

ARBETSRAPPORT 1091-2021

# Kartering av skog på felaktig ståndort

Studie med nationellt tillgängliga geodata

Erik Willén, Fredrik Johansson, Staffan Jacobson, Christoffer Keskitalo  
och Gustav Friberg



Äldre granskog på torrmark. Foto: Skogforsk.

# Innehåll

<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Summary</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>6</b>
Bakgrund .....	6
Skog och skogsmark .....	6
Syfte och mål .....	8
<b>Material och metoder</b> .....	<b>9</b>
Indata .....	9
Trädslagskarteringar .....	9
Markfuktighet .....	14
Jordartskartor .....	17
Klimatdata .....	20
Modell .....	21
Förutsättningar .....	21
Kriterier .....	21
Återkoppling och utvärdering .....	22
Studieområden .....	22
<b>Resultat</b> .....	<b>24</b>
Provytorna fördelning .....	24
Trädslagskartering .....	26
Markfuktighet .....	28
Karterings- och redovisningsexempel .....	31
<b>Diskussion och slutsatser med rekommendationer</b> .....	<b>34</b>
<b>Litteratur</b> .....	<b>37</b>



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala  
skogforsk@skogforsk.se  
skogforsk.se

---

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 17 juni 2021 av Line Djupström, Bitr. programchef Skogsskötsel. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 24 juni 2021.

Redaktör: Hanna Andtbacka, hanna.andtbacka@skogforsk.se  
©Skogforsk 2021 ISSN 1404-305X

# Förord

Detta projekt adresserar ståndortsanpassning i svenska skogar och möjligheten att nationellt kartera skogar som växer på en ståndort med stor risk för sämre vitalitet på träden. I rapporten benämns detta som skog på felaktig ståndort. Projektet har finansierats av Länsförsäkringar Forskningsfond och genomförts i samarbete mellan Skogforsk (Erik Willén och Fredrik Johansson) och Metria AB (Gustav Friberg och Christoffer Keskitalo). Länsförsäkringar har deltagit i en referensgrupp för projektet och metodtester har genomförts på Länsförsäkringar Göinge-Kristianstads skogsinnehav samt Hällefors Tierp Skogar markinnehav. Stort tack för gott samarbete.

Uppsala juni 2021

Erik Willén

Fredrik Johansson

Staffan Jacobson

Gustav Friberg

Christoffer Keskitalo

# Summary

Forests growing on sites where conditions are less than optimal for the species are at greater risk of damage through wind, fungi, insects, and sometimes fire. Spruce forest grows better on nutrient-rich soils with variable groundwater table, while pine forest is more tolerant of higher ground and sediment soils. Forest growing on less suitable land is at greater risk of reduced tree vitality, resulting in more forest damage.

The aim of this project was to identify forest growing on unsuitable site conditions, and thereby at risk of reduced tree vitality. The information generated may help to explain damage that occurs in forest. Another aim was to develop methods for identifying and mapping forests at high risk of forest damage caused by, for example, wrong choice of species in relation to site conditions.

Input data used for the mapping:

- Tree species
- Ground moisture and possibly variable groundwater table
- Soil
- Vegetation zones, temperature and precipitation

A method was developed, and tested in the counties of Blekinge, Närke and Jämtland in Sweden. The test showed that the mapping of pure spruce and pine forests was successful. The mixed coniferous class can contain both mixtures of pine and spruce, but also pure stands of either species. The mapping of dry land was of practical use, and the soil map was also relevant for the model. For southwest Sweden, annual precipitation needed to be included, to identify areas where the spruce can also tolerate growing on the dry ground because of the high levels of precipitation. Deciduous forest at risk of reduced tree vitality can be identified using the temperature sum. The tests showed that the model was operational for spruce forest.

It is suggested that further demonstrations and evaluations are carried out in other parts of Sweden, to verify the proposed model. There is always a risk that a more general model applicable to the whole of Sweden will have regional exceptions. A clear risk when using soil maps is that they are over-generalised at small scales, producing an over-generalised pattern. This should be investigated in supplementary investigations.

In conclusion, we estimate that forests which can be identified as growing on unsuitable sites include stands of Norway spruce on dry soils and stands of Norway spruce on coarse sediments and moraines. Pine forests on clayey soils should also be possible to identify although they are sparsely abundant.

# Sammanfattning

Skog som växer på ståndorter där träden passar sämre löper högre risk att drabbas av skogsskador (vind, svamp, insekter och ibland brand). Granskog växer bättre på mer näringsrika marker med rörligt markvatten medan tallskog klarar höjdlägen och sedimentmarker bättre. När skog växer på marker som passar trädslaget sämre ökar risken för sämre vitalitet med ökade skogsskador som följd.

Projektet syftade till att kartlägga skog som växer på en olämplig ståndort, och därigenom löper större risk för sämre vitalitet. På sikt kan den informationen bidra till att förklara skador som uppstår på skogen. Målet är att utveckla metoder för att identifiera och kartera skogar med hög risk för skogsskador, orsakat till exempel av ett felaktigt trädslagsval utifrån ståndorten.

Som indata till karteringen har det använts data rörande:

- Trädslag
- Markfuktighet och möjligen rörligt markvatten
- Jordart
- Vegetationszoner, temperatur och nederbörd

En metod har utvecklats och testats i Blekinge, Närke och Jämtland. Testerna visade att karteringen av ren gran- och tallskog fungerade bra. Klassen barrblandskog kan innehålla både blandningar av tall och gran, men även trädslagsrena bestånd. Karteringen av torr mark var användbar och även jordartskartan är relevant att blanda in i modellen. För sydvästra Sverige behöver årsnederbörden inkluderas för att identifiera områden där granen även klarar av att växa på den torra marken tack vare höga nederbördsmängder. Ådellövskog som riskerar nedsatt vitalitet kan identifieras med hjälp av temperatursumma. Modelltesterna visade att den utvecklade modellen rörande granskog är användbar.

Vidare demonstrationer och utvärderingar i andra delar av Sverige förslås för att bekräfta den föreslagna modellen. Det finns alltid en risk att en mer generell modell över Sverige kan medföra att regionala undantag måste göras. En uppenbar risk med jordartskartorna är att de håller en för låg upplösning och därmed ger en alltför schabloniserad bild vid karteringen. Detta bör undersökas mer i kompletterande utvärderingar.

Sammanfattningsvis görs bedömningen att den skog som kan karteras som växande på fel ståndort är granskog på torr mark samt granskog på grova sediment och moräner. Tallskog på lerrika marker bör också kunna identifieras även om de förekommer sparsamt.

# Inledning

## Bakgrund

Skog som växer på ståndorter där träden passar sämre löper högre risk att drabbas av skogsskador (vind, svamp, insekter och ibland brand). Granskog växer bättre på mer näringsrika marker med rörligt markvatten medan tallskog klarar höjdlägen och sedimentmarker bättre. När skog växer på marker som passar trädslaget sämre ökar risken för sämre vitalitet, med ökade skogsskador som följd.

Klimatförändringarna bedöms påverka skogen både positivt och negativt. Sannolikt kommer ett varmare klimat bidra till en högre tillväxt i den svenska skogen. Samtidigt ökar olika risker då perioder av torka, kraftiga stormar eller stora nederbördsmängder bedöms inträffa mer frekvent. Ett förändrat klimat innebär att skötseln av skog behöver anpassas.

Det finns flera orsaker till att ett visst trädslag planteras, trots att ett annat trädslag rekommenderas på marken. En vanlig orsak är risken för viltbete. Då gran inte är lika betesbegärligt som tall, planteras gran på marker bättre anpassade för tall. En annan anledning till ett visst trädslagsval kan vara bedömningar av framtida virkesefterfrågan.

Med ökad kunskap om omfattningen av hur mycket skog som växer på "fel ståndort" kan skogsägare bli mer riskmedvetna, men även sköta skogen på ett sätt som gör att riskerna för skogsskador minskar.

## Skog och skogsmark

Sveriges totala landareal är 40,8 miljoner hektar, enligt Riksskogstaxeringen. Den totala skogsmarksarealen är drygt 28 miljoner hektar, alltså 69 procent av landarealen.

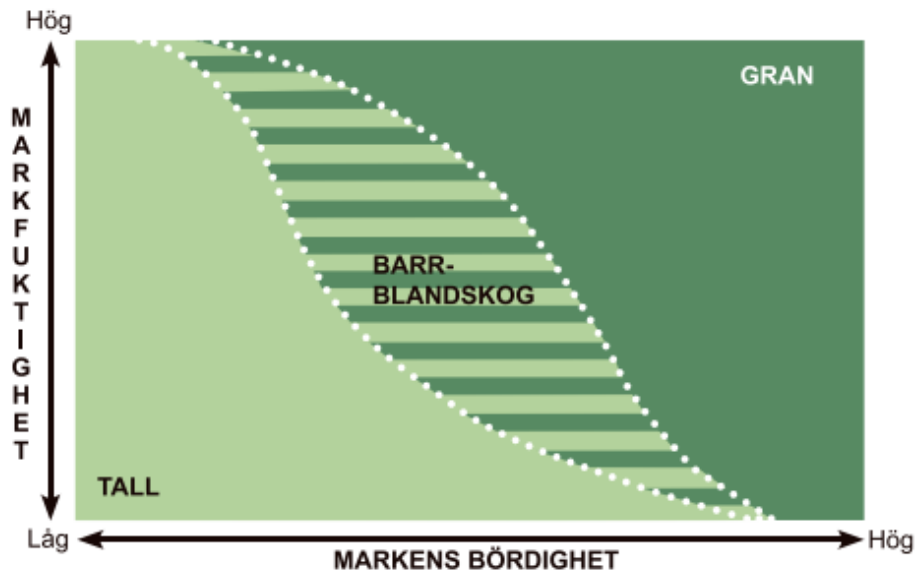
Av den totala skogsmarksarealen räknas 23,6 miljoner hektar som produktiv skogsmark. Det är 58 procent av landarealen. Därav återfinns cirka 1,0 miljoner hektar inom nationalparker, naturreservat och naturvårdsområden. Med produktiv skogsmark menas mark som producerar mer än 1 m<sup>3</sup>sk per hektar och år.

Gran svarar för 55 procent av den avverkade volymen. Detta kan jämföras med granens andel av det levande virkesförrådet som är 41 procent. Tall utgör 33 procent av den avverkade volymen, något lägre än trädslagets andel av det levande virkesförrådet (39 procent). Resterande avverkad volym utgörs av lövträd (12 procent).

Hälften av Sveriges skogsmark ägs av privata enskilda skogsägare (närmare 330 000 personer). En fjärdedel ägs av privata aktiebolag. Resten ägs av staten. Största markägaren är Sveaskog AB som ägs av staten med cirka 15 procent av all svensk skog.

En ståndort är en växtplats för skog med enhetliga förutsättningar gällande klimat, mark samt andra växter och djur. Med ståndortsegenskaper menas sådant som beskriver vegetationstyper, marktyp och markfuktighet, inklusive tillgång till rörligt markvatten. Ett ståndortsanpassat skogsbruk innebär att man vid beståndsanläggning och skötsel beaktar växtplatsens förutsättningar, d v s i praktiken tillämpar behandlingsenheter med samma ståndortsegenskaper. Vid en översikt av de vanligaste förekommande trädslagen i Sverige noteras speciellt ståndortsegenskaper som bidrar till nedsatt vitalitet, det vill säga olämpliga ståndorter för trädslaget.

När det gäller gran och tall som är de dominerande trädslagen i Sverige kan bägge etableras och överleva på svensk skogsmark. Tall har en konkurrensfördel på marker med begränsad vattentillgång och lägre bördighet medan det är tvärtom för granen, figur 1.



Figur 1. Barrträdens konkurrensfördelar på olika ståndorter. Från Hallsby (2013).

På ståndorter som karaktäriseras av torr mark, grov textur och grunt jorddjup hävdar sig tallen bättre än granen. På bördigare marker nyttjar sällan tallen markens produktionspotential fullt ut och kan utvecklas med sämre kvalitet på virkesegenskaperna, men det är inte säkert att tallens vitalitet påverkas i negativ riktning. Tallen klarar sig generellt sämre på finjordsrika marker som mjåla och lera på både morän och sedimentmark. Contortatallerna passar på de flesta ståndorter, men då den generellt har ett svagare rotsystem klarar den sig sämre på fuktig och finjordsrik mark.

Granen klarar sig bättre än de flesta trädslag när det är goda produktionsförutsättningar, det vill säga frisk och fuktig mark med ett ansenligt jorddjup. Det blir svårare för granen på torr mark eller frisk mark i kombination med grov textur på jordarten (både sediment och moränmarker). Här finns en ökad risk för granen att drabbas av nedsatt vitalitet. Det tydliga undantaget är i starkt humida klimatregioner, där jorddjupet oftast blir högre även på vanligen torra marker och granen klarar sig bra.

Lärken har små krav på ståndortens bördighet, men växer bäst på bördig mark. Vid val av lämplig lärkart gäller oftast hybridlärk i södra Sverige och sibirisk, eller rysk, lärk i norr.

När det gäller lövträd är björk det vanligaste trädslaget. Det finns två arter med bred spridning, vårtbjörk och glasbjörk, där bägge trivs bra på friska marker och glasbjörken även på fuktigare marker och klarar även översvämmade ståndorter. Där blir det svårare för vårtbjörken att klara sig. Vårtbjörken är inte heller lämplig på torvmark.

När det gäller övriga lövträdarter och olämpliga ståndorter är aspen ett exempel som inte klarar sig på försumpade ståndorter. Aspen har även svårt på finjordsrika marker, mjåla eller lera. Ett annat exempel är klubbalen som har svårt att klara stillastående vatten. Där växer glasbjörken bättre.

