boreal gran
	C-3	Mature Jack or Lodgepole Pine	Mogen banksiana- ( <i>Pinus banksiana</i> ) och contortatall ( <i>Pinus contorta</i> )
	C-4	Immature Jack and Lodgepole Pine	Ung banksiana- ( <i>Pinus banksiana</i> ) och contortatall ( <i>Pinus contorta</i> )
	C-5	Red and White Pine	Röd- ( <i>Pinus resinosa</i> ) och weymouthtall ( <i>Pinus strobus</i> )
	C-6	Conifer Plantation	Barrskogsplantering
	C-7	Panderosa Pine/Douglas-fir	Gultall ( <i>Pinus ponderosa</i> ) och douglasgran ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )
Lövskog	D-1	Leafless Apen	Lövlös asp ( <i>Populus tremula</i> )
Blandskog	M-1	Boreal Mixedwood – Leafless	Boreal blandskog – lövlöst
	M-2	Boreal Mixedwood – Green	Boreal blandskog – lövbeklätt

<sup>1</sup> [www.firegrowthmodel.ca](http://www.firegrowthmodel.ca)

	M-3	Dead Balsam Fir/Mixedwood – Leafless	Död balsamgran ( <i>Abies balsamea</i> )/blandskog – lövlöst
	M-4	Dead Balsam Fir/Mixedwood – Green	Död balsamgran ( <i>Abies balsamea</i> )/blandskog – lövbeklätt
Hygge	S-1	Jack or Lodgepole Pine Slash	Hygge av banksiana- ( <i>Pinus banksiana</i> ) och contortatall ( <i>Pinus contorta</i> )
	S-2	White Spruce/Balsam Slash	Hygge av vit- ( <i>Picea glauca</i> ) och balsamgran ( <i>Abies balsamea</i> )
	S-3	Coastal Cedar/Hemlock/Douglas-fir Slash	Hygge av kustnära ceder ( <i>Cedrus</i> )/hemlocksgran ( <i>Tsuga</i> )/ douglasgran ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )
Gräsmark	O-1a	Matted grass	Kompakterat gräs
	O-1b	Standing grass	Stående gräs

## 1.2 Befintliga geodata

Parallellt med litteraturstudien sammanställdes befintliga geodata med täckning i Sverige som skulle kunna användas i en bränsletypsklassificering. Sammanställningen presenterades under ett möte med projektgruppen våren 2014.

### 1.2.1 Skogsstyrelsen

Skogsstyrelsen har producerat följande data på rikstäckande nivå:

- Avverkade skogsområden
- Biomassa
- Skogshöjd

### 1.2.2 European Environment Agency

European Environment Agency (EEA) har producerat ett antal rasterskikt med en upplösning på 20m som täcker alla medlemsländer. Tanken är att dessa lager ska uppdateras var 3-5 år. Följande lager finns producerade:

- Krontäckning
- Skogstyp (blad- eller barrskog)
- Hårdgjorda ytor (Imperviousness)
- Gräsmarker (Grassland)
- Våta marker (Wetland)
- Permanenta sjöar
- Corine Land Cover<sup>2</sup>: Dataset som produceras med täckning över Europa med 100 meters upplösning. Corine genomgår för närvarande en uppdatering baserad på satellitdata från referensåret 2012. Data från referensåret 2006 finns tillgängliga för användning.

### 1.2.3 Lantmäteriet

Lantmäteriet producerar en ny svensk markmodell i rasterformat med en upplösning på 2m. Markmodellen är framtagen genom flygburen laserskanning och täcker under slutet av 2015 hela

<sup>2</sup> <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>

Sverige med undantag för fjällen. En rikstäckande markmodell inklusive fjällen är planerad och kommer att produceras under 2016-17. Från laserdata är det även möjligt att ta fram marklutning och lutningsriktning, vilka har betydelse i ett brandförlopp. Det finns idag inga planer på att uppdatera laserskanningen.

#### 1.2.4 Naturvårdsverket

Svenska Marktäckedata (SMD)<sup>3</sup> är en marktäckeklassificering som tillhandahålls av Naturvårdsverket. SMD har nationell täckning och är baserad på klasserna i Corine Land Cover, men med några fler underklasser samt en ökad rumslig upplösning till 25 meter. SMD producerades med referensåret 2000 och det finns ingen avsikt att uppdatera produkten.

