

# Torvolymer och kolförråd i Sveriges torvmarker

En beräkning baserad på SGU:s data

Caroline Morin, Elin Norström, Gustav Sohlenius & Eva Wendelin

maj 2023

SGU-rapport 2023:08



### **Ändring genomförd 22 maj 2023**

Sidan 35. Avsnitt "Kolläckage från organiska jordar" i första stycket:

Ny text: Enligt Naturvårdsverket ligger cirka 140 tusen hektar av jordbruksmarken på organiska jordar och all denna mark är dränerad (Naturvårdsverket 2019).

Ursprunglig text: Enligt Naturvårdsverket ligger cirka 140 miljoner hektar av jordbruksmarken på organiska jordar och all denna mark är dränerad (Naturvårdsverket 2019).

Omslagsbild: Myrmark i närheten av Abisko, Norrbottens län  
Fotograf: Elin Norström

Författare: Caroline Morin, Elin Norström,  
Gustav Sohlenius och Eva Wendelin

Granskad av: Christian Öhrling  
Ansvarig enhetschef: Anna Hedenström

Redaktör: Johan Sporrang

Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
tel: 018-17 90 00  
e-post: sgu@sgu.se

[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

## INNEHÅLL

Sammanfattning.....	5
Inledning.....	6
Material .....	6
SGU:s jordartskartor.....	7
SGU:s databaser med stratigrafisk information.....	7
Metod.....	9
Sammanfattning av metod.....	9
Programvaror.....	9
Indelning av torvmarker i kategorier.....	10
Mossetorv.....	10
Kärrtorv.....	10
Torv i Norrland samt på Öland och Gotland.....	10
Tunt eller osammanhängande torvlager .....	10
Torv på jordbruksmark.....	10
Mossegränsen.....	11
Torvens areella utbredning.....	11
Torvmarker norr om mossegränsen.....	11
Torvmarker på Öland och Gotland .....	11
Mossetorv och kärrtorv söder om mossegränsen .....	11
Torv på jordbruksmark.....	13
Tunt eller osammanhängande torvlager .....	13
Beräkningar av torvdjup.....	16
Bestämning av torvens humifieringsgrad.....	20
Humifieringsgrader i torvmarker söder om mossegränsen.....	20
Humifieringsgrader i torvmarker norr om mossegränsen.....	21
Humifieringsgrad i övriga torvtyper.....	22
Modellering av torvmarkens tredimensionella form och beräkning av volym.....	22
Modell av torvmarkers form och dimensioner.....	23
Volymberäkning.....	24
Volym hög- respektive låghumifierad torv i mossar.....	24
Kantzon och volymberäkning söder om mossegränsen .....	24
Kantzon och volymberäkning för torv norr om mossegränsen .....	26

Kantzon och volymbereäkning för torv på Öland och Gotland .....	26
Kantzon och volymbereäkning av torv på jordbruksmark .....	26
Tre olika scenarier för torvens form och dimensioner .....	26
Modell-scenario 1 .....	26
Modell-scenario 2 .....	27
Modell-scenario 3 .....	27
Bereäkning av torvens kolinnehåll .....	27
Bulkdensitet .....	27
Förhållandet mellan bulkmassa och organisk kolhalt .....	28
Bereäkning av arean utdikad torvmark .....	28
Resultat .....	28
Torvmarkernas area .....	28
Torvvolymer .....	29
Kolinnehåll .....	30
Areal utdikad torvmark .....	32
Diskussion och slutsatser .....	34
Kolinnehåll och kolpooler .....	34
Kolläckage från organiska jordar .....	35
Begränsningar och felkällor .....	36
Förslag på fortsatt arbete .....	36
Referenser .....	38



## SAMMANFATTNING

Opåverkade torvmarker binder in stora mängder kol från atmosfären. Samtidigt pågår kontinuerliga utsläpp av växthusgaser från dikade torvmarker. I denna studie har vi använt data från Sveriges geologiska undersökning (SGU) för att uppskatta de torvvolymer samt den mängd kol som finns inlagrad i Sveriges torvmarker. Studien innefattar även en uppskattning av arealen utdikad torvmark i anslutning till diken.

Enligt beräkningen innehåller Sveriges torvmarker närmare 75 km<sup>3</sup> torv. De största mängderna finns i Norrland som innehar 67 % av landets totala torvvolymer. Volymen mossetorv och kärrtorv i södra Sverige uppgår till 16 % respektive 12 % av den totala torvvolymer i landet. Torv på jordbruksmark uppgår till cirka 1 %. De största torvdjupen hittas i södra Sveriges mossar vilka har ett medeldjup på nästan 4 m, medan medeldjupet i kärr samt torvmarker i norra Sverige uppgår till cirka 2 m. Det totala kolinnehållet i Sveriges torvmarker uppskattas till mellan 3,6 och 4,6 Pg C\* (miljarder ton). Detta utgör troligtvis mellan 0,4 och 1 % av det kol som finns inlagrat i torv i den tempererade delen av norra hemisfären. Kolet som är bundet i Sveriges torvmarker motsvarar ungefär mängden kol från de samlade utsläppen från Sveriges transportsektor under omkring tusen år. Arealen dränerad torvmark som ligger inom 50 m från diken uppgår till 1,46 miljoner hektar enligt vår beräkning. Här innefattas dock alla typer av markanvändning, vilket gör det svårt att kvantifiera läckaget av växthusgaser.

Vid beräkningen av torvvolymer delades torvmarkerna in i olika klasser baserat på torvtyp, mäktighet, markanvändning, lokalisering i landet samt i viss mån tillgång och kvalitet på befintliga data. Uppgifter om torvdjup samt torvegenskaper har hämtats ur SGU:s databaser *Torv* och *Jordlagerföljder*. Torvens geografiska utbredning hämtades ur SGU:s jordartskartor. För de torvmarker som saknar djupinformation ansattes medeltorvdjupen för olika torvtyper och regioner utifrån tillgängliga stratigrafiska data. Volymberäkningen tar även hänsyn till torvmarkens tredimensionella form, det vill säga att torvens mäktighet generellt minskar ut mot kanterna. Vid uppskattningen av torvmarkernas kolinnehåll behandlades mossetorv och kärrtorv separat. Den genomsnittliga humifieringsgraden för olika regioner och torvtyper ansattes utifrån tillgänglig stratigrafisk information. Information om bulkdensitet och organiskt kolinnehåll för olika torvtyper hämtades från litteraturen.

De största osäkerheterna i studien är kopplade till uppskattningen av torvmarkernas tredimensionella form samt förekomsten av torv med olika humifieringsgrad. Mer empiriska data som visar torvlagrens tjocklek skulle förbättra modellen väsentligt, speciellt från små torvmarker. Beräkningarnas osäkerhet bedöms vara störst för torvmarker i norra Sverige på grund av glesare stratigrafiska data och sämre upplösning i befintliga kartunderlag.