Ädla lövträdsdrag klarar sig på de flesta marker, men med varierande produktionsförmåga. Begränsningen för de flesta ädellövsarter är relaterat till värmekrav där temperatursumman (mått på den sammanlagda dygnsmedeltemperaturen under vegetationsperioden) kan användas. Nordgränsen ligger på temperatursummor runt 1200 dygnsgrader vilket i Sverige hamnar kring Gävle och västerut. Boken återfinns dock enbart i den nemoral zonen, Skåne, Blekinge, Halland och kustnära områden i Västra Götaland.

För att göra bedömningar av hur väl trädslag är anpassade till ståndorten finns det många faktorer som påverkar och i denna studie har vi valt att fokusera på:

- Trädslag
- Markfuktighet och möjligen rörligt markvatten
- Jordart
- Vegetationszoner, temperatur och nederbörd

## Syfte och mål

Projektet syftar till att hitta och kartlägga skog som växer på en olämplig ståndort och därigenom löper större risk för sämre vitalitet. På sikt kan den informationen bidra till att förklara skador som uppstår på skogen.

Målet är att utveckla metoder för att identifiera och kartera skogar med hög risk för skogsskador orsakat till exempel av ett felaktigt trädslagsval utifrån ståndorten. Metoden ska kunna tillämpas över stora delar av Sveriges skogsmark, baserat på nationellt tillgängliga geodata. Karteringen ska visa var det växer skog på olämplig ståndort med en minsta karteringsenhet av en hektar och även kunna summeras fastighetsvis per trädslag.

Det nya i projektet handlar om att använda tillgängliga geodata i modellerna, vilket gör att begränsningar i indata påverkar tillförlitligheten i modellen.



# Material och metoder

## Indata

### Trädslagskarteringar

Det finns i huvudsak två heltäckande trädslagskarteringar över Sverige, Nationella marktäckedata från Naturvårdsverket och SLU Skogskarta.

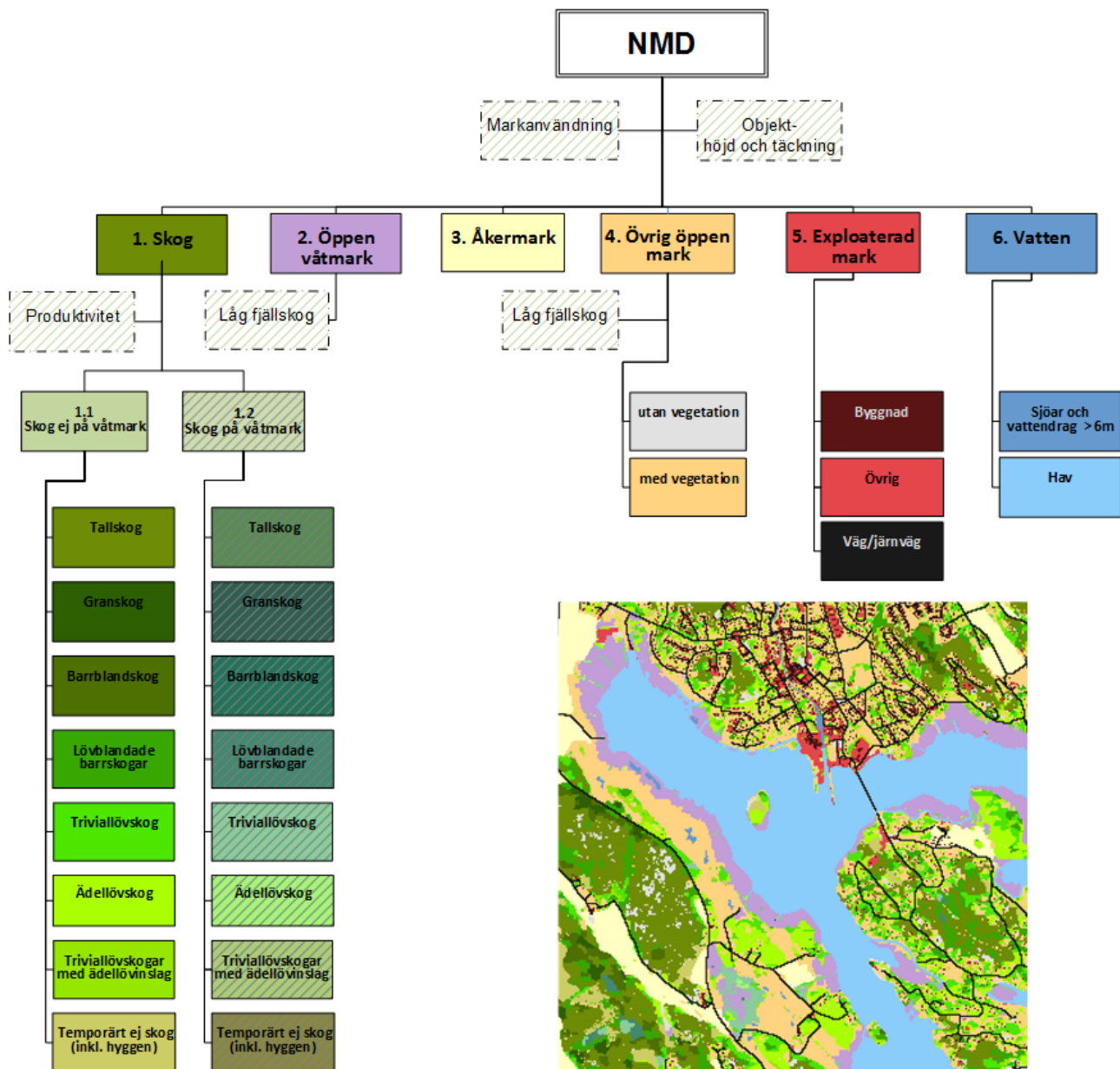
Nationella marktäckedata (NMD) är en heltäckande kartering av Sverige. Syftet är att få grundläggande information om landskapet och hur det förändras. Karteringen genomfördes under 2017–2019 och planen är att karteringen ska uppdateras vart 5:e år.

NMD består av en baskartering i 25 tematiska klasser i tre hierarkiska nivåer. Karteringen är i rasterformat med 10 meters upplösning och med en minsta karteringsenhet ned till 0,01 hektar. Baskarteringen tillhandahålls i en ogeneraliserad version 1 (Naturvårdsverket, 2018). Utöver baskarteringen ingår följande tilläggs-skikt:

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

Definition för skog är trädbeklädda områden med en trädhöjd på över 5 meter och en krontäckning på mer än 10 procent, eller träd som kan nå dessa värden. Skog under fem meter karteras som temporärt ej skog och saknar uppgift om trädslag.

Figur 2 beskriver NMDs olika klasser och hierarkier:



Figur 2. Illustration av hierarkier och klassers samband i NMD (Naturvårdsverket, 2018).

Då NMD består av många sammansatta indata blir aktualiteten mer en fråga om vad i produkten man letar efter snarare än en aktualitet på helheten. Dessutom kommer olika delar i landet ha olika aktualitet, då ingen av indatyperna täcker hela Sverige samtidigt utan fångar delar med olika omdrev på datamaterialen.

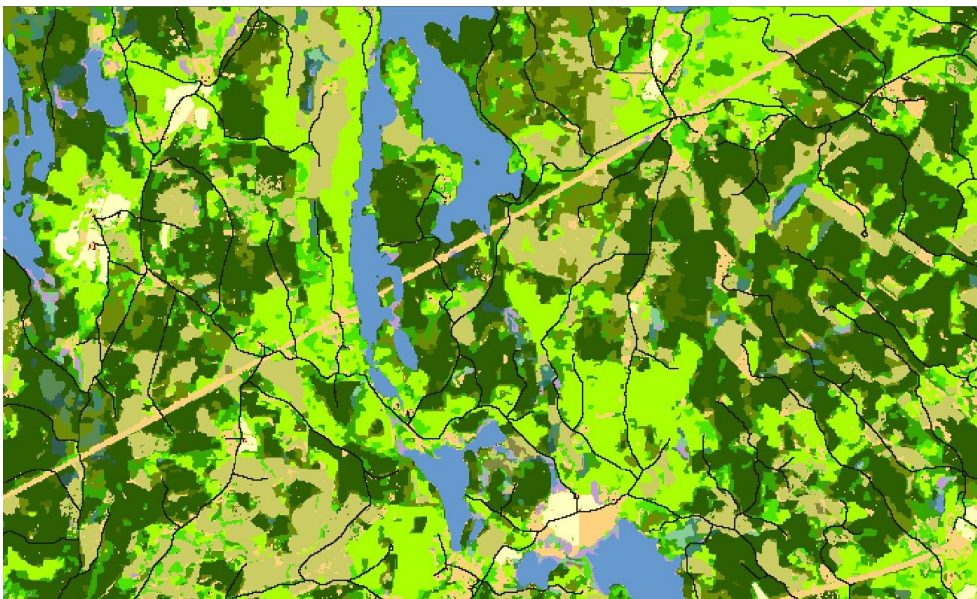
Det två mest centrala indata i NMD är laserdata NH och satellitdata från Sentinel 2 och dess aktualitet blir i stort styrande för produktens aktualitet som helhet, om en sådan ändå efterfrågas. Laserdata NH har aktualiteten 2009–2019 och Sentinel 2 data har aktualiteten 2015–2018 (Naturvårdsverket, 2018).

SLU har gjort en noggrannhetsutvärdering av NMD genom att jämföra fältdata insamlade från Riksskogstaxeringen och NILS med karteringen i NMD (Nilsson, m.fl. 2020). Provytorna uppgår till 40 100 stycken från riksskogstaxeringen och 2200 stycken från NILS och är insamlade under perioden 2012 – 2016. Insamlingen av fältdata i dessa är inte baserat på NMDs skogstyper, varför de insamlade fältuppgifterna i efterhand använts för att klassa provytorna till en NMD-klass och därmed göra jämförelse möjlig.

Provytornas radie och noggrannhet vid GPS-positionering leder till att det kan uppstå problem vid jämförelsen mellan NMD och GPS-punkten om den skulle ligga felplacerad. GPS-noggrannheten uppges vara mellan 5 – 10 meter. I jämförelsen har man valt att lösa detta genom att jämföra fältdata med de två vanligast förekommande NMD-klasserna i en 20-meters radie runt provytecentrum. NMD har ansetts ha samma klass om någon av dessa två vanligaste klasserna överensstämmer med provytans klass. Provytor belägna på gränser mellan olika markslag (ägoslag) samt skogsbestånd har uteslutits vid jämförelsen. För provytorna har trädslagsandel beräknats baserat på grundyta, medan trädslagsandelen i NMD-klasserna baseras på krontäckning.

Utvärderingen har gjorts över olika hierarkiska nivåer i NMD och dessa nivåer ger olika resultat gällande noggrannheten. På ägoslagsnivå (kodnivå 1) så visar NMD upp en mycket god träffsäkerhet och skiljer väl mellan olika marktyper. På trädslagsnivå (kodnivå 3) inom ägoslaget skog har dock NMD sina styrkor i att kartera rena gran- och tallskogar, medan de mer uppblandade trädslagsklasserna inte håller samma kvalitet gällande träffsäkerheten. Som helhet visar utvärderingen att NMDs träffsäkerhet på trädslagsnivå (kodnivå 3) är 70-80 procent och då presteras högst träffsäkerhet i Götaland. Då NMD består av klassningar med bestämda avgränsningar går det i dagsläget inte från produkten att bryta upp en sammansättning av olika trädslag utan de fastställda klasserna blir den output som är möjlig från produkten.

Figur 3 visar ett utsnitt från NMD över Länsförsäkringars fastighet Bökestad där de gröna färgerna visar de olika skogsklasserna i ett landskap. Uppblandat finns åkermark, exploaterad mark, vatten och övriga NMD-klasser för de områden som inte är skogsmark.



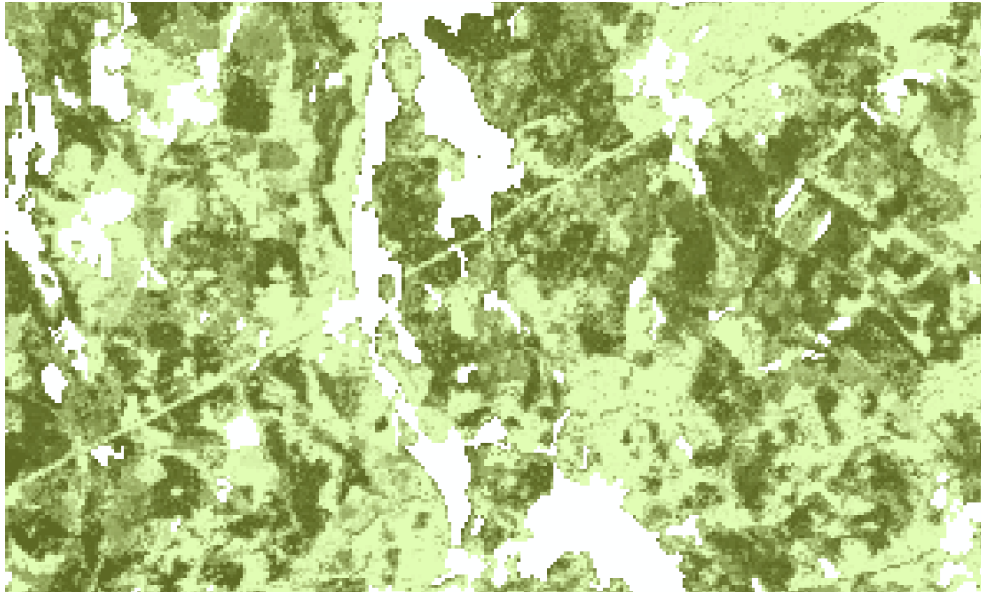
Figur 3. NMD över Länsförsäkringars fastighet Bökestad i Blekinge

En annan produkt som inkluderar trädslag är SLU skogskarta som producerats i två omgångar åren 2005 och 2010. En ny produktion för år 2015 har nyligen lanserats, men den täcker än så länge bara södra Sverige och Norrlandskusten. Utgångspunkten i datamaterialet är satellitbilder från respektive år från vilka skattningar av olika skogliga parametrar gjorts. Det handlar om volym från olika trädslag, skogens höjd, skogens ålder och biomassa. För att kunna göra dessa skattningar användes data från riksskogstaxeringen. Det är liksom i NMD den spektrala informationen i satellitbilden som används för att identifiera olika trädslag då olika trädarter genererar olika spektral signatur (SLU, 2020).