#### 1.2.5 SLU

SLU har inom Skogskarta<sup>4</sup> (f.d. kNN) tagit fram ett antal produkter som beskriver skogen. Skogskartan är en skattning av trädslag och biomassa. Arter som karteras är bok, björk, ek, övrigt löv, tall, gran och contortatall. Produkten har låg geografisk precision och är främst tänkt att användas för statistiska mått på landskapsnivå. Följande skikt finns producerade:

- Ålder
- Skogshöjd
- Volym björk
- Biomassa
- Volym Bok
- Volym contortatall
- Volym Ek
- Volym Gran
- Volym tall
- Volym övrigt
- Volym totalt

#### 1.2.6 Sveriges geologiska undersökning (SGU)

Jordartskartan från SGU är producerad på nationell nivå, men kvalitet och precision i produkten bygger på det underlag som har använts vid kartering. Medelfelet i geografiskt läge varierar från 25-200 meter. SGU arbetar successivt med att uppdatera jordartskartan nationellt med hjälp av nya datakällor, till exempel Lantmäteriets förbättrade höjdmodell.

### 1.3 Utveckling efter litteraturstudie

Efter litteraturstudiens färdigställande hölls ett möte under hösten 2014 där Karin Larsson och Carl Gilljam från Metria, Anders Granström från SLU samt Leif Sandahl från MSB deltog. Under mötet beslutade deltagarna att Metrias marktäckekartering CadasterENV skall användas för fortsatt arbete

---

<sup>3</sup> [http://gpt.vic-metria.nu/data/land/SMD\\_produktdeskription\\_20140627.pdf](http://gpt.vic-metria.nu/data/land/SMD_produktdeskription_20140627.pdf)

<sup>4</sup> <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/tjanster-och-produkter/interaktiva-tjanster/slu-skogskarta/>



2015-10-12

Bränsleklassificering för vegetationsbränder

med bränsleklasser inom projektet. Metria åtog sig att organisera ett fältbesök i Stockholms län under våren 2015 för att utvärdera en första version av CadasterENV.

## 2 Bränsletyper i Sverige

I denna del sammanfattas beskrivningar av karaktären på brandbränsle i Sverige som levererats inom projektet av Anders Granström, SLU.

### 2.1 Bränsle i skogsmark

För skogsmark är det både markvegetationen och trädskiktet som avgör bränslestrukturen, men kunskapen är allmänhet bättre om trädskiktet än om markvegetationen. I viss mån går dock markvegetationen att gissa utifrån trädskiktets karaktär.

#### 2.1.1 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 mosstäcket ändra bränslekväliteten. 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 mosstäcket 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.

#### 2.1.2 Ris

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 bränslekvälitet: 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.

### 2.1.3 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 Andra typer av mark

Myrar täcker en avsevärd del av utmarkerna och har vitt skilda egenskaper ur bränslesynpunkt. Ett exempel är tallmossa 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 myr dominerar vitmossor med ett mer eller mindre rikt inslag av starr och andra gräsliknande växter. Även dessa myrar kan brinna; med starrförna som huvudsaklig bränslekomponent, men med tillskott från vitmossan när det råder stark torka. För öppna myrmarker 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 årsväxten 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.



### 3 CadasterENV

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

Marktäckekarteringen består av en high-resolution (HR) produkt i raster med 10 meters upplösning som är tänkt att produceras på nationell nivå och en very high-resolution (VHR) produkt med 2 meters upplösning med täckning inom Sveriges största tätorter. Indata består bland annat av satellitbilder från SPOT 5, kartdata från Lantmäteriet med flera myndigheter och Sveriges nationella höjdmödel.

I CadasterENV ingår också ett analysystem för marktäckeförändringar, till exempel uppkomst av nya hyggen och vägar, vilket kan användas för att uppdatera marktäckekartan utifrån olika användares behov. Metria planerar att uppdatera CadasterENV till en ny version var femte år. Under första halvåret 2015 har Stockholms län samt delar av Västerbottens län och Östergötlands län karterats. Metria hoppas kunna säkra finansiering för en nationell produktion av CadasterENV under 2016-17.

#### 3.1 Datakontinuitet

Satelliten SPOT 5, som använts som underlag i första versionen av CadasterENV togs ur bruk under 2015. En första nationell kartering kommer att bygga på SPOT 5-scener från 2011-14 men uppdateringar av produkten i framtiden kommer att baseras på data från de europeiska Sentinel 2-satelliterna<sup>5</sup>. Den första av Sentinel 2-satelliterna (2A) sköts upp i omloppsbanan 2015-06-23 och började leverera data regelbundet under hösten 2015.