\*1 Peta gram (Pg)=10<sup>15</sup> g = 10<sup>12</sup> kg=10<sup>9</sup> ton = 1 000 miljarder ton

## INLEDNING

Våtmarker kännetecknas av att grundvattenytan står nära markytan. De blöta förhållandena gör att organiskt material inte kan brytas ner effektivt, vilket i sin tur leder till att rester från vegetationen kan ackumulera och bilda lager av jordarten torv. Torv består således nästan uteslutande av organiskt material. Omkring 15 % av Sveriges yta utgörs av områden med ett torvlager mäktigare än 0,5 m (SGU 2022a).

När organiskt material ackumuleras binds den koldioxid som växterna assimilerat från atmosfären under fotosyntesen in i marken. De stora arealer torvmark som finns i Sverige fungerar därför som en viktig kolsänka. En stor andel av Sveriges torvmarker har dock påverkats av markavvattning som har utförts för att förbättra förutsättningarna för jord- och skogsbruk. Detta har i sin tur lett till att stora arealer torv exponeras för luftens syre och oxiderar, varvid koldioxid avgår till atmosfären. Det är angeläget att framtida markanvändning tar hänsyn till torvmarkernas värde som kolreservoar och kolsänka. Detta i synnerhet då Sverige är ett av de länder i världen som har störst andel torvmarker.

Torvmarkerna finns över hela landet men har olika karaktärsdrag och byggs upp på olika vis beroende på geografiska och klimatologiska faktorer. Markens förmåga att lagra och binda kol varierar således mellan olika regioner. Syftet med denna studie har varit att beräkna de svenska torvmarkernas totala torvvolym med hjälp av SGU:s befintliga data om torv. Resultaten från volymberäkningarna har sedan legat till grund för en uppskattning av hur stora mängder organiskt kol som finns inlagrat i Sveriges torvmarker.

Arbetet syftar till att belysa värdet av Sveriges torvmarker som kolsänka och kolreservoar, samt vikten av att denna ekosystemtjänst bevaras. Studien syftar även till att visa på de stora arealer utdikad torvmark som i dag läcker kol till atmosfären, och som därmed är centrala i samband med kommande återvättningsprojekt.

## MATERIAL

SGU:s data om Sveriges torvmarker består både av stratigrafisk och geografisk information. Digital stratigrafisk information från borrhningar beskriver torvlagrens mäktighet och egenskaper. Digitala jordartskartor visar torvmarkernas utbredning och arealer, med olika upplösning beroende på region. Utöver SGU:s data har geografisk information från andra aktörer använts, till exempel Lantmäteriet.

SGU har en över 150 år lång tradition av att studera och arbeta med torvmarker. Under mitten av 1800-talet började SGU kartlägga den geografiska utbredningen av torv och andra jordarter. I början av 1900-talet utfördes omfattande stratigrafiska torvinventeringar i Götaland och Svealand (von Post & Granlund 1926). Syftet var att bestämma hur mycket torv som fanns tillgängligt i Sverige, bland annat för energiändamål. Resultaten från dessa torvinventeringar finns i dag inskannat och tillgängligt i SGU:s arkiv. Vidare utförde SGU borrhningar i torvmarker över hela landet under 1980-talet. Detta material finns i dag digitaliserat och innehåller uppgifter om torvmarkernas uppbyggnad och de olika torvslagets egenskaper.

SGU:s arbete med att kartlägga utbredningen av torv (och andra jordarter) pågår kontinuerligt. I dag syftar denna kartläggning främst till att uppdatera och förbättra noggrannheten i de äldre kartorna. I samband med jordartskartläggningen har under senare decennier ytterligare torvmarker undersökts stratigrafiskt och information om torvmarkernas mäktighet har digitaliserats.

## SGU:s jordartskartor

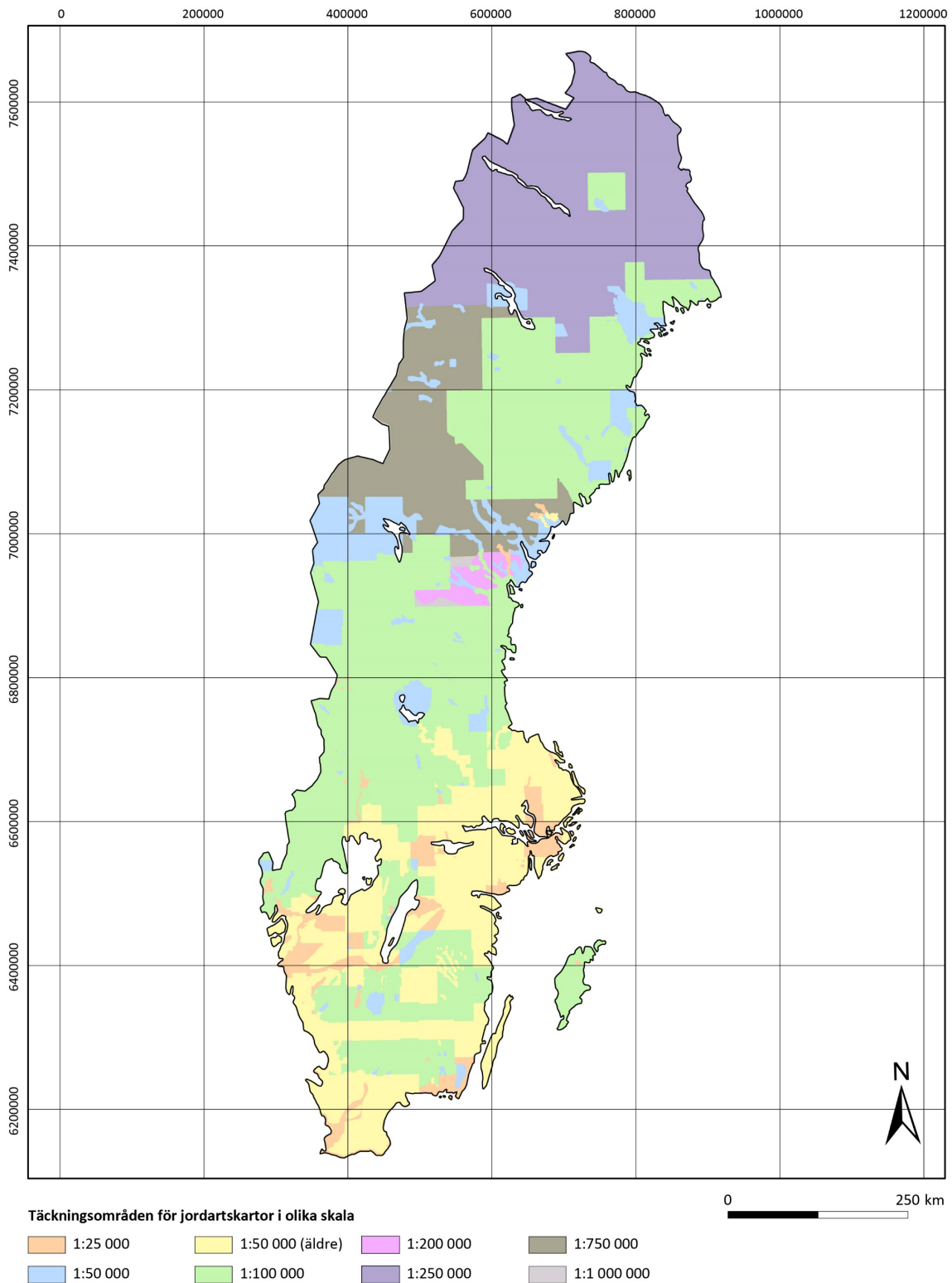
SGU:s jordartskartor har framställts successivt under flera decennier och har således varierande kvalitet och täckningsgrad (fig. 1). Klassificeringen av jordarterna varierar i viss mån mellan olika kartserier. I många områden, framför allt i södra Sverige, redovisas mosse- och kärrtorv separat i jordartskartorna i skalorna 1:25 000 och 1:50 000 (SGU 2022a). I de mer översiktligt kartlagda områdena görs inte denna indelning, utan all torvmark är klassad som torv. I Norrland är renodlade mossar ovanliga. I stället förekommer blandmyrar, vilka är uppbyggda av både mosse- och kärrpartier. På jordartskartorna för Norrland skiljer man således inte mellan mossetorv och kärrtorv, utan i dessa kartor används den generella termen torv.