Varje trädslag har ett eget kartskikt som presenterar procentandelen i varje pixel som respektive trädslag i analysen uppskattats uppta av pixeln.

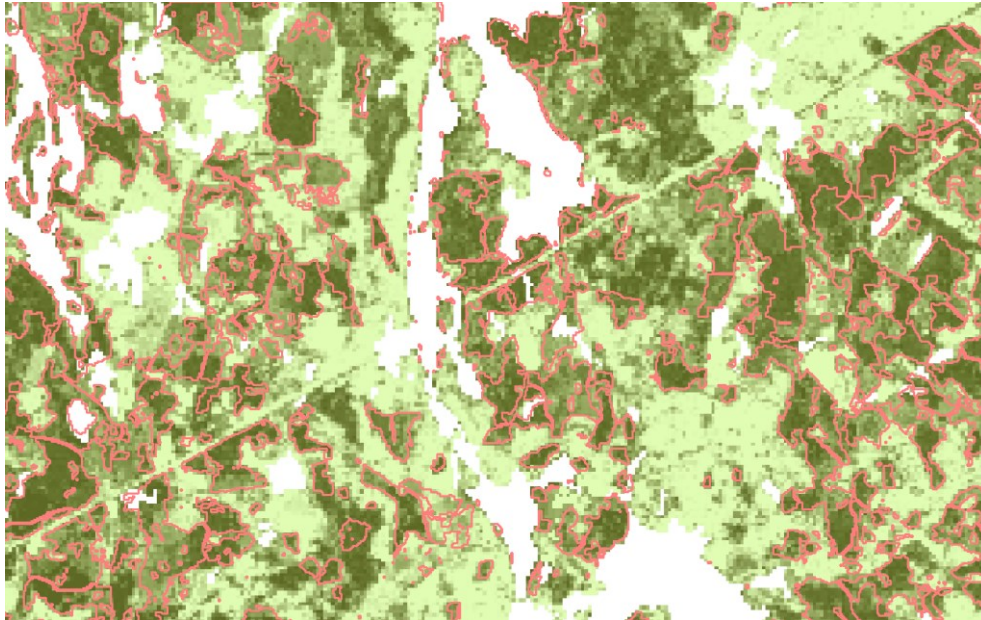
SLU (SLU, 2020) anger att kartmaterialet ska användas med försiktighet på mindre områden då de uppskattade värdena kan ge missvisande siffror. En storleksgräns som finns angiven är hundra hektar och att siffror från områden mindre än dessa bör användas med försiktighet. För lokala analyser lämpar sig således inte SLU skogskarta men gällande större områdens sammansättning av olika trädslag så ger SLU skogskarta ett gott underlag att arbeta med.

Figur 4 visar samma område i samma skalnivå som Figur 3 fast i stället för NMD visas granvolym från SLU skogskarta från 2010 upp i en färgskala från ljusgrön (låg volym) till mörkgrön (hög volym). Det är tydligt i bilden att endast skogsmarken finns med i produkten och att den är i fokus jämfört med NMD där hela landskapet karterats.



Figur 4. SLU skogskarta över Länsförsäkringars fastighet Bökestad i Blekinge (Källa: *SLU Skogskarta, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU*)

Figur 5 är ytterligare en bild från samma område och med samma upplösning som Figur 3 och Figur 4. Det som visas i bilden är en överlappning SLU skogskarta för granskog och NMDs granskogsklasser och det går att se hur områden med högre granvolym i SLU skogskarta (bakgrundlagret) ofta matchar områden med klassen granskog i NMD (rosa polygoner). Andra områden med höga granvolym i SLU Skogskarta är ofta hyggen eller barrblandskog i NMD.



Figur 5. SLU skogskarta som bakgrund med granskogsklasserna från NMD överlappande med rosafärgade polygoner på Länsförsäkringars fastighet Bökestad i Blekinge.

## Markfuktighet

Markfuktigheten i landskapet varierar över tid och kan påverkas av ett stort antal faktorer, men främst beror markfuktigheten på variationer i temperatur och nederbörds mängder. Även om markfuktigheten fluktuerar är det relevantt att utgå från ett statistiskt markfuktighetsindex, som möjliggör jämförelser mellan olika platser där yttre faktorer exkluderas. På toppen av den sandiga kullen är markfuktigheten lägre än i fuktstråket med lergyttja nere i dalgången, oavsett nederbörd, snösmältning eller torra.

## Markfuktighetsindex (MFI)

Markfuktighetsindexet producerades som ett delresultat i produktionen av Nationell Marktäckedata (NMD) för att användas till att urskilja både öppen våtmark och skog på våtmark (Keskitalo, 2020).

Det rikstäckande markfuktighetsindex som finns tillgängligt kommer i rumslig upplösning om 10 meter. Värdeområdet inom indexet sträcker sig från 0.8 – 240, där 0.8 är fuktigast och 240 torrast. Rastret är kontinuerligt, vilket tillåter användaren att själv sätta gränsvärde för fuktighet.

Det viktigaste indata till markfuktighetsindexet är Lantmäteriets höjdmödel som beskriver topografin i landskapet. Höjdmödeln användes i två olika upplösningar; 10 respektive 2 meter. Men eftersom vattens rörelse genom landskapet inte enbart beror på höjdskillnader utan även på jordlagrens genomsläplighet har information om jordart (i skala 1:25 000 – 1: 100 000 och skala 1:250 000) och jorddjup från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) använts. Utifrån dessa data fastställdes jordarnas hydrologiska konduktivitet och transmissivitet (genomsläplighet).

Markfuktighetsindexet kombinerar de två olika topografiska måtten *Depth to Water* (DtW) och *Topographic Wetness Index* (TWI).

## Depth To Water

DtW beskriver i ett kontinuerligt raster en approximation av avståndet till grundvattnet och bygger på beräkningar om flödesriktning och flödesackumulation (mängd ansamlad vatten) i varje pixel. För att definiera flödesackumulationen sätts ett gränsvärde för hur stort område som behövs för att vatten ska påbörja ackumulation. En högre tröskel ger flöden endast i större vattendrag medan en lägre tröskel tillåter vattenflöden även i mycket små bäckfåror. Efter tester sattes gränsvärdet till 2 hektar som minsta område. Befintliga sjöar och karterade vattendrag kombinerades med flödesackumuleringen för att utgöra ytvatten. Därefter används både horisontellt och vertikalt avstånd till detta ytvatten för att beräkna avståndet till grundvattnet.

## Topographic Wetness Index

TWI är ett mått för att uppskatta fuktigheten i terrängen. Där detaljerad jordartsinformation funnits tillgänglig har, i stället för TWI, ett modifierat TWI som inkluderar jordlager genererats. Denna modifiering resulterade i ett så kallat *Soil Topographic Wetness Index* (STWI). Modifieringen består i att TWI viktas med hur genomsläpplig jorden är. Jordlagrets genomsläplighet beräknades med information om K-värden för olika kornstorlekar och uppgift om jorddjupet. K-värden används för att beräkna hur snabbt vatten rör sig horisontellt i marken (Metria, 2019)

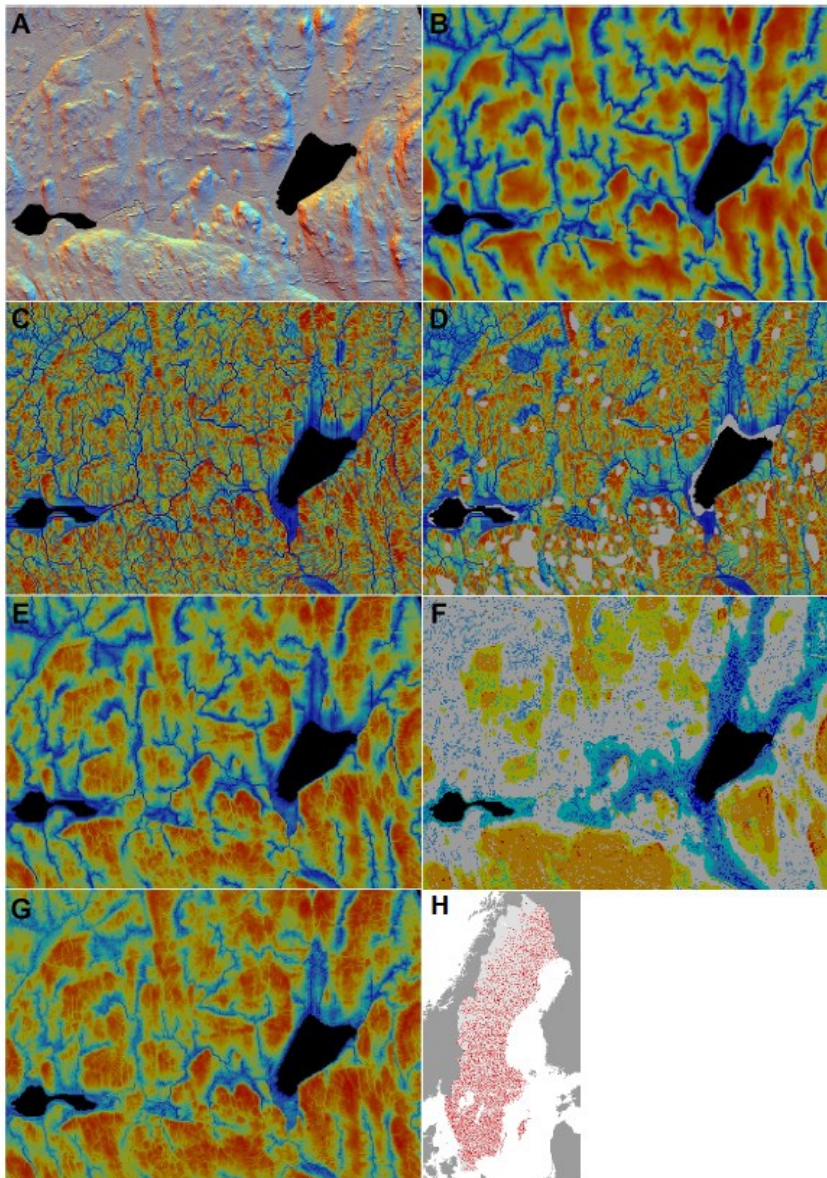
## Sammanvägning

Dessa två mått kombineras med en viktning som ger DtW större betydelse för slutresultatet. De två måtten tycks nämligen komplettera varandra, men generellt fungerar DtW bättre än TWI för att förutsäga markfuktighet. I sammanvägningen pixel för pixel mellan de två topografiska måtten gavs DtW 70 procent, medan TWI erhöi 30 procent viktning. Båda måtten baseras helt på höjddata men vi har använt höjddata med

olika upplösning (två respektive tio meter) för de olika beräkningsmetoderna. Detta eftersom en studie från Sveriges lantbruksuniversitet (Ågren m.fl. 2014) visade att Depth to Water blir mer exakt med mer högupplöst höjddata medan TWI fungerar bättre vid större pixelstorlek. Vid sammanvägning modifierades alla ingående skikt till 10 meter upplösning samt att värdemängdernas minimi- och maximigränser harmoniserades.

För att låta torra ytor förbli torra och fuktiga ytor bli fuktigare skapades ett raster som justerar markfuktigheten beroende på var i topografin pixeln befinner sig. Konkava ytor justerades till att bli 20 procent fuktigare, konkava ytor 20 procent torrare och övriga ytor oförändrade. Justeringsrastret är en sammanvägning av i olika skalor beräknade *Topographic Position Index* (TPI), där mindre sökradier fångar upp mindre topografiska element, medan användning av en större sökradie fångar upp större topografiska variationer.

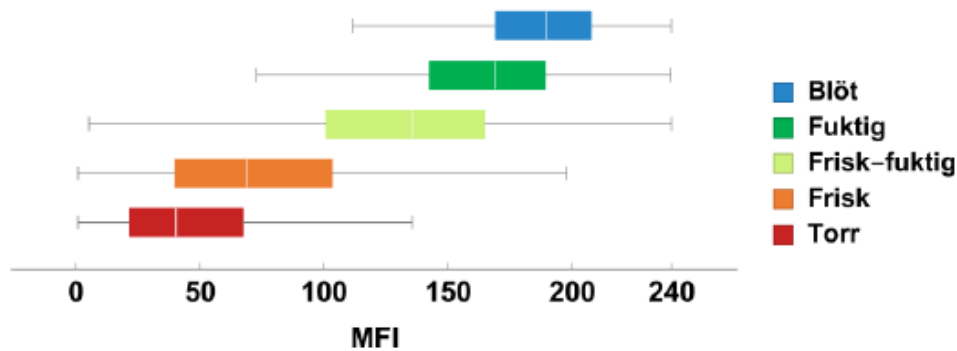
Figur 6 visar olika dataunderlag för att producera MFI.



Figur 6. A) Multiple Hillshade från Metria, 2018 B) DtW. C) TWI. D) STWI. E) DtW sammanvägt med STWI. F) Justeringsraster visar de ytor som gjorts torrare (gult-rött), blötare (grönt-blått) eller oförändrade ytor (grått). G) Markfuktighetsindex H) Riksskogstaxeringens temporära provytor.