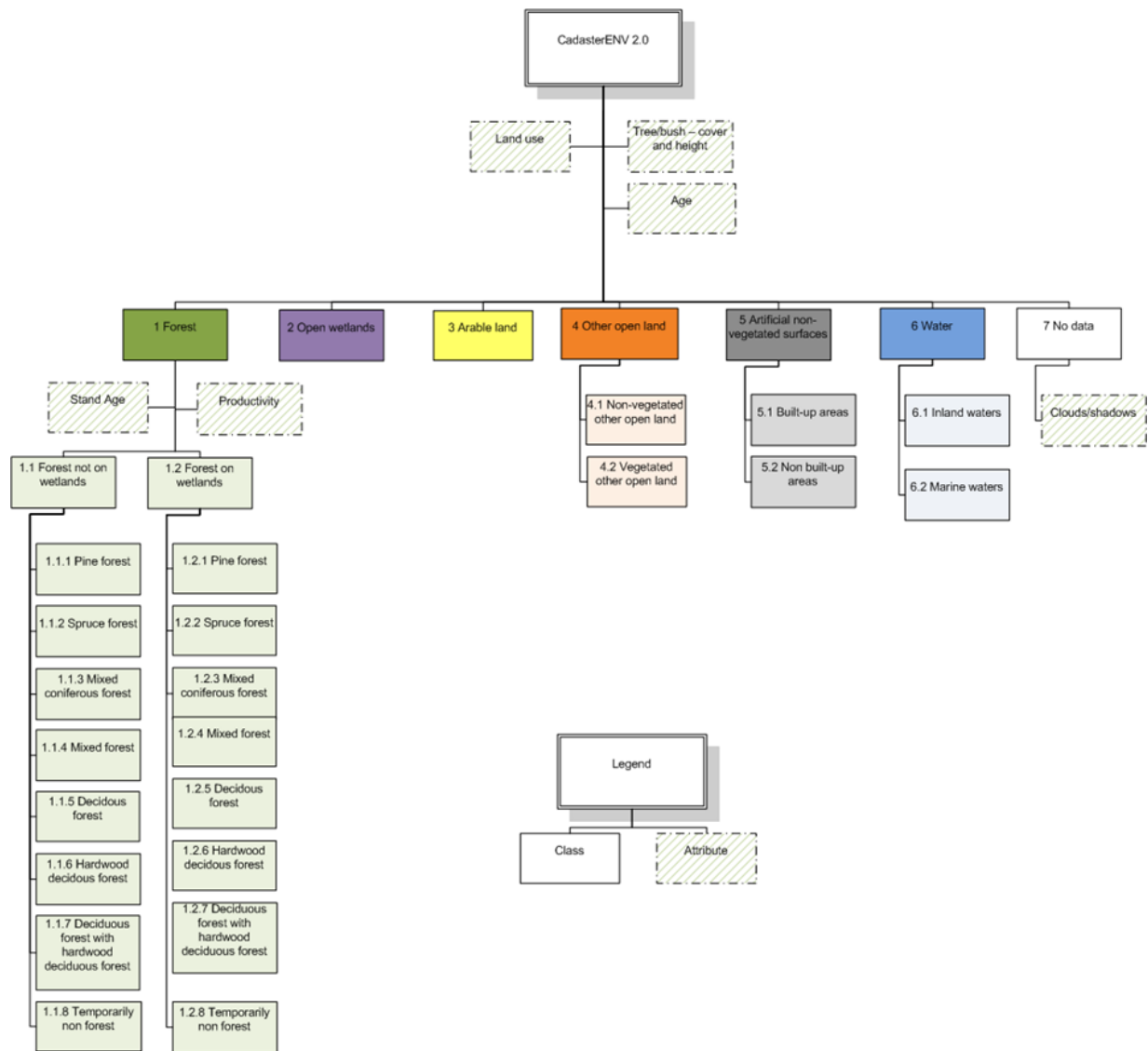
#### 3.2 Klassificering av marktäcke

Karteringen i CadasterENV är uppdelad i sex huvudklasser med särskilt fokus på underklasser inom skogen. Vegetationsklasserna är anpassade för att överensstämma med produkten Kontinuerlig naturtypskartering av skyddade områden (KNAS)<sup>6</sup> som har utvecklats av Metria och används av Naturvårdsverket och länsstyrelser för miljöövervakningsändamål. Klasserna i CadasterENV kan anpassas efter olika behov och önskemål för en kartering optimerad för framtagande av brandbränsletyper.