De torvmarker som redovisas på SGU:s mest detaljerade jordartskartor har en area på minst 50×50 m, och är minst 0,5 m djupa. Tunnare torvmarker, med en tjocklek mellan 0,3 och 0,5 m, redovisas som ”Tunt eller osammanhängande torvlager” i jordartskartorna. Tunna och osammanhängande torvlager redovisas på kartorna i skalorna 1:25 000 till 1:50 000, men förekommer även i vissa områden på kartor i skalan 1:100 000 (SGU 2022a).

Metodiken för att ta fram jordartskartor har förbättrats och förfinats över tid i och med tekniska framsteg såsom utvecklingen av *Global positioning system* (GPS) och *Light detection and ranging* (LiDAR). Nyare kartor har således generellt en bättre geografisk precision och färre osäkerhetsfaktorer jämfört med de äldre. Bäst geografisk precision ges i dag i de kartor som täcker delar av södra Sverige samt vissa stråk längs norrlandskusten. Sämst precision har jordartskartorna i vissa områden i mellersta Norrland, där endast översiktliga kartor i skala 1:1 miljon finns att tillgå.

## SGU:s databaser med stratigrafisk information

Data som innehåller torvdjup finns tillgängligt i två av SGU:s databaser med lagerföljdsinformation: *Torv* (SGU 2022b) och *Jordlagerföljder* (SGU 2022c). I databasen *Torv* finns information om torvdjup och humifieringsgrad från 1 466 platser i Sverige. Humifieringsgraden visar på graden av nedbrytning av det organiska materialet (von Post 1922). Då humifieringsgraden påverkar mängden kol som finns bundet i torven, kan den användas vid beräkning av en torvmarks totala kolinnehåll. Databasen *Jordlagerföljder* innehåller information om torvdjup från 2 755 platser belägna i svenska torvmarker.



**Figur 1.** Karta över jordartskartorna som använts i denna studie.

## METOD

### Sammanfattning av metod

Sammanfattningsvis har vi utgått ifrån följande antaganden och angreppssätt för att uppskatta den totala volymen och kolinnehållet i Sveriges torvmarker. Metodiken beskrivs explicit längre fram i metodavsnittet.

- Torvmarkernas djup (SGU 2022b, c) och areella utbredning (SGU 2022a) har använts för att beräkna torvmarkernas totala volym. De flesta av de torvmarker som identifieras i jordartskartan saknar dock uppgifter om torvdjup. Därför har befintliga data använts för att beräkna ett medeldjup, vilket därefter har ansatts på torvmarker som saknar djupinformation. Beräkningarna visade att medeldjupet varierade inom landet och därför har olika medeldjup ansatts i olika regioner.
- Torvmossar har generellt ett större torvdjup än kärr. Därför har olika medeldjup ansatts för områden med mossar och kärr. Eftersom jordartskartan inte har differentierat mellan mosse och kärr i alla områden där dessa förekommer har den procentuella fördelningen av dessa torvmarkstyper beräknats med data från angränsande områden där dessa torvtyper är angivna.
- De torvdjup som redovisas i databaserna kommer ofta från torvmarkernas centrala delar. Det kan dock antas att torvlagren successivt tunnare ut mot kanterna. Av den anledningen har en kantzon med tunnare torvlager ansatts kring alla torvmarker. En analys har visat att bredden på denna kantzon varierar mellan olika regioner och därför har olika bredd på kantzonen ansatts i olika regioner.
- Eftersom tunt eller osammanhängande torvlager endast redovisas på de mest detaljerade jordartskartorna har data från dessa använts för att uppskatta andelen av denna jordart i områden där data saknas. Förekomsten av tunt eller osammanhängande torvlager varierar dock i landet och olika värden har därför använts i olika regioner.
- Slutligen har alla jordartskartor använts för att uppskatta hur stora arealer som täcks av torv. Tillsammans med djupdata från torvmarkernas centrala delar, samt kantzonerna, har arealerna använts för att beräkna den totala volymen torv i hela landet. Dessutom har djupdata från mossar och kärr använts för att separat beräkna volymerna mosse- och kärrtorv.
- De erhållna volymerna har sedan använts för att göra en översiktlig beräkning av hur mycket organiskt kol som finns inlagrat i Sveriges torvmarker. Eftersom kolinnehållet varierar mellan olika torvslag har torven delats upp i hög- och låghumifierad torv där den senare har det lägsta kolinnehållet. Data visar att mossarna i södra Sverige har en lägre humifieringsgrad än kärren. Data för att beräkna kolinnehållet i olika torvtyper har erhållits från litteraturen.

### Programvaror

Hantering av geografiska data har främst utförts i ArcGIS Pro 2.8.1 (ESRI), samt i Groundhog 2.5.0 (Beta) (British Geological Survey). Groundhog är ett verktyg som används för att modellera och analysera berggrund och jordarter i 3D (till exempel Wendelin & Mikko 2020). I denna studie har programvaran använts för att ta fram tvärprofiler genom torvmarker där stratigrafier finns tillgängliga. Dessa profiler ger en visuell bild av torvmarkerna i två och tre dimensioner, vilket kan ge förståelse för hur torvmarkerna byggts upp över tid. Genom att skapa flera tvärsektioner över en torvmark och definiera torvegenskaper och topografi, kan programmet sedan modellera de olika torvtypernas fördelning på djupet i hela torvmarken.