En utvärdering av markfuktighetsindexet gjordes genom att extrahera de pixlar (kvadrater med sidan 10 meter) vars mittpunkt ligger inom någon av

riksskogstaxeringens temporära provytor (cirklar med radien 7 meter). Utvärderingen baseras på de 33 229 provytor spridda över Sverige som inkluderar markfuktighetsbedömningar i fem kategorier: torr, frisk, frisk-fuktig, fuktig och blöt. Ytorna har inventerats 2006–2016 och resultatet av utvärderingen, figur 7, visar korrelation mellan platsernas fältbedömda markfuktighet och indexvärde.



Figur 7. Lådagram över markfuktighetsindexet i de fem fuktighetskategorier som fältbedömts i riksskogstaxeringen. Det vita strecket anger medianen, 50 % av värdena ligger inom lådorna och 90 % inom morrhåren.

Under 2021 lanserades SLU Markfuktighetskarta, som använder artificiell intelligens för ett antal dataset och som tränas mot markfuktighetskarteringar i Riksskogstaxeringens fältdata. Den kommer sannolikt ge något högre karteringsnoggrannhet av markfuktighetsklasserna.

När det gäller rörligt markvatten kan det knytas till markfuktigheten. Torra marker har mycket sällan något rörligt markvatten.

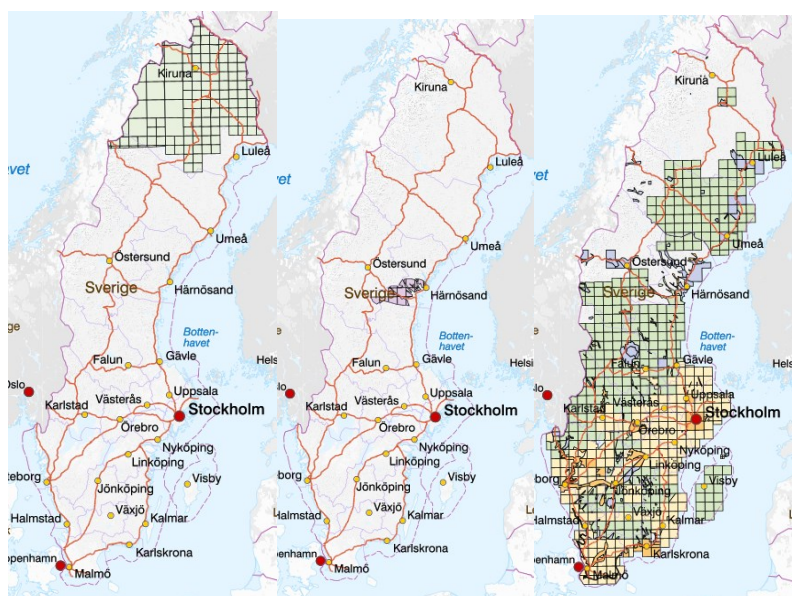


## Jordartskartor

På Sverigenivå är jordartskartan en sammansatt produkt som varierar i innehåll och kvalitet över landet. I områden med gles bebyggelse har karteringen främst ett ursprung från flygbildtolkning, medan områden som är mer tätbefolkade har ett underlag som i större utsträckning grundar sig på fältinventeringar. Datainsamlingen kan gå tillbaka till 1960-talet och pågår fortfarande (SGU, 2020).

Den skiftande kvalitén som kommer av den divergerade datainsamlingen har gjort att man valt att dela upp produkten i tre olika upplösningar som var och en har olika täckningsgrad över Sverige, figur 8.

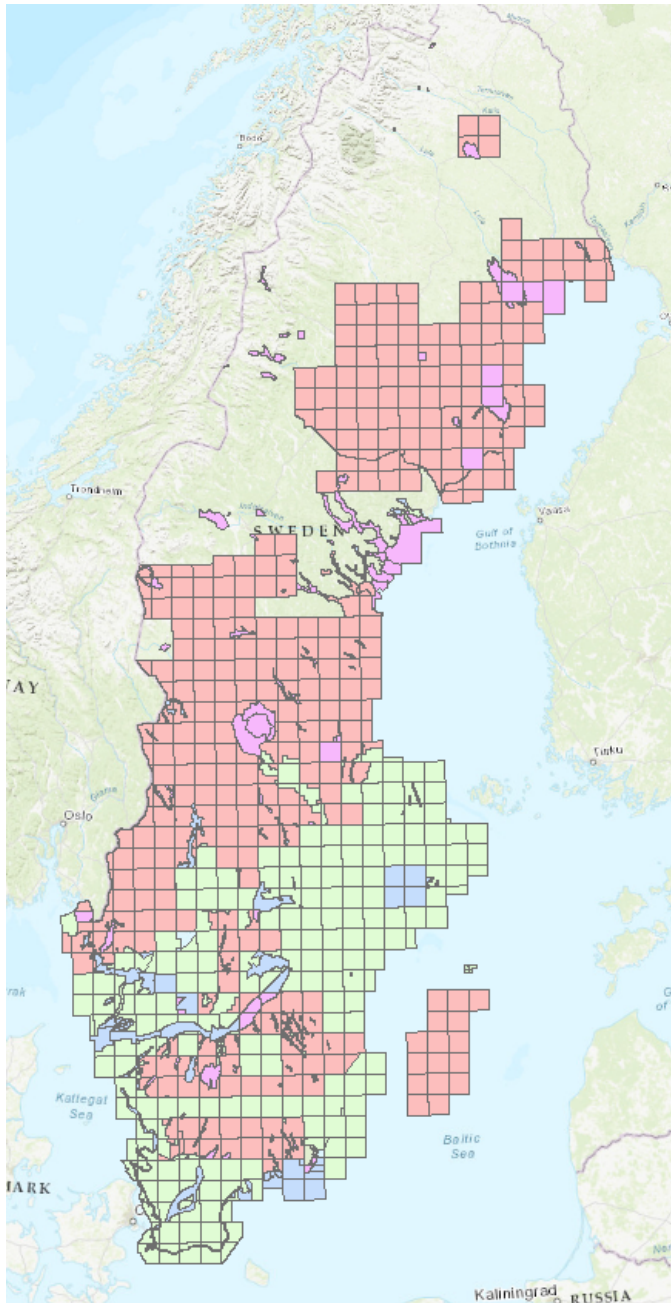
- Jordarter 1:25000 – 1:100 000
- Jordarter 1:100 000 – 1:200 000
- Jordarter 1:200 000



Figur 8. Täckning av jordartskarta 1:250 000 (vänster), 1:200 000 (mitt) samt 1:250 000–1:100 000 (höger).

I delar av Västerbotten och Jämtland finns enbart jordartskartan i en skala på 1:1 000 000 vilken bedöms oanvändbar för att identifiera ståndorter på beståndsnivå.

Karteringen i skala 1:25 000–1:100 000 bedöms som mest användbar och där finns områden som är karterade genom fältkartläggning med detaljerad höjdmödel som underlag (blå i figur 9). Sedan finns områden som är karterade med flygbildstolkning och som använt den detaljerade höjdmödel som underlag (rosa). Större områden täcks med områden som karterats genom fältkartläggning i skala 1:50 000 (grön) samt mer övergripande flygbildstolkning i skala 1:100 000 (röd).



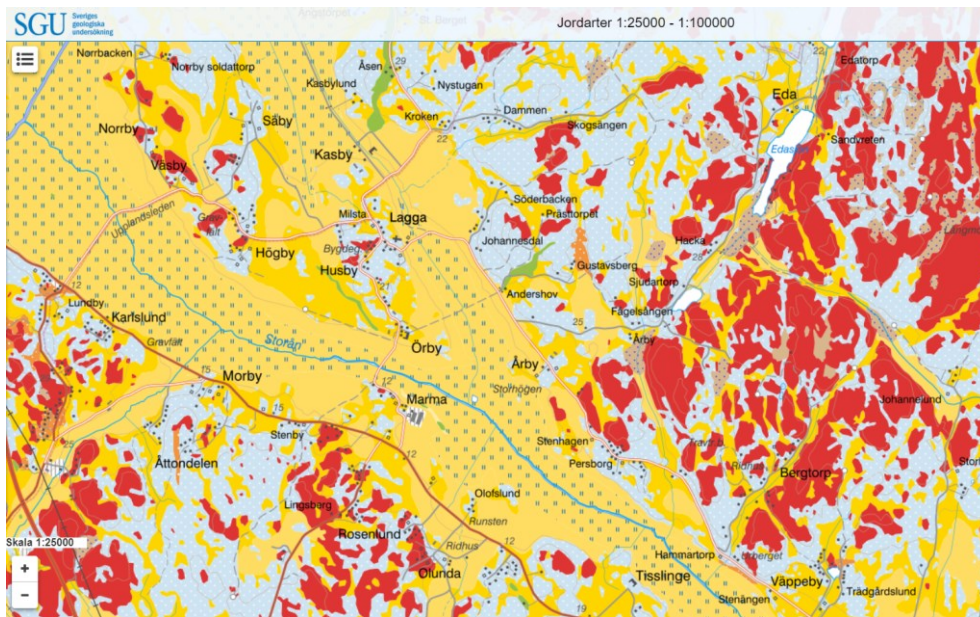
Figur 9. Utbredningsområden för olika detaljeringsgrad av jordartskartan i skala 1:100 000 eller högre.

Kartan har olika delar som beskriver olika geologiska företeelser. Det är heltäckande ytskikt som grundskikt, ytskikt där jordarten beskrivs, men också enskilda objekt där specifika detaljer och uppstådda avvikelser förekommer.

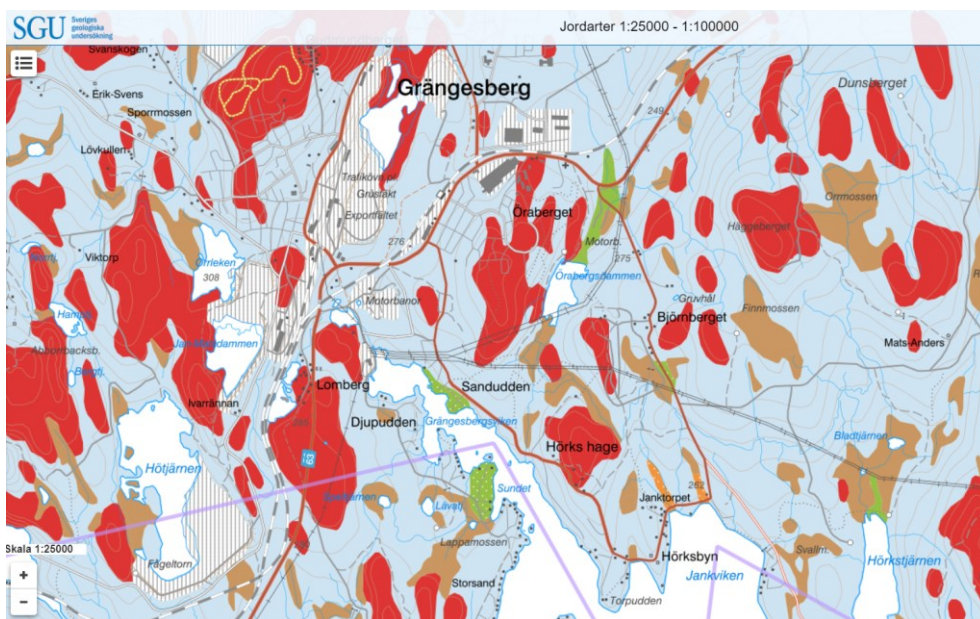
Vid användning av kartmaterialet blir det viktigt att ta hänsyn till vilka delar av jordartskartan som skall användas och då hur dessa delar kan användas, då noggrannheten kommer vara avgörande för resultatet. Detaljinventeringar finns som tidigare nämnts inte över hela Sverige varför nationella analyser utifrån dessa data inte kommer vara möjliga. Däremot är andra data möjliga att nyttja på nationell nivå. Grundskiktet, exempelvis, beskriver jordarten på en halvmeters djup från markytan, vilket utgör normalt fältinventeringsdjup och bedöms vara användbar för mer övergripande analyser för markens sammansättning i Sverige. Dock kommer upplösningen skilja och vissa områden vara mer detaljerat karterade i fält, medan andra kommer att vara översiktligt karterade, vilket behöver tas hänsyn till vid användningen (SGU, 2020).

Figur 10 visar ett område utanför Uppsala i skalnivå 1:25 000 som ett exempel på hur olika jordarter delas upp i olika mindre fraktioner över landskapet. Detta område har kartlagts med fältinventering och detaljerad höjdmodell som underlag.

Figur 11 visar ett område söder om Grängesberg i skalnivå 1:25 000 och hur jordarter där också delas upp i fraktioner över landskapet. Detta område har dock till skillnad från området i figur 10 karterats med flygbilder och vissa fältkontroller, främst längs bilväg. Det syns också i Figur 11 hur sammanhängande områden är betydligt större och enhetliga och inte lika fraktionerade som områdena i Figur 10. Detta är såklart en effekt av att landskapet ser olika ut i olika delar av landet, men det finns också en förklaring i att mindre förändringar av jordart som upptäcks i fältkartering inte upptäcks genom flygbildstolkning och bilvägskontroller. Båda figurerna är har skala 1:25 000.



Figur 10. Område utanför Uppsala, Uppland, som visar jordartskartans grundlager i skala 1:25 000.



Figur 11. Område utanför Grängesberg, Dalarna, som visar jordartskartans grundlager i skala 1:25 000.

SGU har även en kartdatabas som visar jorddjupet, en jorddjupsmodell, som undersöktes för att kunna inkluderas i studien. Den bygger på jordartskartan och interpolerar jorddjupet baserat på kända mätningar.