---

<sup>5</sup> [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2)

<sup>6</sup> <http://www.metria.se/Vara-erbjudanden/Analyser/Geografiska-analyser/Naturtypskartering/>



Figur 1: Klasser i CadasterENV

### 3.2.1 Skogsklasser

Metoden som används i CadasterENV fördelar skogen i tall, gran, blandat barr, lövblandad barrskog, triviallöv, ädellöv och blandad lövskog. Samtliga skogsklasser är också uppdelade efter markfuktighet, och attribut för höjd och densitet är integrerade. I produkten finns följande skogsklasser definierade:

- **Tall:** Minst 70 % av kronskiktet består av tall.
- **Gran:** Minst 70 % av kronskiktet består av gran.
- **Barrbland:** Kronskiktet består av minst 70 % tall eller gran, men ingen av dessa överskrider 70 % individuellt.
- **Lövblandat barr:** Varken barrträd eller lövträd överskrider 70 % av kronskiktets sammansättning.
- **Triviallöv:** Kronskiktet består av minst 70 % lövträd, främst björk, al, asp.
- **Ädellöv:** Kronskiktet består av minst 70 % lövträd, där >50% är ädellövträd, främst ek, bok, alm, lind, lönn, körsbär, hassel.
- **Blandat trivial/ädellöv:** Kronskiktet består av minst 70 % lövträd, där 20-50% är ädellövträd, främst ek, bok, alm, lind, lönn, körsbär, hassel.

### 3.2.2 Trädhöjd och skogstäckningsgrad

Trädhöjd och skogstäckningsgrad levereras som attribut i CadasterENV och används också som underlag för att ta fram olika marktäckeklasser. Inom CadasterENV produceras båda variabler med 10 meters och 2 meters upplösning. Endast data med 10 meters upplösning har använts inom detta projekt.

Både trädhöjd och skogsdensitet räknas fram från Lantmäteriets laserinmätta vektorpunkter. Vid preparering av data elimineras punkter som registrerats under en viss höjd (inom CadasterENV används 1,37 meter) för att jämna ut data och minska risken för felaktiga avvikelser. Från den definierade lägsta höjden används 95 % av alla kvarvarande punkter för att eliminera de högsta, och potentiellt felaktigt avvikande värdena.

Trädhöjden tas fram direkt ur de höjdvärden som samlats in under laserinmätning, medan skogstäckningsgraden bygger på en medelvärdesberäkning av punkternas höjdvärden i geografiska fönster för att få fram ett rastervärde mellan 0-100, vilket representerar den procentuella täckningsgraden.

Vid kategorisering av trädhöjd används följande indelning:

Intervall (m)	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30
Rastervärde	10	15	20	25	30	45

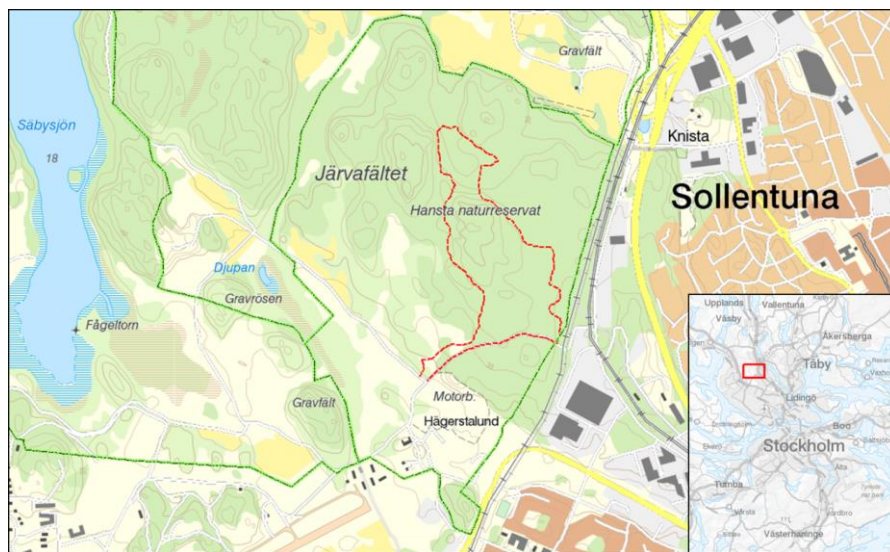
För skogstäckningsgrad används följande indelning:

Intervall (%)	0-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Rastervärde	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

## 4 Fältbesök

Fältbesöket ägde rum i Hansta naturreservat i Stockholms län 2015-05-28. Deltagande var Carl Gilljam och Charlotta Cristvall från Metria, Anders Granström från SLU, Carl Appelqvist från Skogsstyrelsen samt Leif Sandahl från MSB. Syftet med fältbesöket var att utvärdera Metrias förslag till vegetationskartering samt att samla in synpunkter från deltagarna som bidrar till bästa möjliga klassindelning för ett bränsletypssystem.

Metria presenterade föreslagna vegetationsklasser som har tagits fram genom bearbetning av satellitbilder med en upplösning på 10 meter. Kartmaterial visandes skogsdensitet (kröntäckningsgrad), trädhöjd och markfuktighet från laserdata presenterades också. Nedan sammanfattas synpunkter och kommentarer från deltagarna inom olika kategorier.



