



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

2022-12-07

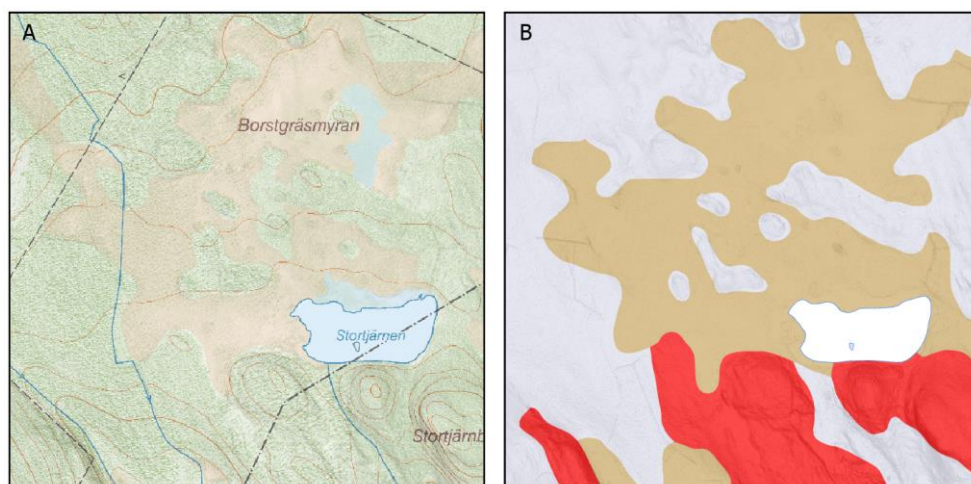
Anneli Ågren, Yiqi Lin

Dokumentation nya torvkartor – klassade torvkartor
och kontinuerliga kartor över organiska lagrets
tjocklek

1. Inledning

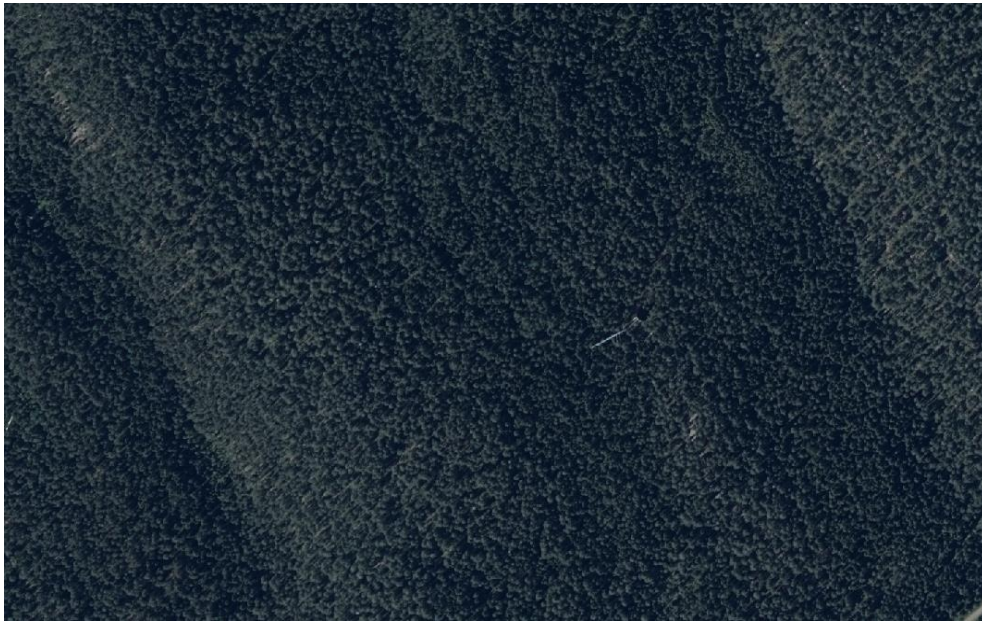
Dagens torvmarkskartor

Torv består av växtdelar i mossar och kärr, som på grund av brist på syre endast delvis förmultnat. Det finns ett flertal definitioner för torvmarker, Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) definierar torv som en mark där organiska lagrets tjocklek är minst 50 cm. Den organiska jordmånen histosol definieras som mark där organiska lagrets tjocklek är minst 40 cm. Enligt Riksskogstaxeringen definieras torv som en mark där organiska lagrets tjocklek är minst 30 cm. När det gäller kartor över torvmarker används Jordartskartans torvmarker från SGU samt ibland även Fastighetskartans sankmarker från Lantmäteriet eller (Figur 1).