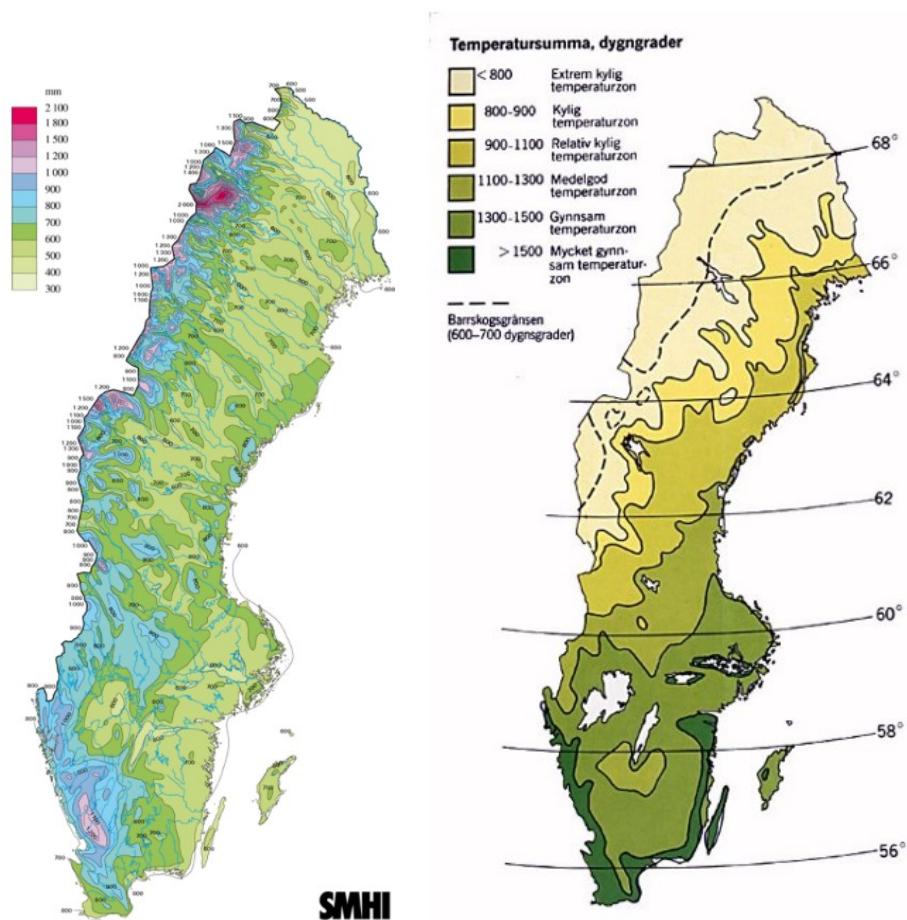
## Klimatdata

Klimatet påverkar naturligtvis ståndorten på olika sätt. De tydligaste kan kopplas till nederbörds­mängd och temperatursumma vilka bägge påverkar ståndorten. Torra marktyper med hög nederbörd gör att exempelvis granskog växer bra även på höjdlägen i sydvästra Sverige. I figur 12 noterar vi områden med årsnederbörd över 900 millimeter (mm) som gör att det inte blir speciellt torrt i dessa marker.

Temperatursumman är den sammanlagda dygnsmedeltemperaturen över +5 grader under vegetationsperioden. Detta mått ger alltså en beskrivning av hur varm vegetationsperioden är. Temperatursumman finns med när ståndorter för olika trädslag definieras. Barrskogsgränsen ligger kring 600–700 dygnsgrader och i kyligare områden klarar sig enbart vårtbjörk, inklusive fjällbjörk.

Det finns andra lokalklimatiska data som påverkar ståndorten och för etableringen av ny skog är det värt att nämna data kopplat till frost. Frost strax efter plantering leder ofta till högre plantavgång. SMHI har databaser med datum för sista vårfrosten, vilka kan användas regionalt.

Vår bedömning är att ovanstående klimatdata bidrar mest till att förklara skog som växer på fel ståndort.



Figur 12. Normal årsnederbörd (vänster bild) och temperatursumma (höger bild). © SMHI & SLU.

## Modell

### Förutsättningar

Baserat på tillgängliga geodata utvecklades en modell för att kartera skog som växer på en olämplig ståndort. För respektive dataset gjordes följande bedömningar av användbarheten:

**Trädslagskartering:** NMD bedömdes som den bästa nationellt tillgängliga trädslagskarteringen. Skog under fem meters höjd saknar uppgifter om trädslag, varför det inte är möjligt att bedöma om den växer på olämplig ståndort. Här kan granskog, tallskog och ädellövskog separeras. Skillnaden mellan fast- och våtmark bidrar inte till att separera ut olämpliga ståndorter för dessa skogstyper.

Triviallövskog och alla typer av blandskogar bedömdes inte växa på olämpliga ståndorter. Då alla triviallövskogar ligger inom samma tematiska klass finns för närvarande ingen möjlighet att separera olika lövträdslag, exempelvis glas- från vårtbjörk.

**Markfuktighet:** För att kunna identifiera torr mark bedömdes tillgängligt markfuktighetsindex kunna tillföra användbar information för att identifiera främst granskog som växer på torr mark. SLU markfuktighetskarta kommer med all sannolikhet också vara användbar, men kunde inte utvärderas inom ramen för projektet då den släpptes i december 2020.

**Jordartskartan:** Mest användbar för att beskriva ståndorten är de jordartskartor som är karterade i skala 1:25 000 som använt en detaljerad höjdmodell som indata, men alla data med en skala på 1:100 000 bedöms bidra. Delar av Sverige har en jordartskarta med betydligt lägre detaljeringsgrad och bidrar mer marginellt med information. Värst är läget för delar av Jämtland och Västerbotten som enbart har en mycket grov information (skala 1:1 000 000) vilket inte kommer bidra till att förklara skog på fel ståndort.

Modellen över jorddjup med interpolerade data bedömdes vara för grov för att bidra i att kartera skog på fel ståndort.

**Klimatvariabler:** Temperatursumma och årsnederbörd bidrar i en modell. Frostinformation bidrar vid etableringen av ny skog, men bedömdes spela mindre roll när skogen uppnått fem meter.

### Kriterier

För trädslagen valdes gran, tallskog och ädellövskog ut från NMD. Både skog på fast och våtmark kan väljas ut. Vår bedömning är att det främst är skog på fastmark som kommer falla ut som olämplig, men det kan finnas felaktigheter i avgränsningen mellan fast- och våtmark vilket gör att bägge inkluderades.

För markfuktighetsklasserna är torr mark en klar riskfaktor för granskogen. MFI för torr mark ligger på ett indexvärde lägre än 20. För att minska överlappen till frisk mark föreslås ett indexvärde mindre än 10 att användas i modellen för att kartera granskog på torr mark, en felaktig ståndort. Ett viktigt undantag för granskogen är de områden i sydvästra Sverige där det faller mycket nederbörd. I områden med en årsnederbörd mer än 900 mm bedöms granskog på torr mark inte vara en felaktig ståndort.

Jordartsinformationen bidrar till att identifiera olämpliga trädslagsval. Tabell 1 indikerar lämpliga jordarter per trädslag för sediment och morän med "X" och röda markeringar där detta är olämpligt. Koderna i SGU:s jordartskarta (1:25 000 – 1:100 000) finns med i tabellen. Observera den gula markeringen där det i sedimentmarker är möjligt att separera ut finjordsrika jordarter, medan det i morän slås samman till en klass som innehåller allt från sandig-siltig morän och moränmarker inte kan användas i modellen.

Tabell 1. Olämpliga jordarter kopplat till gran och tallskog markerade i rött

Textur								
Kod (RIS)	Sorterade sediment	Kod, SGU	Morän	Kod, SGU	Övrigt	Kod, SGU	Tall	Gran
0					<i>Block i gropen</i>			
1	Klapper och sten	34, 51 och 92	Blockig o stenig	9336	Häll		X	
2	Grus	57, 62 och 8803	Grusig	93			X	
3	Grovsand	10, 31, 55, 13, 8809	Sandig	95, 9299			X	
4	Mellansand	<u>Se grovsand</u>	<u>Sandig-siltig</u>	97			X	X
5	Grovmo/finsand	8802, 9010, 28, 26	<u>Sandig-siltig</u>	97			X	X
6	Finmo/grovsilt	79, 9060, 48	<u>Sandig-siltig</u>	97				X
7	Mjåla/mellan- och finsilt	86, 48	<u>Sandig-siltig</u>	97				X
8	Lera	17, 19, 22, 40, 43, 44, 85	Lerig	98, 99, 101, 9792, 9794	Gyttj jord	16 Gyttjelera		X
9					Torv	8175 Torv	X	X

För ädellövskogen föreslås temperatursumman 1200 utgöra gräns i modellen. Ädellövskog som växer i områden med lägre temperatursumma bedöms ha en högre risk för försämrad vitalitet, skog på fel ståndort.

## Återkoppling och utvärdering

### Studieområden

För att utvärdera den utvecklade modellen användes ett studieområde i gränstrakterna mellan Skåne och Blekinge, ett andra norr om Örebro och ett tredje vid Strömsund i Jämtland, figur 13. Områdena valdes av olika skäl:

1. Det södra området var inom ett innehav som ägs av Länsförsäkringar med mycket granskog i områden som historiskt har haft mer ädellövskogar,
2. Området norr Örebro där det fanns jordartskartor med olika detaljeringsgrad,
3. Området i Strömsund där det enbart finns en grov jordartskarta och främst trädslagskarteringen och MFI kan användas.



Figur 13. Geografiskt läge för modelltest (grå punkter).

Målet med modelltesterna var att studera hur väl trädslagskarteringen av främst, gran, tall och ädellövskog föll ut och då i synnerhet i kombination med markfuktighetsindex och jordartskartan. Under femton mandagar genomfördes fältkontroller där linjetaxering genomfördes för att samla ihop data i områden som fallit ut som skog på felaktig ståndort, men även i övriga områden. Vid varje punkt insamlades data om:

- Huggningsklass (Gallringsskog, Slutavverkningsskog, Kalmarskog, Rönningsskog, Hänsyn, Övrigt, till exempel kraftledning eller tomtmark).
- Skogstyp (dominerande trädslag): Enligt NMDs definitioner
  - Markfuktighet (Torr, Frisk, Fuktig, Blöt)
- Jordart: Förenklat schema med avsikt att främst identifiera grövre jordarter då granskog dominerade kraftigt
  - Fältskikt (Fältskikt saknas, Blåbär, Smalbladigt gräs, Bredbladigt gräs, Lågört, Fattigris, Ljung/kråkbär, Lingon, Starr-fräken)
- Vitalitet
  - Inga synligt döda eller träd med nedsatt vitalitet
  - Enstaka synligt döda eller träd med nedsatt vitalitet
  - Påfallande många synligt döda eller träd med nedsatt vitalitet
  - Enbart döda eller träd med nedsatt vitalitet

Definitionerna som användes för huggningsklass, fältskikt och markfuktighet baseras på Hägglunds och Lundmarks (1987) instruktioner.

# Resultat

## Provytornas fördelning

Under inventeringen besöktes 263 ytor i Blekinge, 364 ytor i Örebro och 43 i Jämtland. Drygt 77 procent av ytorna är klassade som gallringsskog eller slutavverkningsskog. Den vanligaste skogstypen är granskog och tallskog, tabell 3. Ytor som är klassade som "Övrigt" är främst, myr och bete/åkermark men även provytor som hamnat på vägar.

Tabell 2. Provytornas fördelning över huggningsklasser (antal ytor)

Huggningsklass	Blekinge	Örebro	Jämtland
Gallringsskog	106	142	4
Slutavverkningsskog	95	146	27
Kalmark	35	11	9
Röjningsskog	16	32	3
Hänsyn	8	20	
Övrigt	3	13	
<b>Totalt</b>	<b>263</b>	<b>364</b>	<b>43</b>

Tabell 3. Provytornas fördelning över skogstyper, trädslagblandningar (antal ytor)

Skogstyp	Blekinge	Örebro	Jämtland
Granskog	137	151	12
Temporärt ej skog	35	11	9
Lövblandad barrskog	26	17	9
Ädellövskog	22	0	
Tallskog	18	87	
Triviallövskog med ädellövinslag	9	2	
Triviallövskog	7	18	
Barrblandskog	6	53	12
Övrigt	3	21	
<b>Totalt</b>	<b>263</b>	<b>364</b>	<b>43</b>

Tabell 4 visar fältskiktet där "fältskikt saknas" dominerade i Blekinge vilket inte är ovanligt i täta granskogar och ädellövskog. I de två norra studieområdena är det större variation vilket speglar verkligheten.



Tabell 4. Provytornas fördelning över fältskikt (antal ytor)

Fältskikt	Blekinge	Örebro	Jämtland
Fältskikt saknas	171	62	1
Blåbär	32	86	23
Smalbladigt gräs	24	39	6
Bredbladigt gräs	14	14	
Lågört	11	11	5
Fattigris	7	7	2
Ljung/kråkbär	2	15	
Lingon	1	94	
Starr-fräken	1	2	
Högört		1	5
Lav		8	1
Ej bedömt		25	
<b>Totalsumma</b>	<b>263</b>	<b>364</b>	<b>43</b>

Tabell 5 visar fördelning av olika jordarter i det södra området där fokus var att bedöma grövre moräner vilket fanns på knappt 4 procent av ytorna.

Tabell 5. Provytornas fördelning över olika jordarter i Blekinge (antal ytor)

Jordtyp/Jordart	Går ej att bedöma			Summa
	bedöma	Morän	Torv	
Sandig (kornstorlek <2 mm)		118		118
Finmo-Mjåla-Lera, kan rullas tunnare än 4 mm		92		92
Sandig-moig (kornstorlek <0,6 mm), kan rullas men inte tunnare än 4 mm		33		33
Grusig (kornstorlek 2–20 mm)		11		11
Ej Bedömt	4		5	9
<b>Totalt</b>	<b>4</b>	<b>254</b>	<b>5</b>	<b>263</b>

Området Örebro, tabell 6, hade fler inslag av sedimentmarker och grövre jordarter. 21 av 364 ytor klassades med kombinationen granskog och ”Grusig” vilket skulle kunna vara en riskkombination. Vitaliteten, som bedömdes i 4 olika klasser (0–3), skilde sig dock inte åt mot övriga provytor. Tio ytor klassades som möjligen täta jordar och med tallskog, här gäller även att vitaliteten inte skiljer sig åt mot övriga ytor.