## **Indelning av torvmarker i kategorier**

I denna studie har torvmarkerna i Sverige delats in i olika kategorier baserat på torvtyp, markanvändning, lokalisering i landet samt i viss mån tillgången och kvaliteten på befintliga data. Främsta syftet med indelningen är att kunna optimera beräkningen av torvmarkernas kolinnehåll. Indelningen ger även möjlighet att analysera de olika torvkategoriernas andel av det totala torv- och kolförrådet i Sverige. Humifieringsgraderna för torv varierar från H1–H10 och är ett mått på hur nedbrutet växtmaterialet i torven är (von Post 1922). Torv som klassats H1 har den lägsta humifieringen och innehåller oftast synliga växtdelar, medan torv som klassats H10 har den högsta humifieringen, är kraftigt nedbrutet och utgör en svart homogen massa.

Torvmarkerna har delats in i följande kategorier:

### ***Mossetorv***

Mossetorv är näringsfattig, ofta med en relativt låg bulkdensitet och lågt kolinnehåll. Mossetorv förekommer främst i mellersta till södra Sverige och redovisas på jordartskartor i skala 1:25 000 och 1:50 000 (gula ytor i figur 1). I vissa översiktligt kartlagda områden där mossetorv förekommer, har man inte skiljt på mosse- och kärrtorv vid kartläggningen. Yngre torvmossor har ofta en låghumifierad torv med en lägre kolhalt och lägre densitet jämfört med äldre torvlager där den kraftigare nedbrytningen leder till mer höghumifierat organiskt material med högre kolinnehåll.

### ***Kärrtorv***

Kärrtorv redovisas på samma jordartskartor som mossetorv, det vill säga i skala 1:25 000 och 1:50 000 (gula ytor i figur 1). Kärrtorven är generellt mer kompakterad och har ofta en högre densitet och humifieringsgrad jämfört med mossetorv. Kärrtorv har därmed oftast ett högre kolinnehåll. Ofta hittas kärrtorv även i anslutning till mossetorv. I de områden i södra Sverige som endast är översiktligt kartlagda, har kärrtorv, precis som mossetorv, inte klassificerats.

### ***Torv i Norrland samt på Öland och Gotland***

I norra Sverige, samt i vissa delar av södra Sverige, anges ingen klassificering av torvtyp, utan den generella klassificeringen ”torv” används på jordartskartorna. I norra Sverige och på Öland samt Gotland, är mossetorv ovanlig, och all torv har i dessa områden därför definierats som oklassificerad torv i vår studie.

### ***Tunt eller osammanhängande torvlager***

Områden med tunna eller osammanhängande torvlager ovanpå annan jordart förekommer över hela landet. I dessa områden är torvlagren generellt tunnare än 50 cm men tjockare än 30 cm. Det är endast de mest detaljerade jordartskartorna (skalorna 1:25 000 och 1:50 000, se figur 1) som på ett fullständigt sätt redovisar områden med tunt eller osammanhängande torvlager.

### ***Torv på jordbruksmark***

På många platser har torvmarker dikats ut och omvandlats till jordbruksmark. Torven i dessa områden har kompakterats och delvis oxiderat bort vilket lett till att torvlagren minskat i tjocklek, och kolinnehållet utarmats. Torv på jordbruksmark har därför behandlats separat i denna studie.



## Mossegränsen

Torvmossor förekommer främst i södra och mellersta Sverige. För att illustrera ungefär var den norra gränsen går för förekomst av mossetorv, har vi definierat det vi härnäst kallar för mossegränsen (blå linje i figur 2). Norr om mossegränsen är torvmossor sällan förekommande, och den torv som finns här karakteriseras snarare av kärrtorv eller blandmyrar. Söder om mossegränsen förekommer mossetorv i relativt stor utsträckning. Placeringen av mossegränsen har baserats på SGU:s jordartskartor samt Naturvårdsverkets inventering av myrregioner (Gunnarsson & Löfroth 2009). Gränsen ligger till grund för beräkningarna och gör det praktiskt möjligt att hantera samt modellera data av olika torvslag i olika regioner. För den oklassade torven söder om mossegränsen har en uppskattning gjorts på hur stor andel av denna som är mosse- respektive kärrtorv. Norr om mossegränsen har all torv behandlats som oklassificerad torv.

## Torvens areella utbredning

För vissa av de torvklasser som behandlas i denna studie beräknas arean direkt ur befintliga jordartskartor. Vissa områden saknar information om den areella utbredningen för vissa torvtyper. I dessa fall har arealerna uppskattats genom att studera förekomsten av jordarten i närliggande områden där data med hög upplösning finns tillgängligt.

### *Torvmarker norr om mossegränsen*

Arean av torv norr om mossegränsen baseras direkt på utbredningen som redovisas som *Torv* i jordartskartorna (SGU 2022a).