Figur 1. A) Fastighetskartan med fast sankmark markerat i beige och svår sankmark (som man inte kan gå över) i blått. B) Jordartskartans torvmarker markerade i brunt.

Dessa kartor har ritats främst utifrån flygbilder, i kombination med fältbesök (mest utmed med vägnätet). De nyaste kartorna kan ha kompletterats utifrån laserdata. En sankmark/torvmark måste vara minst 2500 kvadratmeter stor för att komma med på kartan. Enligt en utvärdering av kartorna mot fältinmätta torvmarker (på 2883 platser över hela landet, Figur 3) så fångar Fastighetskartans sankmarker in ca 50% av torvmarkerna och Jordartskartans torvmarker ca 70% av de faktiska torvmarkerna. En trolig orsak till att många torvmarker saknas är dels att kartorna är att kartorna i huvudsak har grundats på flygbildstolkning (Figur 2) och att många beskogade våtmarker felaktigt klassats som mineraljordar, samt att små lokala torvmarker i surdråg eller längs med vattendrag saknas då de var för små för att komma med på kartan.



Figur 2. Dagens kartor är ritade utifrån flygbilder, det är svårt att se torvmarkerna under trädkronorna. Området i bilden visar ett skogsparti i Svartbergets Försökspart utanför Vindeln i Västerbotten där ett antal små torvmarker utmed bäckar döljs under trädkronorna.



Figur 3. Figuren visar provtagningsplatser där det organiska lagrets tjocklek mätts i fält inom ramen för den Svenska Markinventeringen. Totalt har mätningar gjorts på 5479 platser. Datasetet delades in i två slumpvis utvalda dataset. Det ena datasetet användes för att konstruera regressionsmodellen och det andra för att utvärdera kartornas kvalitet. Bilden är modifierad från Ågren et al 2022.

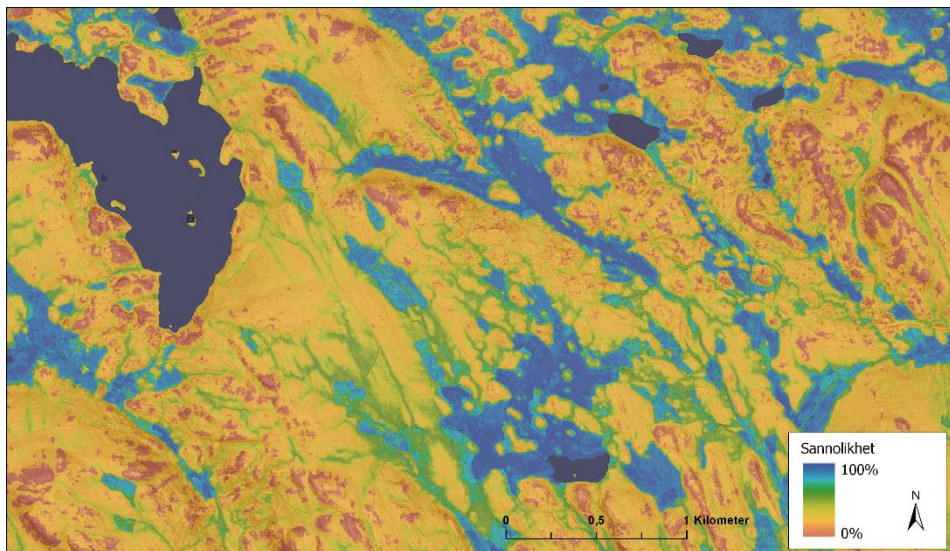
2. SLU Markfuktighetskarta

Grunden för de nya torvkartorna är SLU Markfuktighetskarta, som är framtagen med hjälp av laserdata och AI-metoder.