Ingen jordartsbedömning gjordes i Jämtland då jordartskartan är lågupplöst och inte kan bidra till karteringen.

Tabell 6 Provytornas fördelning över olika jordarter i området Örebro

Jordtyp/Jordart	Går ej att				Summa
	bedöma	Morän	Torv	Sediment	
Sandig (kornstorlek <2 mm)		103		26	129
Finmo-Mjåla-Lera, kan rullas tunnare än 4 mm		6		2	8
Sandig-moig (kornstorlek <0,6 mm), kan rullas men inte tunnare än 4 mm		83		5	88
Grusig (kornstorlek 2–20 mm)		86		1	87
Ej Bedömt	32	2	17	1	52
<b>Totalt</b>	<b>32</b>	<b>280</b>	<b>17</b>	<b>35</b>	<b>364</b>

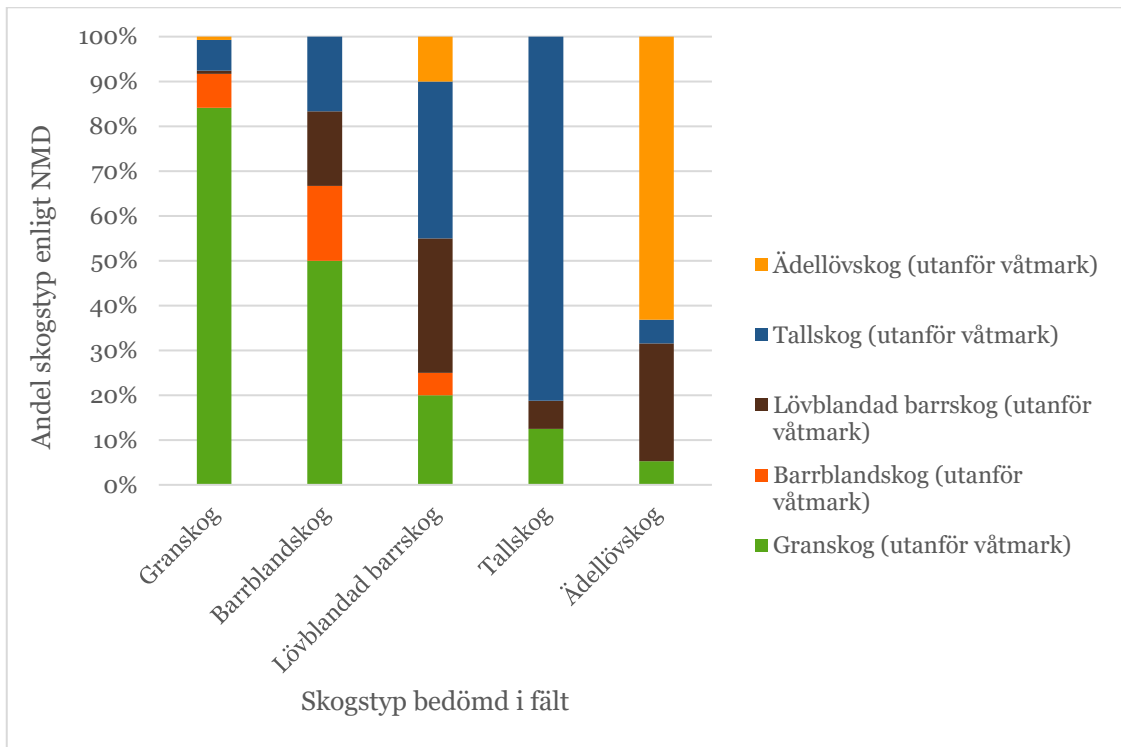
Slutligen bedömdes vitalitet för att se om det vid inventeringstillfället fanns tecken på nedsatt vitalitet. Tabell 7 visar att det fanns 46 ytor med helt döda, eller påfallande många döda träd, eller träd med nedsatt vitalitet. Ytor som är klassade som ”lämnad hänsyn” och ytor som är klassade som ”slutavverkningsskog” har större förekomst av ytor med lägre vitalitet. Vitaliteten på slutavverkningsskogen är generellt sämre för gran än tall och skillnaden är tydligast på marker som är klassade som ”Torra”.

Tabell 7. Provytornas fördelning över nedsatt vitalitet (antal ytor)

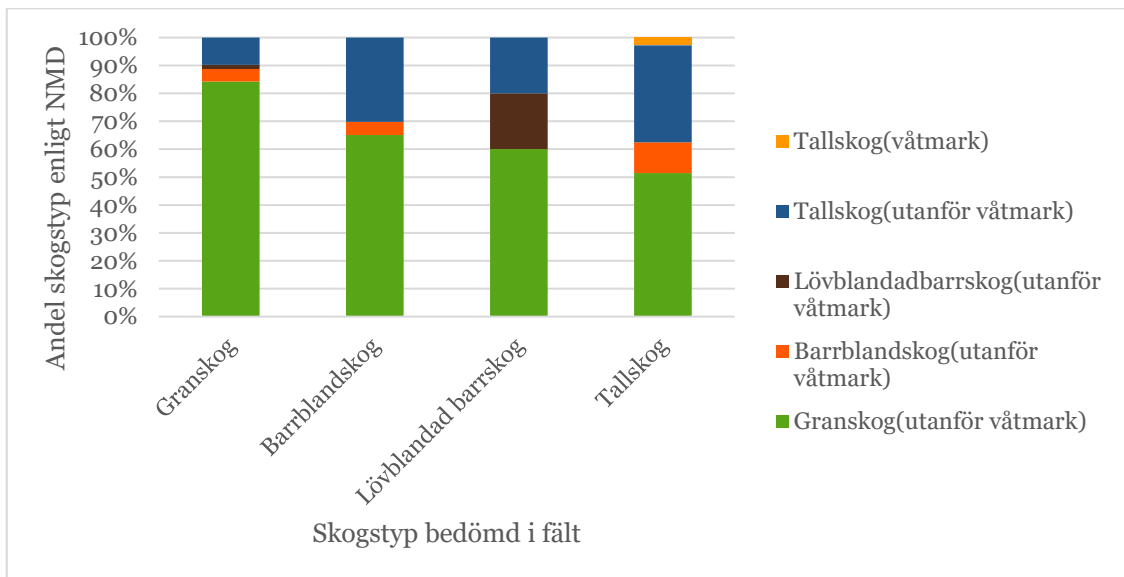
Vitalitet	Blekinge	Örebro	Jämtland
Inga synligt döda eller träd med nedsatt vitalitet	197	247	28
Enstaka synligt döda eller träd med nedsatt vitalitet	48	62	13
Påfallande många synligt döda eller träd med nedsatt vitalitet	14	25	2
Enbart döda eller träd med nedsatt vitalitet	4	1	
<b>Totalsumma</b>	<b>263</b>	<b>335</b>	<b>43</b>

## Trädslagskartering

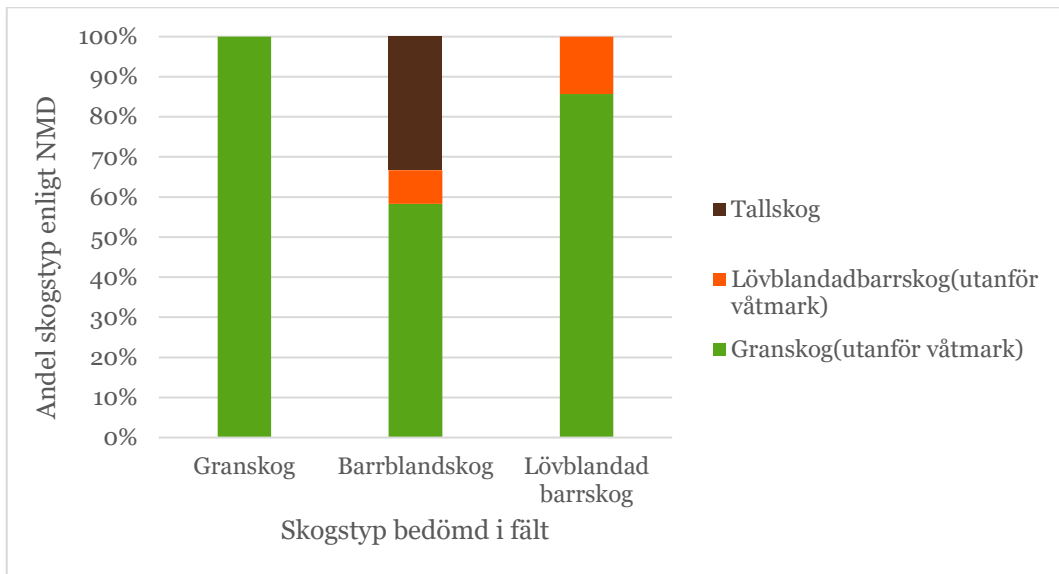
Trädslagskarteringen i NMD utvärderades mot provytorna för granskog, tallskog och ädellövskog (figur 14–16). Det var betydligt färre tallskogar och ädellövskogar i det södra området, varför de siffrorna är mindre tillförlitliga. För klassen ”Granskog” överensstämmer klassningen i fält med klassningen i NMD i 84 procent för Blekinge och Örebro och 100 procent i Jämtland. I det södra området karterades tallskog och ädellövskog också bra, medan den klassade ädellövskogen i området Örebro i själva verket var triviallövs- eller lövblandad barrskog. Andelen provytor i ädellövskog (enligt NMD) i området Örebro är överrepresenterade just för att följa upp klassningsnoggrannheten. Det verkar vara svårt när vi närmar oss gränsen för utbredningsområdet för ädellövskog. Vi noterar även att det för provytorna i området Örebro var svårare att kartera tallskog än granskog som fortfarande hade en hög klassningsnoggrannhet.



Figur 14. Jämförelser mellan NMD och provytor i Blekinge.



Figur 15. Jämförelse mellan NMD och provytor i området Örebro.

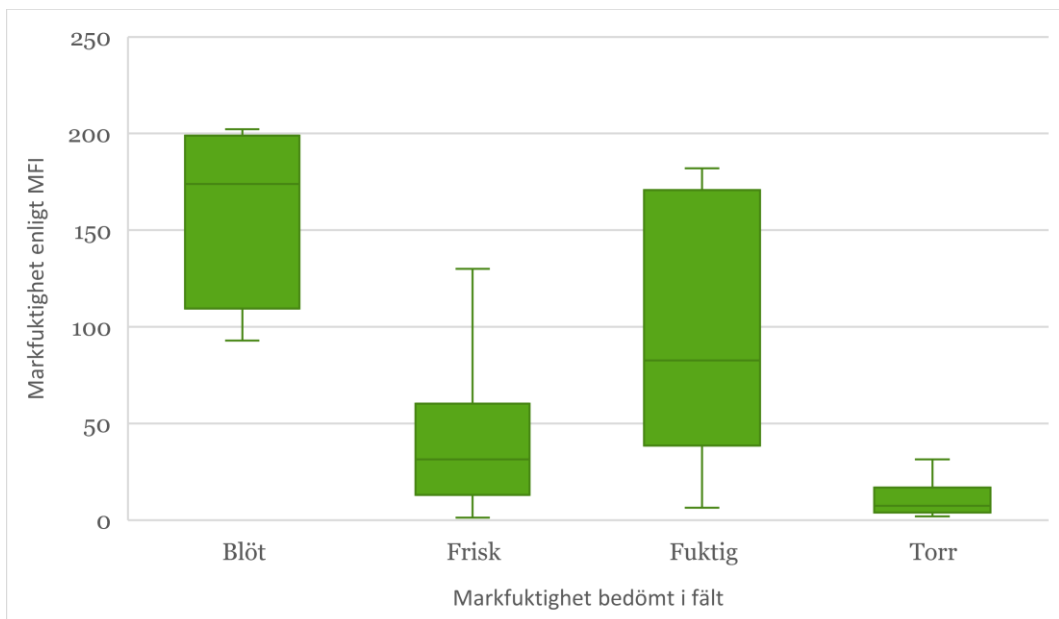


Figur 16. Jämförelse mellan NMD och provtyper i Jämtland.

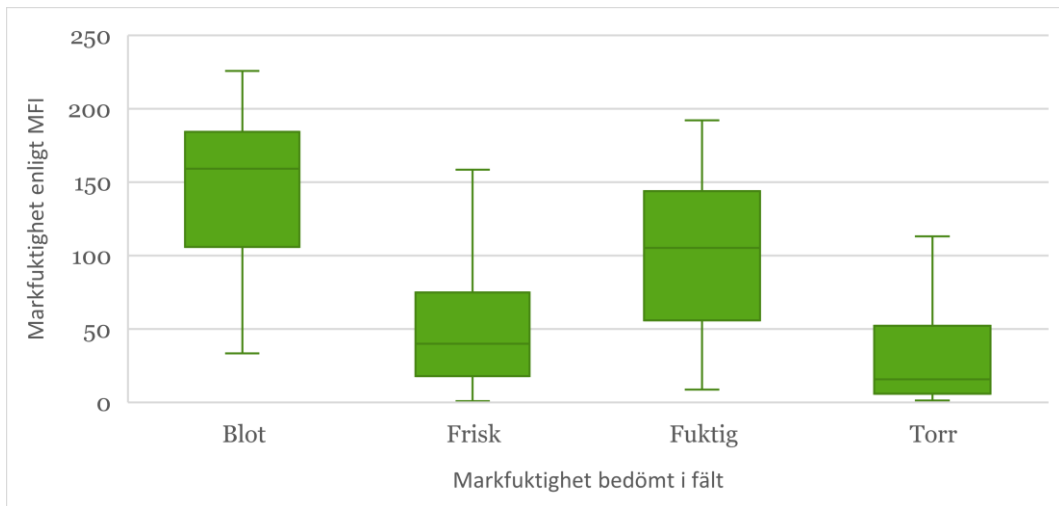
## Markfuktighet

För att utvärdera markfuktigheten och i synnerhet den torra marken visade det sig att de torra markerna enligt provtyperna återfanns runt värde 10 enligt MFI, figur 17.