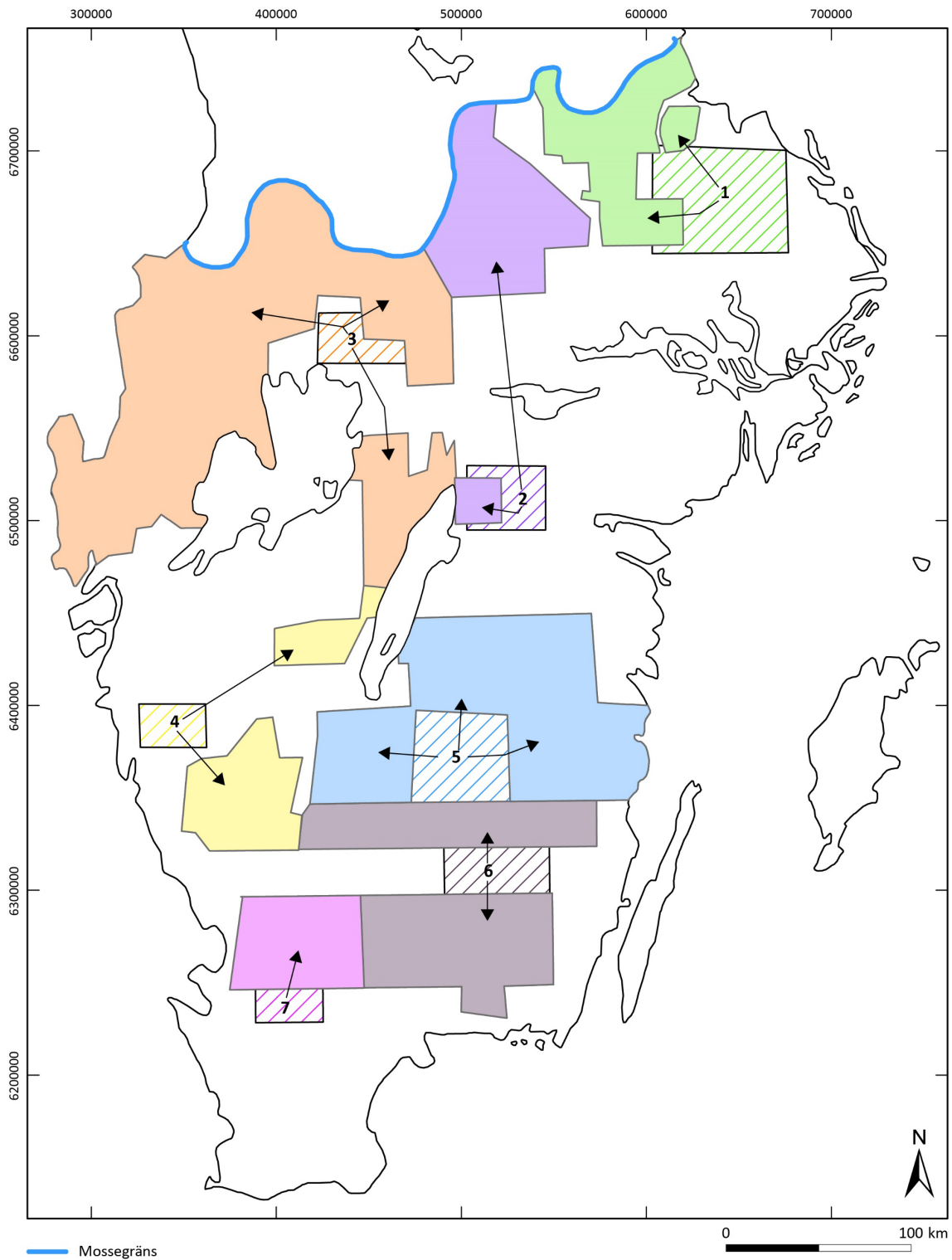
### *Torvmarker på Öland och Gotland*

Arean av torvmarker på Öland och Gotland baseras direkt på utbredningen av den jordart som redovisas som *Torv* i jordartskartorna (SGU 2022a).

### *Mossetorv och kärrtorv söder om mossegränsen*

För att skapa en mjukare och mer naturlig övergång från mosse- och kärrtorv i söder till torv i norr behandlades området i anslutning till mossegränsen separat. Inom ett område från mossegränsen och 30 km söderut minskades den modellerade andelen mossetorv till hälften. Arealerna för de torvmarker som sedan tidigare redan kartlagts som kärr- respektive mossetorv i jordartskartan behölls oförändrade i denna 30 km breda zon söder om mossegränsen.

Att beräkna den areella utbredningen av kärr- och mossetorv har varit central för denna studie eftersom dessa torvslag skiljer sig åt i avseende på mäktighet såväl som bulkdensitet och kol-innehåll. För de områden där kärr- och mossetorv klassats separat i jordartskartorna beräknas arean för kärr respektive mosse direkt ur jordartskartorna (vita områden i figur 2). För de områden där torvmark endast klassas som ”torv” i jordartskartan (färgade områden i figur 2), har vi behövt uppskatta arealen kärr- respektive mossetorv. Detta har gjorts genom att utgå ifrån sju referensområden där fördelningen mellan kärr- och mossetorv är känd (streckade områden i figur 2, tabell 1). Varje referensområde representerar en areal på i genomsnitt 1 600 km<sup>2</sup>. I de flesta referensområden finns ungefär lika stora arealer mossetorv som kärrtorv (område 2, 4, 5, 6 och 7), medan två områden domineras av kärrtorv (område 1) respektive mossetorv (område 3). Den beräknade arealen kärr- respektive mosse i referensområdena har sedan extrapolerats till närbelägna områden där denna information saknas.



**Figur 2.** Karta över södra och mellersta Sverige, söder om den så kallade mossegränsen, det vill säga den del av landet där mossetorv är relativt vanligt förekommande. De färgade rutorna visar områden där torven i SGU:s jordartskartor är oklassad, och alltså saknar information om utbredning av mosse- respektive kärrtorv. Andelen mosse- och kärrtorv inom dessa områden har därför skattats (tabell 1), genom extrapolering av torv-sammansättningen i utvalda närliggande områden (streckade ytor) där utbredningen av mosse- och kärrtorv är känd. Pilar i figuren som visar till vilka områden extrapoleringen gjorts. I övriga områden (vita ytor) är utbredningen av mosse- respektive kärrtorv känd.

**Tabell 1.** Den beräknade procentuella andelen kärr- och mossetorv för de områden där dessa torvtyper inte redovisas på jordartskartan (fig. 2).

Område	Kärrtorv (%)	Mossetorv (%)
1	77	23
2	51	49
3	15	85
4	48	52
5	59	41
6	47	53
7	45	55

### *Torv på jordbruksmark*

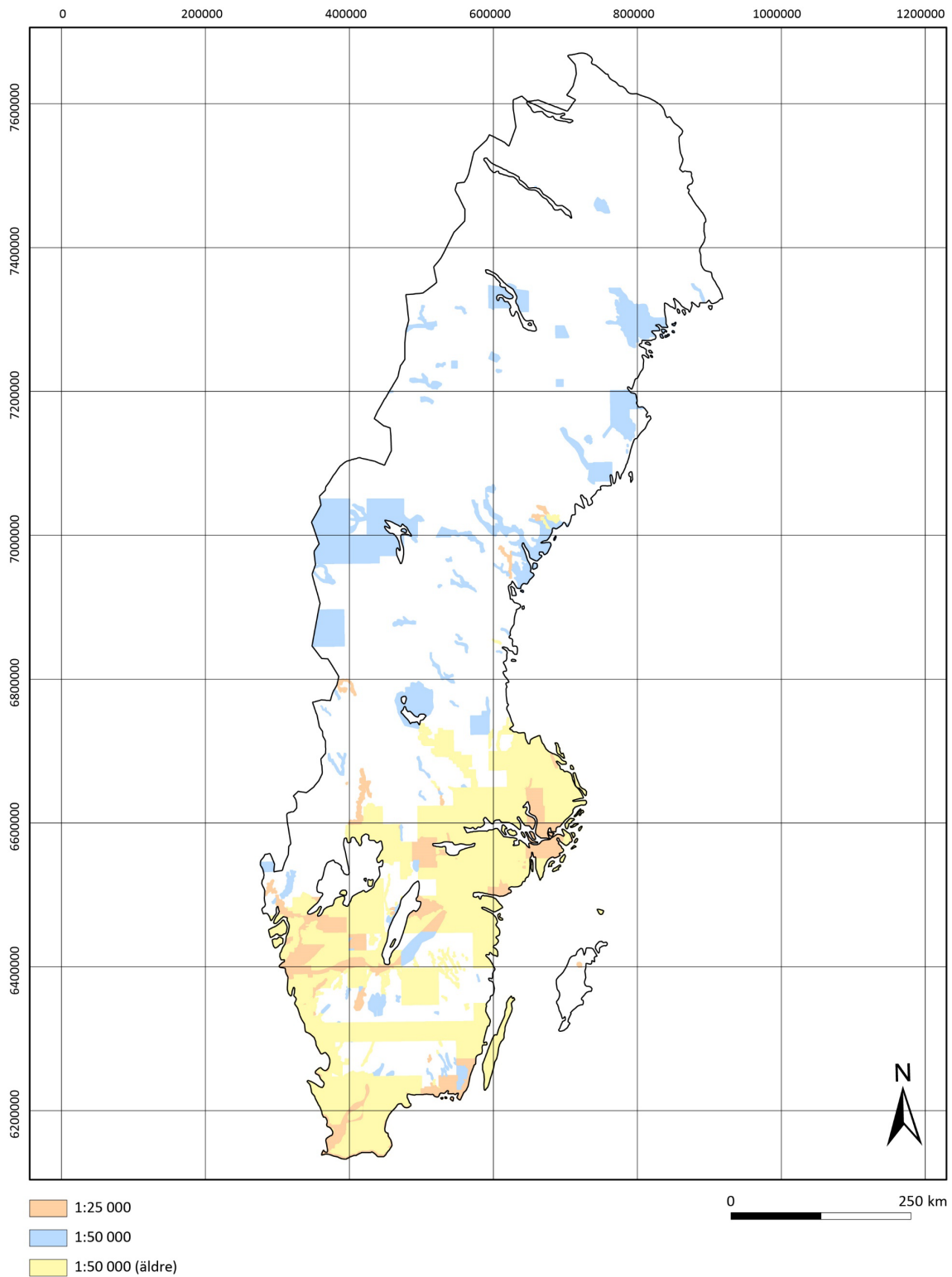
Utbredningen av torv på jordbruksmark hämtades från Jordbruksverkets jordbruksblock och behandlades separat (Jordbruksverket 2022).