Idag har hela Sverige scannats med laser från flygplan, så kallade lidar-mätningar. Utifrån lasermätningarna kan en digital höjdmodell skapas. Höjdmodellen har en upplösning på 2 m x 2 m. Man kan se det som att Sverige är indelat i 2 m stora rutor med en känd höjd över havet. Från höjdmodellen så kan vattnets väg i landskapet modelleras.

SLU Markfuktighetskarta är framtagen med maskininlärning. Markfuktighetskartorna är baserade på markfuktighetsklassningen från riksskogstaxeringens 20 000 permanenta inventeringsytor. Riksskogstaxeringen klassar markfukten i fem klasser: torr, frisk, frisk-fuktig, fuktig och blöt. Utöver riksskogstaxeringens markfuktighetsklassning så har 24 olika kartlager använts för att träna modellen. Det handlar både om hydrologiska och topografiska variabler extraherade från lantmäteriets höjdmodell men också jordarter och jorddjup från SGU och avrinningmodeller från SMHI.

De tränade modellerna användes för att klassa markfukten in varje 2x2m cell i lantmäteriets höjdmodell. SLU Markfuktighetskarta har kontinuerliga värden som visar sannolikheten i % att varje cell i kartan tillhör den blöta klassen i figur 4. Värdet 0 har en låg sannolikhet att tillhöra den ”blöta” klassen medan värdet 100 har en hög sannolikhet att tillhöra den ”blöta” klassen. Det gör att sannolikhetskartan går att se som ett index där 0 % indikerar torr mark och 100 % indikerar blöt mark.



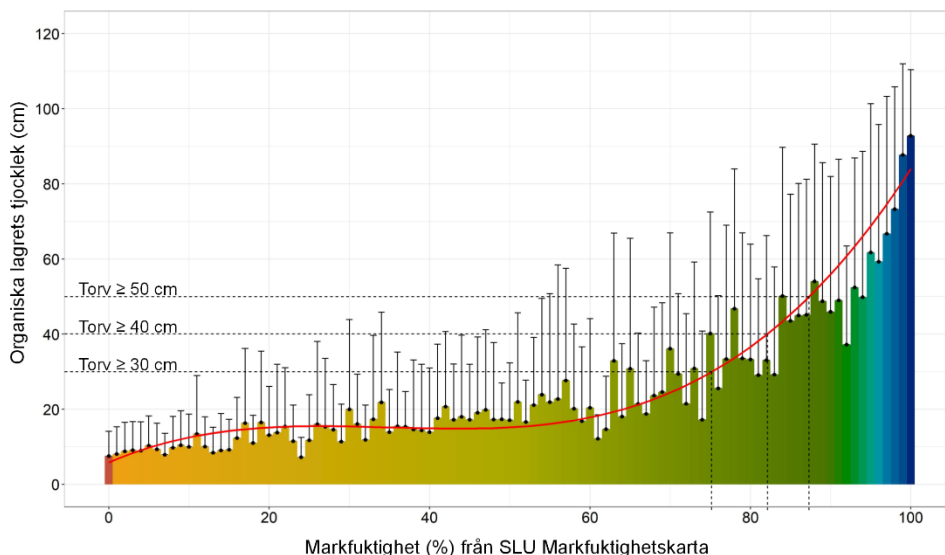
Figur 4. SLU Markfuktighetskarta visar sannolikheten i % att varje cell i kartan tillhör den blöta klassen. Det kan ses som ett index från 0 till 100 där 0 är torrt och 100 är blött. Det gör att markfuktigheten kan visas i mjuka övergångar mellan olika fuktighetsklasser (blött – blått, fuktigt – turkost, frisk-fuktig – grönt, frisk – gult, torrt – rött). Som synes i bilden så fångas större myrkomplex in (större sammanhängande blå områden) dessa finns vanligtvis markerade på dagens

kartor. Det nya är de här kartorna även fångar in blöta och fuktiga marker i kantzonerna vid vattendrag och sjöar, och beskogade våtmarker som till stor del saknats på tidigare kartor, samt surdråg.

För mer bakgrund om SLU Markfuktighetskarta se www.slu.se/mfk.