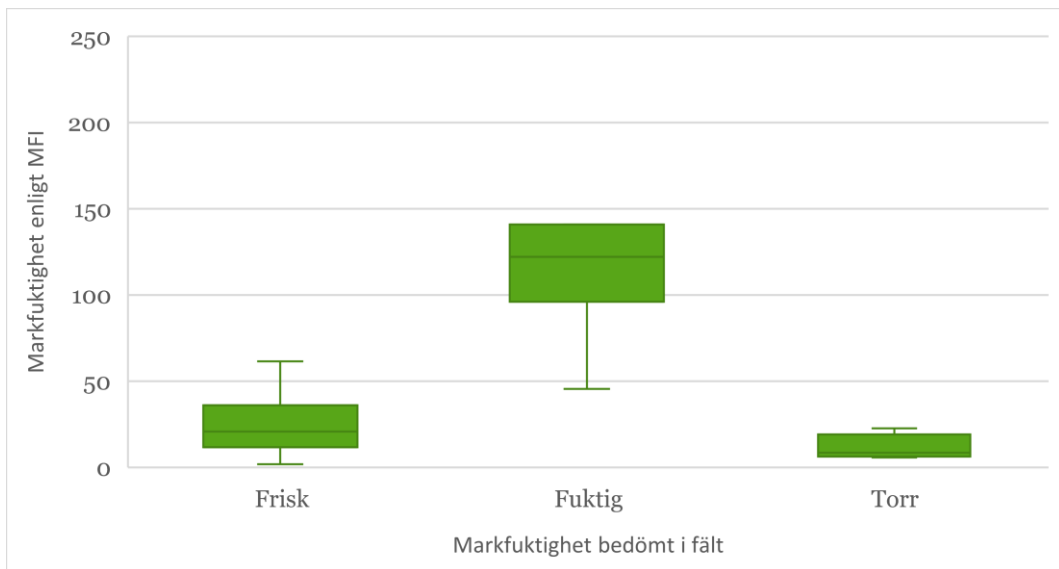
Bedömningar är att indexet är användbart för att identifiera torr skogsmark. I figurerna syns även medelvärden och spridning inom tyterna.



Figur 17. Fördelning och variation av markfuktighet bedömt på provtyper samt MFI i område Blekinge.

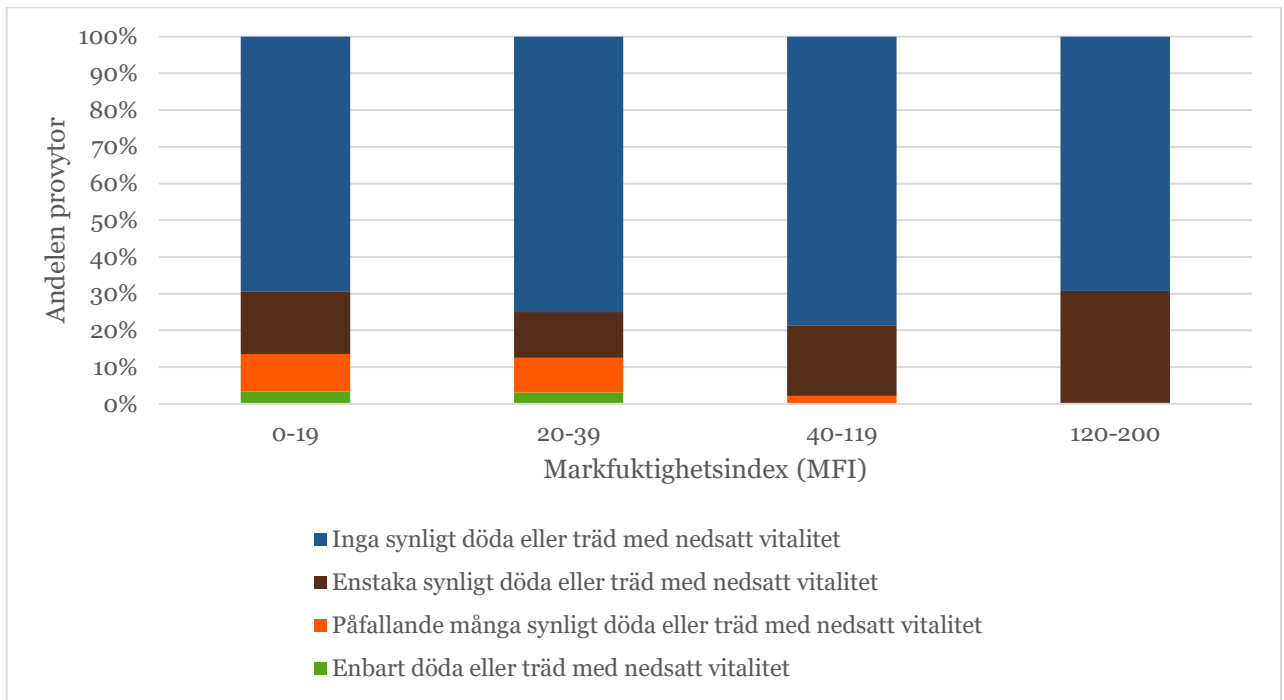


Figur 18 Fördelning och variation av markfuktighet bedömt på provytor samt MFI index i området Örebro.

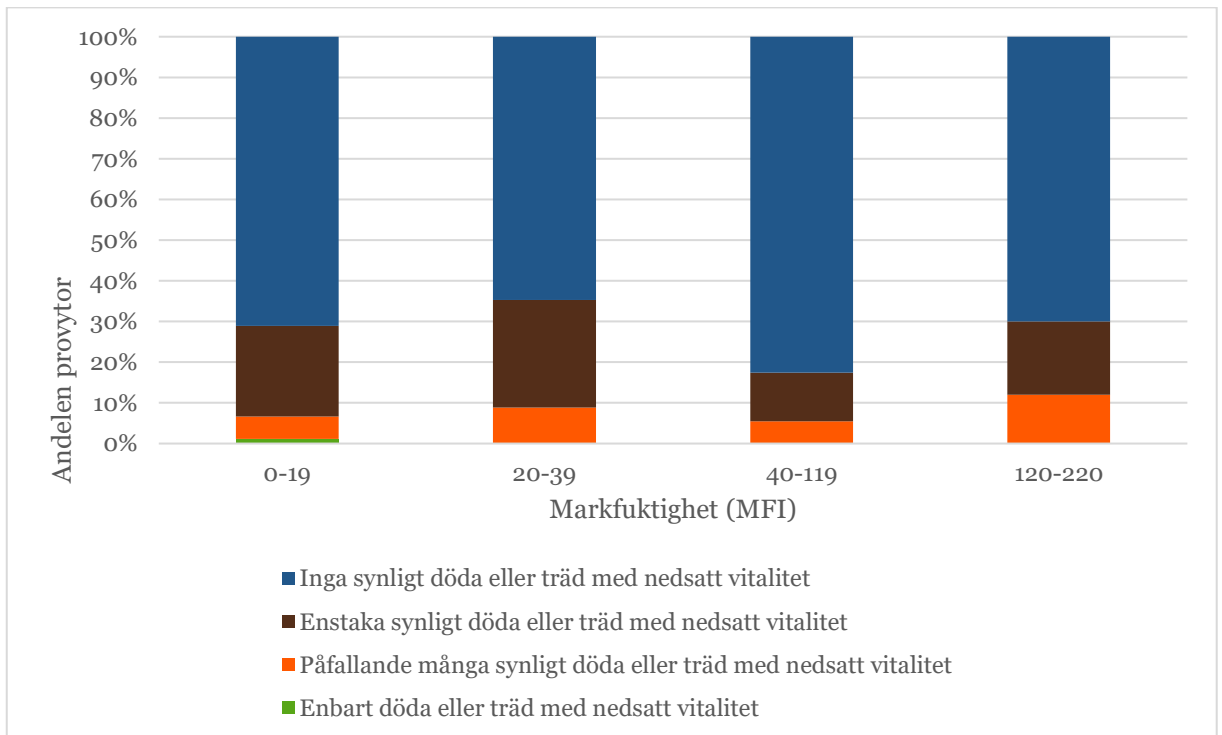


Figur 19 Fördelning och variation av markfuktighet bedömt på provytor samt MFI index i område Jämtland.

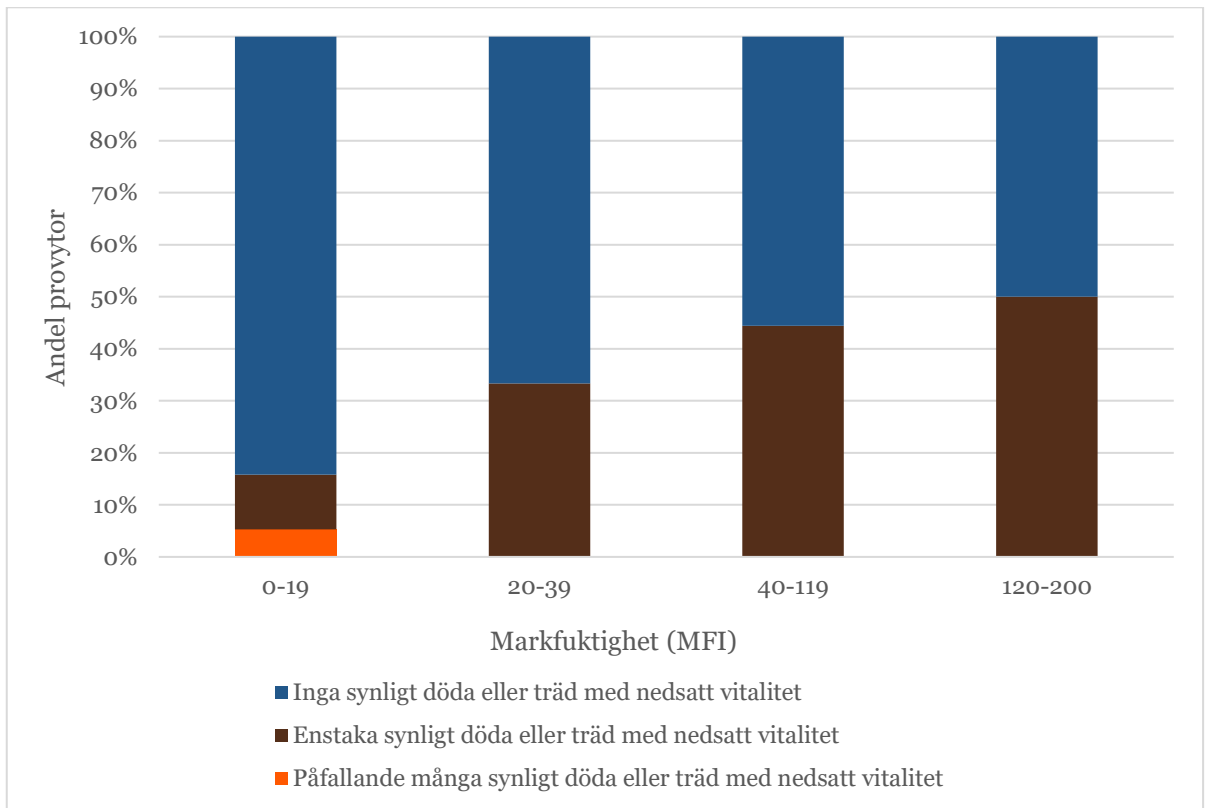
Andelen provytor med påfallande många eller enbart döda träd var relativt få, men återfanns i såväl riktigt torra områden som mer frisk mark, figur 19–21. Detta har flera olika orsaker. Vid angrepp av granbarkborre drabbas även omkringliggande skog. I och med att information om var angreppet startade saknas gör det resultaten svårtolkade.



Figur 19. Vitalitet på provytorna kopplat till MFI i område Blekinge.