Figur 2: Hansta naturreservat i Stockholms län med ungefärlig fältrutt utritad. © Lantmäteriet.

### 4.1 Skogsklasser

- Övergången mellan skogsklasserna stämde enligt deltagarna bra överens med verkligheten.
- Det viktiga för bränders beteende och brandrisk är framför allt bottenskiktet (mossor och lavar) och fältskiktet (risväxter) i kombination med trädslag och slutenhet. I en *tallskog* spelar fältskiktet en mindre roll, men är viktigt i en *granskog*. I grandominerade marker skulle det vara bra att kunna skilja på ris/mossa respektive örtrika marker. Ett förslag som diskuterades i fält är att använda Jordartskartan där granskog på morän får representera ris/mossa och granskog på finare sediment får representera lågörts/högörtsgranskog. Eventuella samband mellan trädslag och klasserna i Jordartskartan måste dock utvärderas för att kunna användas i en bränsletypskartering.
- I fallet *lövblandad barrskog* är det i dagsläget inte känt hur stort lövinslag som påverkar bottenskiktet och fältskiktet och därmed brandbeteendet. Ett lövinslag under 30 % har med stor sannolikhet ingen betydelse för bränslet. Däremot kan det på sikt vara intressant att identifiera barrbestånd som har en högre procentuell lövinslagning. I dagsläget finns dock inte tillräcklig kunskap som kan styra en ändring av en bränsleklass som beskriver lövblandade barrskogar. Trädslagskarteringen i CadasterENV kan anpassas för att reflektera andra krav på mängden lövträd.
- Det finns inget behov i dagsläget att skilja mellan olika typer av *triviallövskog*. Eventuella framtida önskemål om en uppdelning av till exempel björk och asp skulle kräva metodutveckling genom exempelvis tidsserianalys för att se arternas individuella fenologi.

## 4.2 Gräsmarker och jordbruksmark

- Ur bränslesynpunkt finns ett stort behov att skilja mellan gräsmarker och jordbruksmark som hävdas och sådana som inte brukas.
- I CadasterENV ingår klasserna *åkermark*, *övrig öppen mark som hävdas* (bete/slåtter) och *övrig öppen mark utan känd hävd*. Inom den sistnämnda klassen ingår både igenväxande gräsmarker samt gräsmarker som sköts utanför jordbrukens regi samt övrig öppen mark som inte är gräsbevuxen.
- För att utvärdera en potentiell indelning av gräsmarker och jordbruksmark i CadasterENV i flera klasser krävs metodutveckling. Tidsserieanalyser från Sentinel-satelliterna ger även här nya och förbättrade möjligheter att karakterisera marktäcket.

## 4.3 Myrmarker

- Det finns ett behov att särskilja olika vegetationstyper på öppna myrmarker. I dagsläget finns ingen särskild myrmarksklass i CadasterENV. Myrmarker hamnar i nuvarande produkt i klassen övrig öppen mark i kombination med skiktet *våt mark*, men genom tröskling av fuktighet och matchning mot torv i Jordartskartan kan myrmarker också urskiljas.

## 4.4 Produkter baserade på laserdata

- I materialet som utvärderades under fältbesöket visades *markfuktighet* som en rastrerad yta som läggs ovan vegetationsklasserna i CadasterENV. Ingen gradering av fuktighet användes vilket innebär att klasserna visades som antingen "fuktig" eller "icke fuktig". Deltagarna upplevde inte att markfuktigheten representerades på ett bra sätt.

Framtagande av markfuktigheten i CadasterENV bygger på måttet Topographical Wetness Index (TWI) som använder höjddata för att hitta ytor där vatten ansamlas. Alla terrängsvackor som identifieras av TWI är inte är våta, bland annat på grund av utdikning, men även på grund av att marken inte är tillräckligt blöt för att påverka vegetationen nämnvärt. Andra benämningar för markfuktighet kan användas för att förbättra den tematiska kvalitén, till exempel frisk-våt mark alternativt terrängsvacka. Tröskelvärden för vad som är vått kan också ändras och markfuktigheten kan presenteras i en kontinuerlig skala istället för "fuktig" och "icke fuktig".

- Metodiken för framtagandet av *trädhöjdsrastret* efterfrågades av deltagarna. Detta finns beskrivet i del 3.2.2 ovan.
- En utvärdering av kvaliteten på *skogsdensiteten* efterfrågades också. En statistisk utvärdering av dessa data är inte genomförd.