3. Klassad torvkarta utifrån SLU Markfuktighetskarta

Hypotesen att blöta marker skulle ha ett tjockare organiskt lager än torra marker testades genom att undersöka sambandet mellan organiska lagrets tjocklek mätt i fält och markfuktigheten på dessa platser utifrån SLU Markfuktighetskarta (Figur 5).



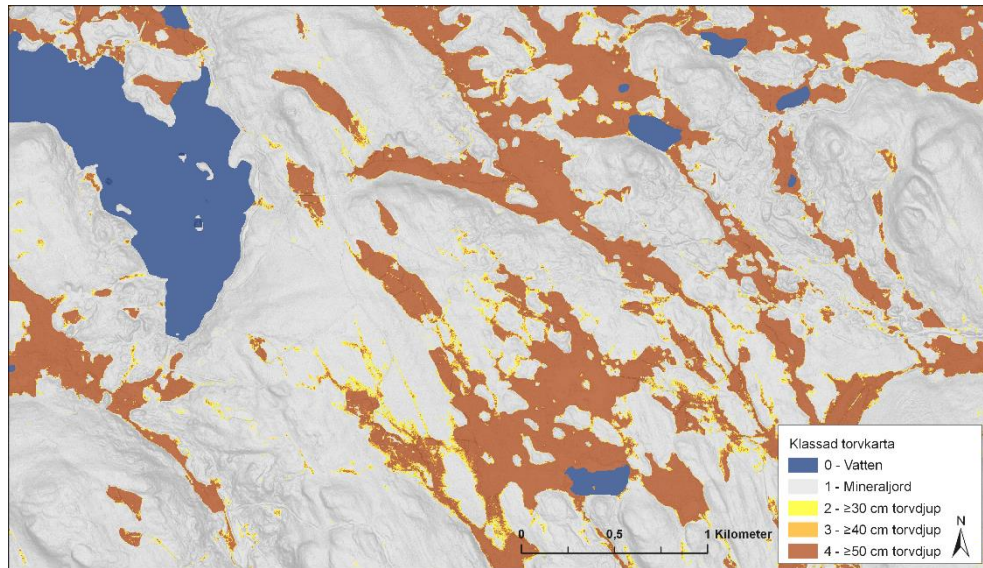
Figur 5. Den röda kurvan visar sambandet mellan organiska lagrets tjocklek (cm) fält och markfuktigheten (%). Sambandet har en R^2 på 0.66 ($p < 0.001$), dvs. 66% av variationen i organiska lagrets tjocklek kan förklaras av markfuktigheten. De svarta linjerna indikerar standardavvikelsen för varje markfuktighetsnivå.

Genom att identifiera gränsvärdena för ≥ 30 cm torvdjup, ≥ 40 cm torvdjup, samt ≥ 50 cm torvdjup oklassificerades SLU markfuktighetskarta utifrån gränsvärdena (76%, 83% och 87%) i figur 5.

Detta ger upphov till den klassificerade torvkartan. Den klassade kartan har 5 klasser (Tabell 1).

Tabell 1. Klasserna i den klassade torvkartan.

0	Vatten
1	Mineraljord
2	≥ 30 cm torvdjup
3	≥ 40 cm torvdjup
4	≥ 50 cm torvdjup



Figur 6. Exempel på den klassade torvkartan. Torvkartorna ser ut att "överlagra" varandra i den klassade kartan med Torv ≥ 30 cm underst, Torv ≥ 40 cm i mitten och Torv ≥ 50 cm överst. De olika torvkartorna (i gult, orange och brunt) har nästan samma utbredning, bra några få pixlar utmed kanterna skiljer. Torv ≥ 30 cm har den största utbredningen och torv ≥ 50 cm har den minsta utbredningen. Notera att för att få utbredningen av Torv ≥ 30 cm måste du summera den med utbredningen av Torv ≥ 40 cm och ≥ 50 cm. Notera även att gränsdragningarna har osäkerheter (se standardavvikelsen i figur 5).