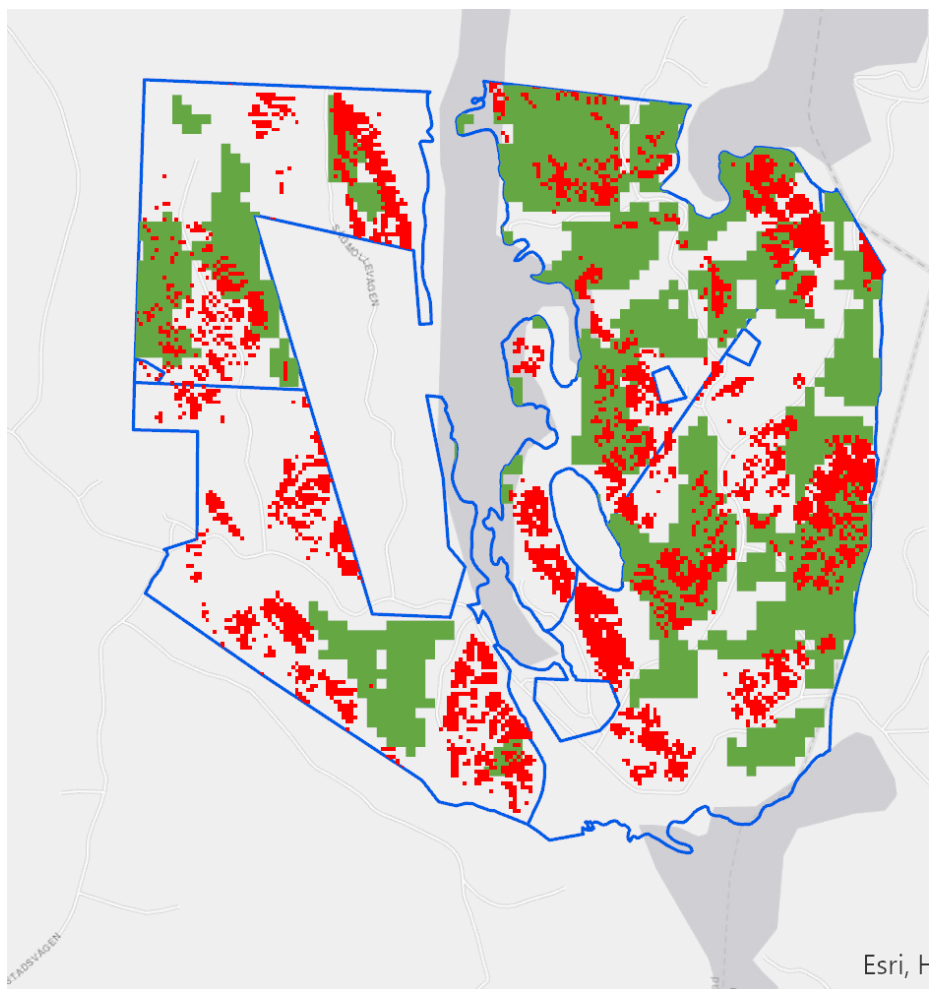
Figur 10. Vitalitet på provytor kopplat till MFI i området Örebro.



Figur 21. Vitalitet på provytor kopplat till MFI i området i Jämtland.

### Karterings- och redovisningsexempel

Givet valda kriterier Granskog (utanför våtmark) med MFI <10 kan en kartering och områden där risken för torkstress visualiseras, figur 22.



Figur 22 Karta med granskog (grön) respektive torr mark (röd) över Bökestad, Blekinge.

Andelen Granskog på torr mark har beräknats för 15 skogsskiften, tabell 8. Att använda ett mått på andelen granskog på torr mark kan vara ett stöd för att långsiktigt driva trädslagsfördelningen mot en riktning som minskar risken för nedsatt vitalitet. Det går även att koppla karteringen med skogliga grunddata för att samla hur hög volym som respektive fastighet har med skog på fel ståndort.



Tabell 8. Summering av hektar för respektive fastighet och areal granskog med markfuktighet <10 (torr mark)

Fastighet	Total areal (Hektar)	Areal granskog med markfuktighet <10	Andel riskareal (%)
Alltidhult 1:7>1	9,6	0	0%
Alltidhult 1:9>2	6,5	0,1	2%
Bökestad 1:2>1	58,8	5,7	10%
Bökestad 1:2>2	53,7	0,3	1%
Bökestad 1:6>1	85,9	5,5	6%
Bökestad 1:8>1	42,6	2,4	6%
Bökestad 1:8>2	14,3	0	0%
Hallandsboda 1:46>1	37,2		0%
Hallandsboda 1:46>2	69	1,4	2%
Hallandsboda 1:46>3	12,4	0,2	2%
Hallandsboda 1:46>5	10,6	0,7	7%
Hönsamåla 1:6>1	112,9	2,5	2%
Kylingaryd 1:2>1	39,9	0,3	1%
Rosenholm 2:1>1	18,6	0	0%
Vittskövle 1:7>2	17,6	0,2	1%
<b>Totalt</b>	<b>589,6</b>	<b>19,4</b>	<b>3%</b>

# Diskussion och slutsatser med rekommendationer

Det finns olika anledningar att skog planterats på en olämplig ståndort. De vanligaste förklaringarna är (utan inbördes rangordning):

- **Bristfällig ståndortsanpassning**  
Valet av plantor gjordes med samma trädslag över hela området som förnygrades. Förenklade instruktioner för återbeskogningen gjorde att ingen, eller begränsad, hänsyn togs till mindre områden med andra ståndortsförhållanden.
- **Högre produktion och bättre lönsamhet**  
Stora delar av Götaland återbeskogades med gran både på åkermarker och där det tidigare vuxit ädellövsskog. Granens kortare omloppstid och högre volymproduktion bidrog till att det valdes. Detta har ifrågasatts efter de mer frekventa stormarna med påföljande vindfällen de senaste 20 åren. I norra Sverige har ibland tallen valts före granen av samma orsaker även om inte alltid ståndorten passar.
- **Betesskador av vilt**  
En betydande förklaring till att gran har valts före tall i södra Sverige även på ståndorter som bättre passar tallen är omfattande betesskador på tall och lövskog vilket gjort att det finns behov av att hägna in återbeskogning med lövskog (och kanske även för tallskog). Detsamma gäller även delar av de multiskadade skogarna i norr där omfattande viltbete leder till andra trädslagsval.

Skogsägaren väger in ovanstående faktorer tillsammans med trädslagsval för lämplig ståndort, vilket resulterat i dagens skogar. Det finns fler förklaringar som kan handla om traditioner eller ointresse, men vår bedömning är att ovan nämnda förklaringar är de vanligaste.

De olika dataunderlag och kartsikt som finns tillgängliga bidrar till att kunna kartera skog på fel ståndort. NMD:s kartering av rena gran- och tallskogar bedöms vara tillräckligt bra, men barrblandskogen kan också innehålla trädslagsrena skogar varför NMD inte är komplett för barrskogen. När skog på torr mark sorteras fram för hela landet består 9 procent av barrblandskog (kan innehålla både barrblandskog och trädslagsrena bestånd) vilket gör att den felkällan inte är speciellt stor. Det hade även varit önskvärt att separera ut contortatall som har lite andra krav på ståndorten än den svenska tallen.

När det gäller lövskogen finns ingen separation på de olika triviallövsarterna. Det skulle kunna bidra till att finna fler områden med risk för försämrad vitalitet. Detsamma gäller de olika ädellövsträdslagen. Samtidigt handlar i huvudsak skog på fel ståndort om ett felaktigt trädslagsval vid planteringstillfället, och gran och tall dominerar fullständigt bland de planterade trädslagen. NMD:s brister kopplat till variationen inom barrblandskogen är sannolikt ett större bekymmer än separation av lövträdslag. Vi noterar även att klassen ädellövsskog i testområdet i Örebro vanligen inte innehöll speciellt mycket ädellövskog. Där är även temperatursummorna relativt låga, vilket gör att möjligheten att kartera ädellövskog på fel ståndort är begränsade.

Utveckling av NMD:s trädslagsklasser pågår i projektet ”Agenda för landskapet” under 2020 – 2022 och arbetet har som mål att förbättra trädslagsklassningen, samt att undersöka möjligheterna till uppdelning av klasser i fler trädslagsspecifika skikt. Detta skulle vara till fördel för metoden att hitta skog på fel ståndort då en mer högupplöst bild av trädslagen skulle bli tillgänglig.

När det gäller trädslagens motståndskraft så påverkar markfuktighet, jordart, nederbörd och temperatursumma som beskrivs i rapportens inledning. Samtidigt är det sällan träden direkt dör av exempelvis torka, utan den nedsatta vitaliteten som torkstressen medför ger en försämrad vitalitet och träden blir lättare angripna av insekter eller svamp, som orsakar att träden dör. Alla träd har olika optimala förhållanden där de växer som bäst, det vill säga får ett högt netto mellan fotosyntes och celandning. För tallen är den optimala temperaturen exempelvis högre (lufttemperatur cirka 25 grader) än för granen (cirka 20 grader) vilket märks genom att tall finns på betydligt sydligare breddgrader än granen. Vid högre temperaturer i Sverige under sommaren kommer den optimala temperaturen passa bättre för tall. Ett varmare klimat kommer dessutom sannolikt bidra till längre torrperioder och risk för ökad torkstress, vilket blir än viktigare att ta hänsyn till vid valet av trädslag i dagens föryngringar. Här kan kompletterande scenarionalyser med planeringssystemet Heureka<sup>1</sup> bidra, men samtidigt är beräkningarna av skogsskador ett utvecklingsområde inom Heureka-systemet.

En annan aspekt är förekomsten av skadliga svampar och insekter. De finns för både tall och gran, men exempelvis björk har få skadeinsekter eller svampar som dödar trädet vid nedsatt vitalitet. Vissa lövträd, som björk, har ju även möjligheten att släppa löv för tidigt vid torkstress och ändå överleva.

Det markfuktighetsindex som användes verkar tillförlitligt för den torra marken, som är kritisk att identifiera. Det ger ett betydande mervärde för att hitta granskog på torr mark. Vissa förbättringar kan komma med SLU:s markfuktighetskarta, men det kräver en separat studie och MFI kan användas.

Jordartskartan bidrar där den har hög upplösning och bör användas i modellerna. Den största bristen finns uppe i Jämtland och Västerbotten, där det i praktiken helt saknas användbara jordartskartor. Ett tekniksprång har skett i takt med att detaljerade höjddata används i produktionen av jordartskartan, vilket förhoppningsvis kan leda till förkortade produktionstider och en mer detaljerad karta. En risk med jordartskartorna är att de blivit väl generaliserade i de låga skalnivåerna och att en alltför schabloniserad bild karteras. Detta bör undersökas vidare i kompletterande utvärderingar.

Klimatdata i form av nederbörd och temperatursumma kan upplevas lite grova, men bedöms främst bidra att hitta områden där även granen passar på torra marker. Det verkar vara svårt att nyttja temperatursumma för ädellövskog.

Projektet testade modellen i Blekinge, Närke och Jämtland. Vidare utvärderingar föreslås i områden i de nederbördsrika delarna i sydvästra Sverige för att bekräfta den föreslagna gränsen för årsnederbörd.

Under utvecklingsarbetet har ett antal andra dataset beaktats såsom pH-kartor över markens surhetsgrad, vilket påverkar förekomsten av rotröta. Där krävs det dock betydligt högre upplösning än dagens tillgängliga information, då variationen inom bestånd kan vara stor.

Dagens trädslagkartor karterar ej skog under fem meter vilket gör att plant- och ungskog inte finns med i modellen. Skulle de skogarna också kunna karteras med tillräcklig noggrannhet, eventuellt via information till Skogsstyrelsen om återväxtplanering, skulle det utveckla modellen positivt. Då kan andra geodata, exempelvis frostlänthet bli mer värdefulla.

En ökad ståndortsanpassning kan även komma med ökad användning av skördardata. Med kännedom om vad som vuxit bra och förekomsten av rotröta kan trädslag föreslås som bättre anpassas efter ståndorten och på en hög detaljeringsnivå. Utmaningen med

---

<sup>1</sup> <https://www.slu.se/institutioner/skoglig-resurshushallning/programprojekt/sha/heureka/heureka/>

detta är att skördardata inte är allmänt tillgängliga vilket nog är en förutsättning för användning i en nationell modell.

En ökad ståndortsanpassning för återväxten kan också komma via webbapplikationen Plantval<sup>2</sup> där det är möjligt att över hela Sverige få reda på det plantmaterial som har högst tillväxt och överlevnad för den aktuella ståndorten.

Sammanfattningsvis görs bedömningen att den skog som kan karteras som växande på fel ståndort är granskog på torr mark samt granskog på grova sediment och moräner. Tallskog på lerrika marker bör också kunna identifieras även om de förekommer sparsamt.

---

<sup>2</sup> <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/plantval/>

# Litteratur

- Bergqvist, J. Ekö, P-M. Elving, B. Johansson, U & Thuresson, T. 2005. Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort. Jönköping, Skogsstyrelsen, Rapport 19.
- Davidsson, A., Berlin, M. & Jönsson, P. 2018. PlantvalOptimal – Effektivare och bättre användning av plantmaterial för större skogsinnehav. Skogforsk Arbetsrapport 996.
- Friberg, G., Jacobson, S., Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Willén, E. 2019. Föryngringsplanering med hjälp av skördarinformation och geodata. Arbetsrapport 1002. Skogforsk.
- Hallsby, G. 2013. Skogsskötselserien – Plantering av barrträd. Skogsstyrelsen.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1987.Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Definitioner och anvisningar. Skogsstyrelsen.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1987. Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Bonitering. Skogsstyrelsen.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1987. Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Markvegetationstyper. Skogsstyrelsen.
- Keskitalo, C. Personlig kontakt. 2020. Metria. Stockholm.
- Lundmark, J-E. 1986. Skogsmarkens ekologi del 1. Skogsstyrelsen.
- Lundmark, J-E. 1986. Skogsmarkens ekologi del 2. Skogsstyrelsen.
- Metria, 2019. Rikstäckande information om markens fuktighet. Delresultat från produktionen av nationella marktäckedata. 2019-03-19.
- Naturvårdsverket, 2018. Produktbeskrivning NMD. Tillgänglig online: <https://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/kartor/NMD-Produktbeskr-NMD2018Basskikt-v2-2.pdf> . 2020-10-30.
- Nilsson, M. Ahlkrona, E. Jönsson, C. & Allard, A. 2020. Regional jämförelse mellan Nationella marktäckedata och fältdata från riksskogstaxeringen och NILS. SLU. Umeå.
- SGU. 2020. Produktbeskrivning Jordartskarta. Tillgänglig online: <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/jordartsdata/jordarter-125-0001100-000/>. 2020-10-30.
- Skogskunskap, [www.skogskunskap.se](http://www.skogskunskap.se).
- SLU. 2020. SLU Skogskarta, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.
- Ågren A.M., Lidberg, W., Strömgren, M., Ogilvie, J. & Arp, P.A. 2014. Evaluating digital terrain indices for soil wetness mapping – a Swedish case study, Hydrology and Earth System Sciences, 18:3623-3634.