## 4.5 Sammanfattning av fältbesök

- Klassningen av skogen stämde bra överens med observationer i fält. Vegetationsklasserna utgör i sig inte bränsleklasser utan måste kombineras med andra källor, till exempel laserdata och eventuellt Jordartskartan.
- Behovet av att karakterisera, alternativt direkt kartera bottenskikt och fältskikt inom skogsmark är fortsatt centralt inom arbetet med bränsletyper.
- Det finns ett behov att utöver bränslekartor ta fram kartor för orientering i fält vid släckningsinsatser. Vegetationsklasserna och bränsletyperna är inte framtagna för det syftet. Med en specifikation av användarkrav kan Metria skapa kartor och tjänster för användning vid både planering och vid operativa insatser.



## 5 Fortsatt arbete

Metria har med CadasterENV visat att ett dataset med hög tillförlitlighet vad gäller trädslagsblandning, skogshöjd och densitet kan tas fram för olika behov. Produkten är inte ännu rikstäckande, och för att påbörja arbete med en bränslekartering på nationell skala krävs att andra ingående data för marktäckainformation används.

### 5.1 Kartering av vegetation under kronskiktet

Oavsett tillgänglighet till data som beskriver krontäckets samt marktäckets utseende utanför skogsmark så kräver en effektiv bränslekartering information om bottenskikt och fältskikt inom skogsmark. Detta kan till viss del uppskattas baserat på krontäckets utseende, men det finns också möjlighet att utnyttja nya datakällor inom fjärranalys.

#### 5.1.1 Tidsserieanalyser

Flera satellitbilder över ett och samma område inom en begränsad tidsperiod (2-3 månader) gör det möjligt att följa vegetationsutvecklingen i ett skogsområde under vår och försommar och därmed skapa bättre underlag för att kartera markvegetation och andel lövträd. De jordobservationssatelliter med hög till medelhög rumslig upplösning som finns i drift idag ger begränsad tillgång till upprepade bilder över samma område inom korta tidsramar. Ju mer sällan en satellit återbesöker ett område desto lägre blir också sannolikheten att bilder med låg molntäckning genereras. Infrastrukturen för satellitbildstillgång kommer att förändras i och med att satelliterna Sentinel 2A och 2B tas i drift (2015 respektive 2016), eftersom dessa återbesöker ett givet område i Sverige så ofta som var tredje dag.

Resultat från tidsserieanalyser från Sentinel 2 ökar möjligheten att ta fram relevanta karakteriseringar av bottenskikt och fältskikt med hjälp av vegetationens fenologi. Luckor i skogen där markvegetation framgår i satellitbilder skulle kunna stödja framtagandet av botten- och fältskikt även i skogsområden.

#### 5.1.2 Användning av Jordartskartan för klassindelning

Möjligheten att dela in till exempel granskog i två eller flera separata klasser med stöd av information i Jordartskartan kräver fortsatt utredning och verifiering i fält. Ur ett produktionsperspektiv innebär denna modifikation varken tekniska problem eller betydande tidsinsatser. Dock är kvalitén på ny klassindelning starkt beroende på kvalitén i Jordartskartan. I storstadsregioner har Jordartskartan som regel hög detaljnivå och stöds av verifiering i fält, men i många delar av Sverige är generaliseringsgraden högre och osäkerheten i karteringen större. SGU arbetar kontinuerligt med förbättringar av Jordartskartan, men problem med varierande tillförlitlighet kommer att kvarstå på nationell nivå.

### 5.2 Anpassning av CadasterENV

Fältbesöket syftade till att ge Metria nödvändig feedback från övriga projektdeltagare för att kunna anpassa CadasterENV till specifika behov. Detta krävs för att effektivt kunna kartera brandbränsle. Eftersom produkten är utvecklad med miljöövervakning som fokus är vissa förändringar som andra generaliserings- eller klassningsmetoder eventuellt nödvändiga.

Anpassningar av CadasterENV bör specificeras och beslutas i god tid innan en nationell produktion av produkten startas, då tidsbesparingar kan göras om produktionskedjor för olika syften synkroniseras. I

testproduktionen av CadasterENV samkördes till exempel produkter för miljöövervakning åt Naturvårdsverket och statistikinsamling för SCB.

### 5.2.1 Modifiering av skogsgläntor

Under fältbesöket uppmärksammades att skogsgläntor mindre än 0.3 ha visas som skog istället för öppen mark. Detta beror på ett önskemål från produktens ursprungliga användare och därför inkorporerades en generalisering som slöt luckor i skogen under en viss storlek. Gläntor finns fortfarande synliga i densitetsdata, och det finns inget som hindrar att utesluta generaliseringen av gläntor i en parallell produktionskedja, och därmed visa mindre gläntor i en framtida bränsletypskarta också.

Storleken på minsta areal som tas med i produkten kan också till viss del ändras, men kan innebära förlängd produktionstid på grund av större datamängder.