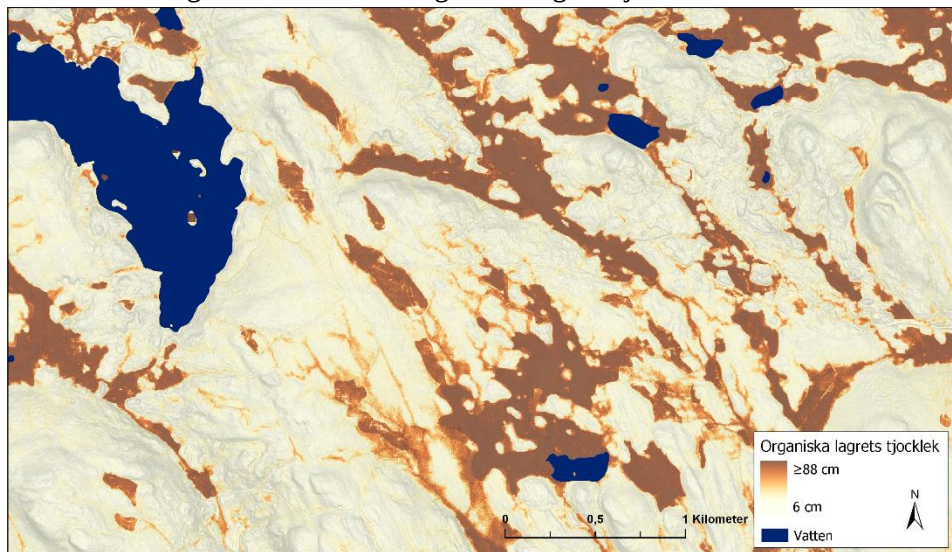
4. Kontinuerlig karta över organiska lagrets tjocklek utifrån SLU Markfuktighetskarta

Den röda kurvan i figur 5 har formeln:

$$Y = 6,414594984 + (0,667350616 * X) + (-0,021458236 * X^2) + (0,000229229 * X^3)$$

Där Y är organiska lagrets tjocklek och X är markfuktigheten enligt SLU Markfuktighetskarta. Genom att applicera formeln i ArcGIS Pro:s "raster calculator" kunde en kontinuerlig karta över organiska lagrets tjocklek tas fram (Figur 7).

Den kontinuerliga kartan visar det organiska lagrets tjocklek i cm.



Figur 7. Exempel på kartan över det organiska lagrets tjocklek från 6 cm till ≥ 88 cm. Notera att inte det totala torvdjupet anges utan att mörkbruna områden anger mer än 88 cm. Gula områden på kartan markerar mineraljord och mörkbruna områden torvmark. De områden där färgen skiftar snabbt i orangea färgtoner utgör en övergångszon mellan mineraljord och torvmark. Vatten är klassat som värdet 0 i kartan.

5. Utvärdering av kartornas kvalitet

En utvärdering av kartornas kvalitet gjordes utifrån fältdata från 2883 platser över hela landet (Figur 2). De tre klassade torvkartorna (≥ 30 cm, ≥ 40 cm och ≥ 50 cm torvdjup) fångar in ca 80% av torvmarkerna, vilket kan jämföras med fastighetskartans sankmarker som fångar in ca 50% och jordartskartan som fångar in ca 70% (Tabell 2). För att kontrollera att den nya klassificerade torvkartan inte överskattar torvmarkerna beräknades Matthews's correlation coefficient (MCC). MCC tar hänsyn till hur bra kartan predikterar både torv och mineraljordar, för att hitta den bästa balansen så att inte den ena eller den andra över- eller underskattas. Ett högre värde (närmare 1), anger en bättre total kvalitet på kartan. MCC för de olika kartorna torvkartorna (≥ 30 cm, ≥ 40 cm och ≥ 50 cm torvdjup) låg mellan 0,69 och 0,73, att jämföra med fastighetskartans sankmarker på 0,61 och jordartskartan på 0,65 (Tabell 2). Den mest noggranna kartan är torv ≥ 50 cm. Fastighetskartan och jordartskartan underskattar torvmarkerna, medan torv ≥ 30 cm ser ut att ge en svag överskattning av torvmarkerna. För att se fler statistiska mått på kartornas kvalite hänvisar vi till metodutvecklingsartikeln av Ågren m. fl. 2022. Sammanfattningsvis kan man säga att de nya torvkartorna är ca 10% bättre på att hitta torvmarker än det traditionella kartorna.