### *Tunt eller osammanhängande torvlager*

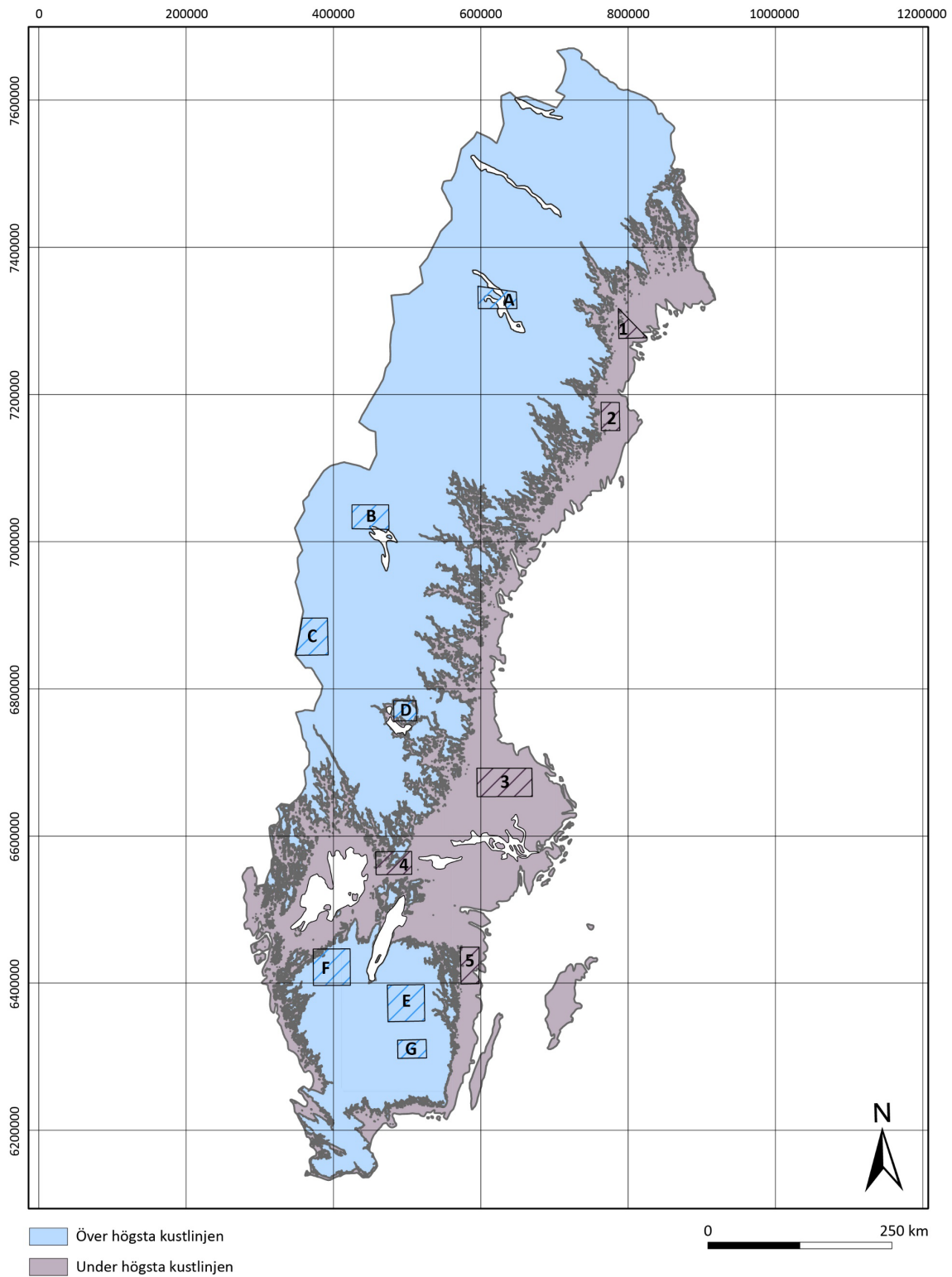
Kartläggningen av tunt eller osammanhängande torvlager varierar över landet (fig. 3). Den totala arean av tunt eller osammanhängande torvlager beräknades därför på liknande sätt som den oklassade mosse- och kärrtorven. Inom tolv utvalda typområden, geografiskt spridda över hela landet, både över och under högsta kustlinjen (HK), har vi beräknat den procentuella arean tunt eller osammanhängande torvlager i förhållande till area övrig torv (fig. 4). HK är den högst belägna nivån i landskapet som täckts av havet sedan den senaste inlandsisen drog sig tillbaka.

I tabell 2 redovisas den procentuella förekomsten av tunt eller osammanhängande torvlager, med avseende på areal och i förhållande till övrig torv, för de utvalda typområdena, lokaliserade på olika platser över respektive under HK (SGU 2022d). Andelen tunt eller osammanhängande torvlager i förhållande till övrig torvmark uppgår till mellan 4 och 15 % över HK, och mellan 15 och 29 % under HK. Utbredningen av tunt eller osammanhängande torvlager i förhållande till övrig torvmark är alltså signifikant större under än över HK. Detta kan delvis bero på att en större andel torvmarker under HK dikats ut för att få jordbruksmark, vilket lett till att torvlagren sjunkit ihop.