### 5.2.2 Uppdelning av tallarter

I delar av Sverige är contortatalen (*Pinus Contorta*) beståndsbildande. Då denna art har andra brandegenskaper än Sveriges traditionella tall (*Pinus Sylvestris*) kan en uppdelning av dessa arter vara nödvändig för att korrekt uppskatta risk för brandspridning. En uppdelning av dessa arter i två klasser innebär inte ett tekniskt hinder. I produktionskedjan för CadasterENV klassas contortatalen separat från annan tall för att undvika sammanblandning med andra trädslagsklasser. I den färdiga produkten slås sedan alla typer av tall samman i en klass. Sammanslagningen kan tas bort för produktion av bränsletypskartor. Från skogsbolag finns också goda uppskattningar av mängden contortatall inom produktionsområden vilket hjälper förbättra den potentiella precisionen i karteringen.

### 5.2.3 Modifiering av lövblandad barrskog

Ur bränslesynpunkt är en lövinblandning på 30 % i ett barrbestånd mindre intressant, vilket innebär att en modifikation av klassen "Lövblandat barr" kan vara nödvändig. Olika metoder kan tillämpas för att ändra på kriterierna för lövinblandning. Dels kan en separat klassificering av de satellitscener som går in i CadasterENV användas för att precisera lövinnehållet, och dels kan en vidareförädling av den redan existerande klassen i CadasterENV göras för att gradera lövinnehållet genom till exempel analys av vegetationsindex som NDVI. Det sistnämnda alternativet är sannolikt det minst tidskrävande och medför i högre utsträckning möjlighet att i ett senare skede ändra definitioner och trösklar för lövinblandning utifrån önskemål från användare.

## 5.3 Anpassning av alternativa marktäckedata

Andra marktäckedata som kan tänkas användas för en bränsletypskartering (se del 1.2) erbjuder inte samma flexibilitet som CadasterENV, i synnerhet sett till trädslagsblandning. Både Corine Land Cover och SMD saknar till exempel en uppdelning av gran och tall i egna klasser.

En central fördel med CadasterENV är att användare har möjlighet att anpassa produktionen för att passa specifika önskemål och syften. En femårig uppdateringscykel kombinerat med inbyggda förändringsanalyser under mellanåren skapar också en produkt vars tillförlitlighet inte minskar successivt över tid.

## 6 Slutsatser

Det finns goda möjligheter att kartera bränsletyper i Sverige med hjälp av fjärranalysmetoder kombinerat med tematisk information, till exempel jordarter. Metrias projekt CadasterENV kan med fördel knytas samman med en framtida bränslekartering för att skapa ett grundläggande underlag.

För att kunna utföra en bränslekartering i Sverige krävs:

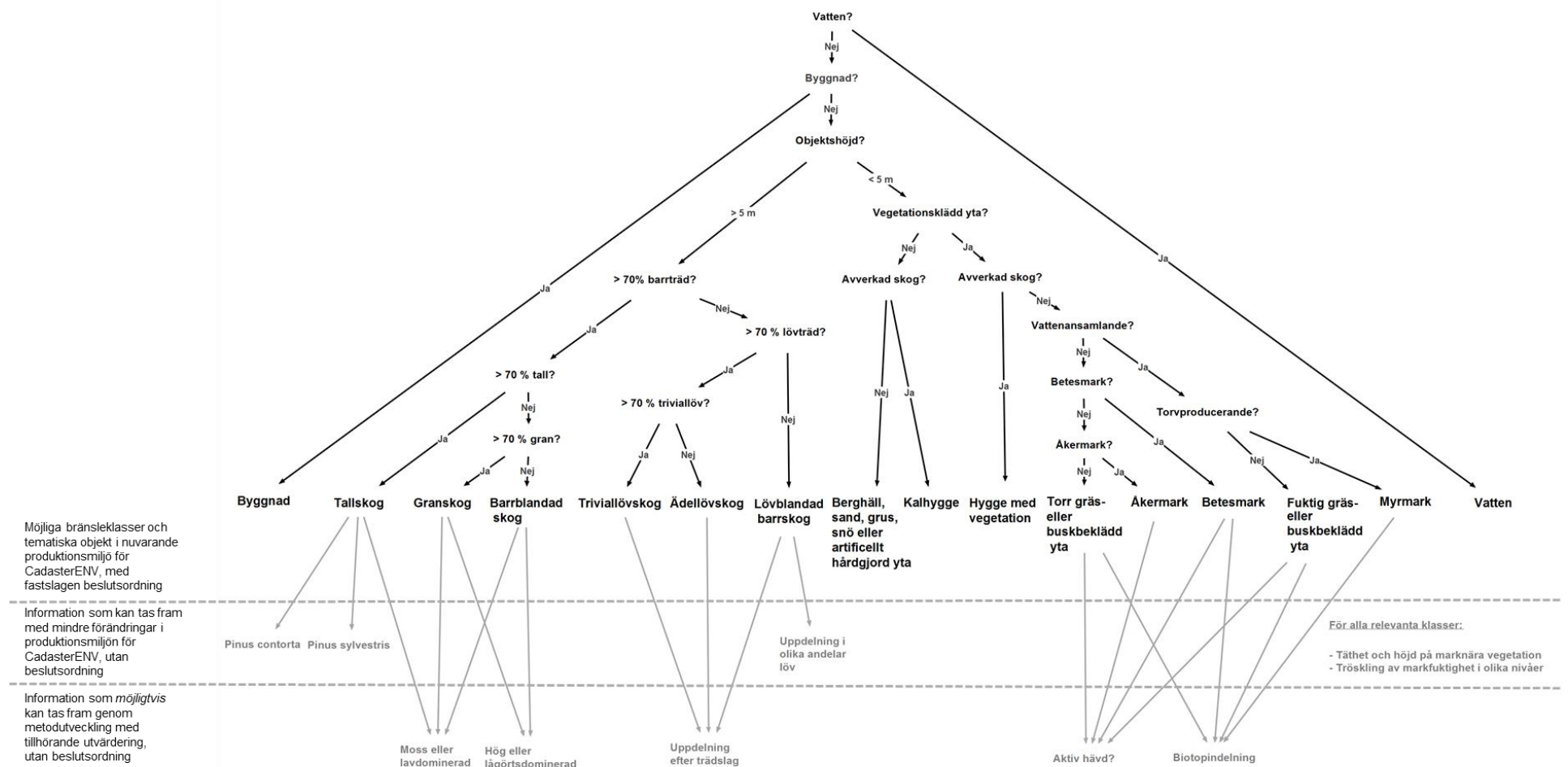
1. **Fastställda definitioner av klasser** som skall ingå i ett svenskt bränslekarteringssystem.
2. **Ett beslut om vilka marktäckedata som skall användas för en kartering**, det vill säga om CadasterENV är en lämplig produkt för syftet, eller om alternativa data skall användas.
3. Oavsett beslut i punkt 2 krävs en diskussion om nödvändiga **anpassningar av marktäckedata** för att kunna tillämpas i en bränslekartering. I fallet CadasterENV bör eventuella beslut kring nödvändiga modifieringar vara färdiga innan nationell produktion startas (för närvarande planerad till 2016).
4. **Ökade kunskaper om markvegetationens sammansättning**. Med bättre tillgänglighet till tidsserier av satellitdata från Sentinel 2 har Metria möjlighet att undersöka potentialen att direkt kartera markvegetation i mindre områden. Fastställda definitioner av klasser och deltagande från användare måste finnas för att kunna undersöka de variabler som är av intresse för en bränslekartering. Metoder för alternativa markvegetationskarteringar, till exempel genom att kombinera topografiska data för markfuktighet, Jordartskartan och vegetationsdata bör också utvärderas parallellt.

Metria kan i detta sammanhang bidra med metodutveckling i form av analyser av tidsserier för att bättre karakterisera vegetationen i olika klasser, samt genom vidareförädling och utvärdering av laserdata för att karakterisera vattenansamling i landskapet.

Oavsett val av metod för framtagande av bränsleklasser krävs på sikt provbränningar och insamling av fältdata för att verifiera de klasser som tagits fram.

### 6.1 Beslutsträd för bränslekartering

I nuläget kan endast beslutsträd som visar klasser i CadasterENV tas fram eftersom dessa är testade och verifierade både statistiskt och i fält. Därför visas föreslagna samband och vidareutvecklingsmetoder för framtida komponenter i en bränsleklassificering, utan en specifikation av konkreta beslutsmetoder i figur 3 nedan. Beslutsträdet understryker kravet på tydliga definitioner och utredning av samband mellan olika data för att fortsätta arbetet med en bränsleklassificering i Sverige.



Figur 3: Beslutsträd för bränsleklasser och tematiska objekt baserade på produktionsmiljön i CadasterENV, med utvecklingsmöjligheter i två steg

## 7 Referenslista

Jönsson, C., & Linåker, J. (2010). *Fördjupningsstudie: Canadian Forest Fire Behavior Prediction System*. Lunds tekniska högskola, Brandteknik och Riskhantering. Lund: Lunds Universitet.

Nilsson, M. (2005). *Naturvårdsbränning. Vägledning för brand och bränning i skyddad skog*. Stockholm: Naturvårdsverket.

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.