Tabell 2. Recall anger hur många % av torvmarkerna som hittas av kartorna jämfört med fältdatat. MCC, Matthews's correlation coefficient, anger ett mått på kartans totala kvalitet.

Karta	Recall (%)	MCC
Torv ≥ 50 cm	80,4	0,73
Torv ≥ 40 cm	78,5	0,69
Torv ≥ 30 cm	80,0	0,69
Fastighetskartan	49,8	0,61
Jordartskartan	68,5	0,65

Tabellen visar bara två av de statistiska mått som används för att utvärdera de klassade kartorna, totalt användes 10 olika mått. För den djupare analysen hänvisar vi till Ågren et al., 2022 (se mer läsning).

Utvärderingen av den kontinuerliga kartan visade på stora osäkerheter i prediktionen av det organiska lagrets tjocklek. Root Mean Square Error (RMSE) är ett mått på spridningen av avvikelserna. RMSE för den kontinuerliga kartan var ± 19 cm. Detta är viktigt att ha med sig när man tolkar kartan, man kan alltså inte lita helt på angivelsen av organiska lagrets tjocklek. Det betyder att kartan t.ex. inte ska användas till att beräkna kollager i mark. Dock duger noggrannheten till avgränsa torvmarkernas horisontella utbredning. Det innebär att kartan bör tolkas på följande sätt. I gula områden på kartan kan man vara relativt säker på att marken är mineraljord och på mörkbruna områden kan man vara relativt säker på att det är torvmark. De områden där färgen skiftar snabbt i orangea färgtoner utgör en

övergångszon mellan mineraljord och torvmark. Dessa osäkerheter i gränsdragningen mellan mineraljord och torv finns också för de andra klassade kartorna (se standardavvikelserna i figur 5), därför är det mer rättvist att använda den kontinuerliga kartan och se det som en övergångszon, snarare än en fast gräns.

Svagheter i kartan:

Då kartan bygger på SLU Markfuktighetskarta har den samma utbredning som SLU Markfuktighetskarta, och delar vissa kända fel med SLU markfuktighetskarta.

1) Kanteffekter vid kusterna beror på att de hydrologiska variablerna togs fram baserade på avrinningsområden. Närmast kusten går det ej att ta fram fungerande avrinningsområden. 2) Många hydrologiska variabler är baserad på höjdmodellen men höjdmodellen saknar information om var vägtrummorna finns så vattnet ”fastnar” i 3D-modellen av landskapet och kommer inte alltid över vägen på rätt ställe, vilket innebär större osäkerheter invid vägar än i övriga landskapet. 3) För vissa topografiska variabler delades Sverige in i små rutor av beräkningstekniska skäl och det har resulterat i kanteffekter i form av raka linjer vid några av dessa rutor.

6. Fördjupad läsning

- För den som vill veta mer om hur torvkartorna är framtagna hänvisar vi till en metodutvecklingsartikel i den vetenskapliga tidskriften SOIL:

Ågren, A. M., Hasselquist, E. M., Stendahl, J., Nilsson, M. B., and Paul, S. S. (2022) Delineating the distribution of mineral and peat soils at the landscape scale in northern boreal regions, SOIL, 8, 1-17, <https://doi.org/10.5194/soil-8-1-2022>.

- Forskningsartikel om hur SLU Markfuktighetskarta tagits fram:
Ågren, A., Larson, J., Paul, S., Laudon, H. and Lidberg, W. (2021). Use of multiple LIDAR-derived digital terrain indices and machine learning for high-resolution national-scale soil moisture mapping of the Swedish forest landscape. Geoderma. 404, 115280, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115280>
- En forskningsartikel om hur en tidigare version av SLU Markfuktighetskarta tagits fram:
Lidberg W, Nilsson M, Ågren A. Using machine learning to generate high-resolution wet area maps for planning forest management: A study in a boreal forest landscape. Ambio. 2020, 49(2) 475-486. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01196-9>