Dessa procentuella värden som tagits fram för typområdena, har sedan applicerats på närliggande områden, där tunt eller osammanhängande torvlager inte kartlagts (fig. 3). Arealen kartlagd tunt eller osammanhängande torvlager i skala 1:100 000 har inte använts i modellen utan har uppskattats på samma sätt som beskrivs ovan. Detta då vi bedömt att kartorna i skala 1:100 000 inte ger en fullständig bild av de tunna torvlagrens utbredning.



**Figur 3.** Karta som visar områden där Tunt eller osammanhängande torvlager redovisas på jordartskartor i skalorna 1:25 000 och 1:50 000 (SGU 2022a). Vissa av kartorna i skala 1:50 000 (blåmarkerade) är kartlagda med hjälp av LiDAR-data och sporadisk fältkontroll medan vissa kartor i samma skala (gulmarkerade) togs fram innan LiDAR fanns tillgängligt, men har kartlagts genom omfattande fältkontroller. Kartorna i skala 1:25 000 (orangemarkerade) är framställda med hjälp av LiDAR i kombination med omfattande fältkontroll. Med utgångspunkt från ett antal referensområden i dessa kartlagda områden (se figur 4), har andelen tunt eller osammanhängande torvlager uppskattats för övriga områden (vita ytor).



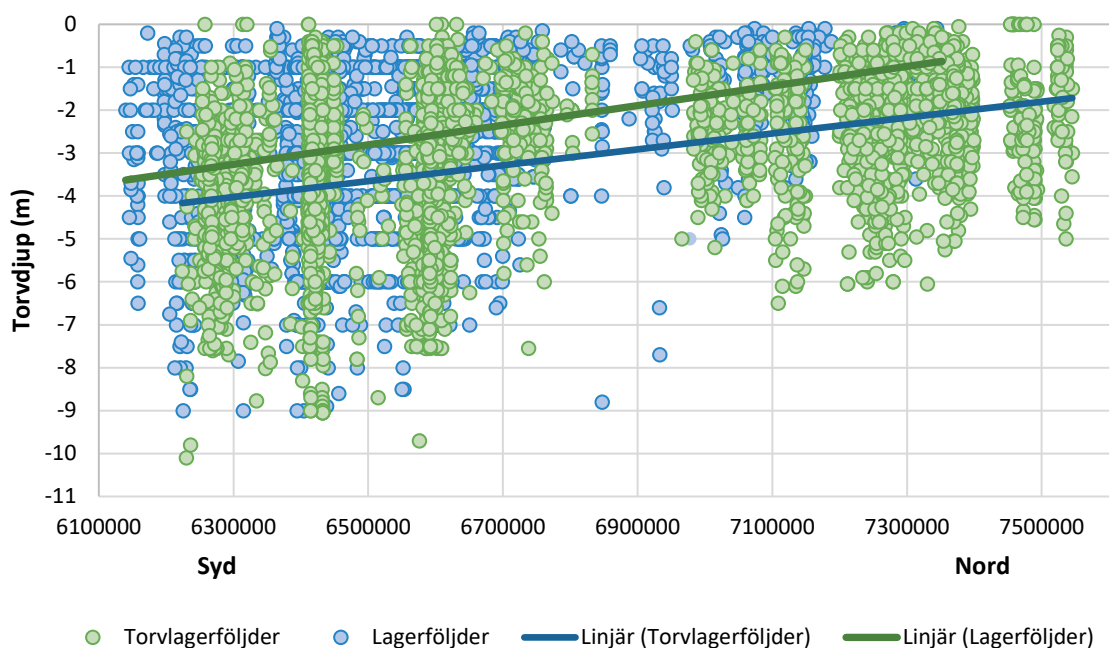
**Figur 4.** Kartan visar områden belägna över (blått) och under (grå) högsta kustlinjen (HK), samt lokalisering av typområden (streckade ytor) där procentuella arealen tunt eller osammanhängande torvlager i förhållande till övrig torv har beräknats. I område 4 har de områden som ligger under HK beaktats i beräkningarna.

**Tabell 2.** Areella andelen tunt eller osammanhängande torvlager i förhållande till övrig torv. Övrig torv representerar här jordartskartans grundlager för torv, det vill säga > 0,5 m mäktighet. Områdena A–G samt 1–5 är utvalda typområden vars lokalisering visas i figur 4. Störst utbredning finns i områden under HK. I område nummer 4 avser analysen endast de områden som ligger under HK.

Typområden, Över HK	Andel tunt eller osammanhängande torv (%)	Typområden, Under HK	Andel tunt eller osammanhängande torv (%)
A	4	1	29
B	5	2	19
C	8	3	15
D	12	4	15
E	12	5	22
F	11		
G	15		

## Beräkningar av torvdjup

För att få en uppfattning om medeldjupet för torvtyper i olika geografiska områden i landet, har vi beräknat medeldjupen i olika regioner. Resultatet visar en koppling mellan torvdjup och breddgrad (fig. 5), där torvdjupet minskar från söder till norr. Det finns även en skillnad i torvdjup dokumenterat i de två olika databaserna. Medeldjupet är generellt grundare i *Jordlagerföljder* jämfört med databasen *Torv* (fig. 5). Även djupen för mossetorv och kärrtorv varierar med breddgrad. En orsak till de mindre djupen i *Jordlagerföljder* kan vara att de undersökningar som finns i databasen *Torv* till stor del fokuserat på relativt stora torvmarker vilka generellt har stora torvmäktigheter.

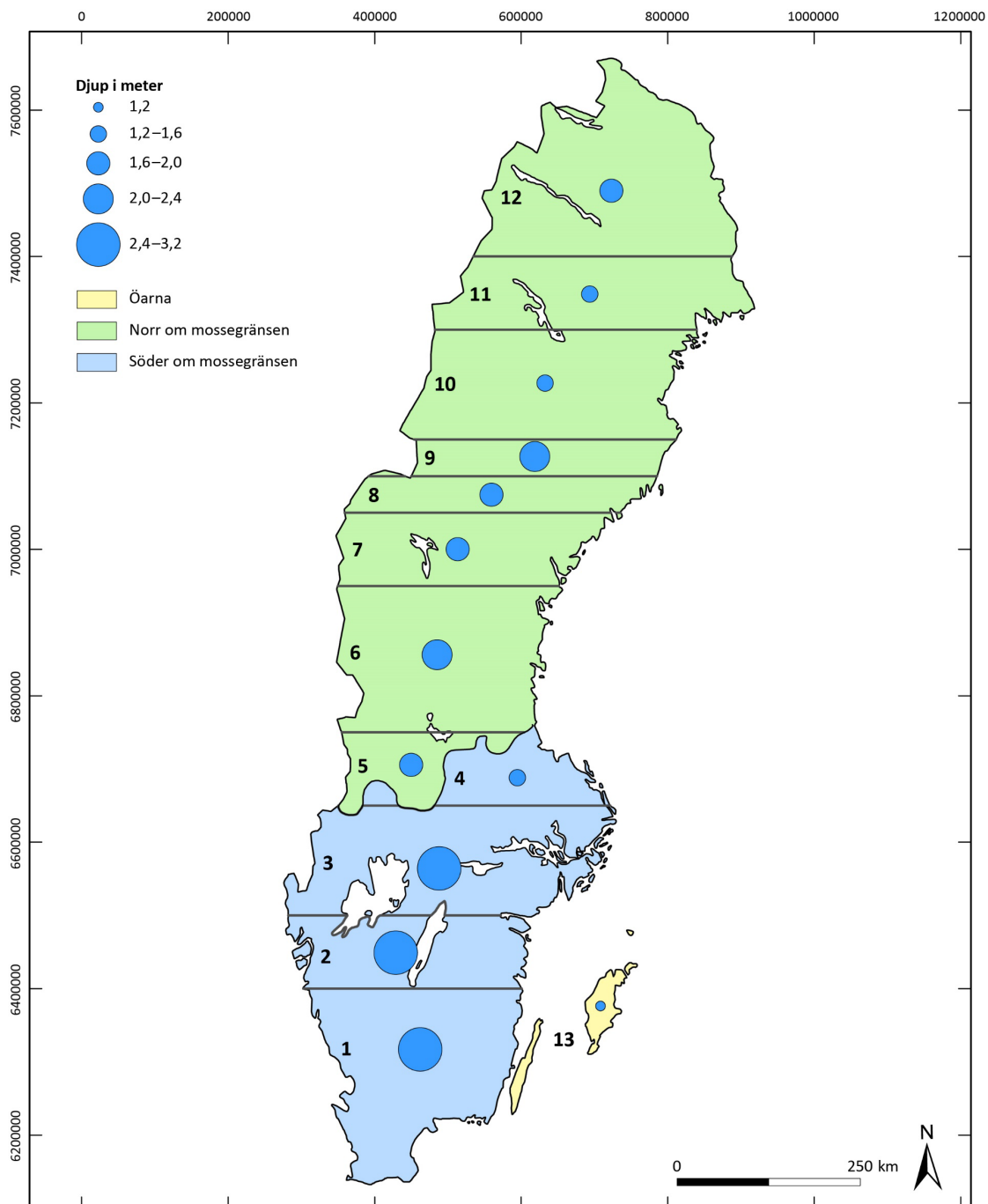


**Figur 5.** Djupinformation från borrhningar i svenska torvmarker, hämtad från SGU:s databaser *Torv* (SGU 2022b) och *Jordlagerföljder* (SGU 2022c), illustrerade från söder (vänster) till norr (höger). Breddgrad uttryckt enligt koordinatsystemet Sweref 99 TM.



Även variation i andra geografiska parametrar undersöktes i förhållande till befintliga torvdjupsdata, men i dessa fall hittades inte lika stark koppling till torvdjupet. Till exempel undersöktes torvdjup i förhållande till HK (över–under), samt longitudinellt läge (öst–väst).

Den befintliga informationen användes för att beräkna medeltorvdjupen i geografiskt avgränsade områden (tabell 3). För dessa beräkningar delades områdena norr och söder om mossegränsen in i fyra respektive åtta områden (fig. 6). Gotland och Öland behandlas som ett separat område, liksom områden bestående av torv på jordbruksmark.



**Figur 6.** Torvens medeldjup (blå cirklar) inom varje geografiskt område (1–12). Medeldjupet syftar på den uppskattade djupet i torvmarkens centrala del, och baseras i denna figur på medelvärdet av torvmäktigheten både i kärr- och mossetorv (se tabell 3 för detaljer). Gränsen mellan norra och södra Sverige representeras av mossegränsen.

I södra Sverige (söder om mossegränsen) beräknades även medeldjup fram separat för kärr och mossar i de olika delområdena (tabell 3). De största torvdjupen finns i områden där torvmossar är vanligt förekommande, medan kärrtorv och torvmarker norr om mossegränsen inte är lika mäktiga. Medeldjupet uppgår till cirka 1,9 m för oklassificerad torv norr om mossegränsen, cirka 2,0 m för kärrtorv söder om mossegränsen och är dubbelt så stort, cirka 3,9 m för mossetorv söder om mossegränsen (tabell 3).

**Tabell 3.** Medeldjup för torv i olika geografiska områden, baserat på stratigrafiska data från SGU:s databaser *Torv* och *Jordlagerföljder*. **a)** Medeldjup och standardavvikelse för respektive område. Utbredningen för dessa områden redovisas i figur 6. **b)** Medeldjupet baserat på hela datasetet, från båda databaserna, för kärrtorv respektive mossetorv (söder om mossegränsen), samt torv norr om mossegränsen.

**a)**

Områdes- nummer och torvtyp (fig. 6)	Databas: <i>Torv</i> (SGU 2022b)		Databas: <i>Jordlagerföljder</i> (SGU 2022c)		TOTALT	
	Medeldjup (m)	Std-avvikelse (m)	Medeldjup (m)	Std-avvikelse (m)	Medeldjup (m)	Antal borrhöjningar
<b>Torv (norr om mossegränsen)</b>						
12	1,95	1,22	-	-	1,95	172
11	2,07	1,02	1,13	0,8	1,6	99
10	2,2	1,12	0,92	0,76	1,5	712
9	2,66	1,45	1,79	0,9	2,2	147
8	2,51	1,22	1,27	0,76	1,8	140
7	2,39	0,91	1,79	1,41	2	186
6	2,49	1,13	1,89	1,52	2,2	128
5	2,3	1,21	1,88	1,29	2	646
<b>Mossetorv (söder om mossegränsen)</b>						
4	1,56	0,47	2,56	1,25	2	478
3	3,98	1,65	3,66	1,57	3,8	566
2	3,61	1,79	4,41	1,51	4	1 250
1	3,57	1,56	4,05	1,63	3,8	95
<b>Kärrtorv (söder om mossegränsen)</b>						
4	0,84	0,5	1,56	1,2	1,2	296
3	1,65	1,39	1,67	1,13	1,6	273
2	2,68	1,68	2,16	1,52	1,9	452
1	2,6	1,65	2,58	1,85	2,5	217
<b>Tunt eller osammanhängande torvlager</b>						
	0,4	-	-	-	-	-
<b>Torv på Öland/Gotland</b>						
	1,24	0,9	-	-	1,2	37
<b>Torv på jordbruksmark</b>						
	1,4	0,9	-	-	1,4	34

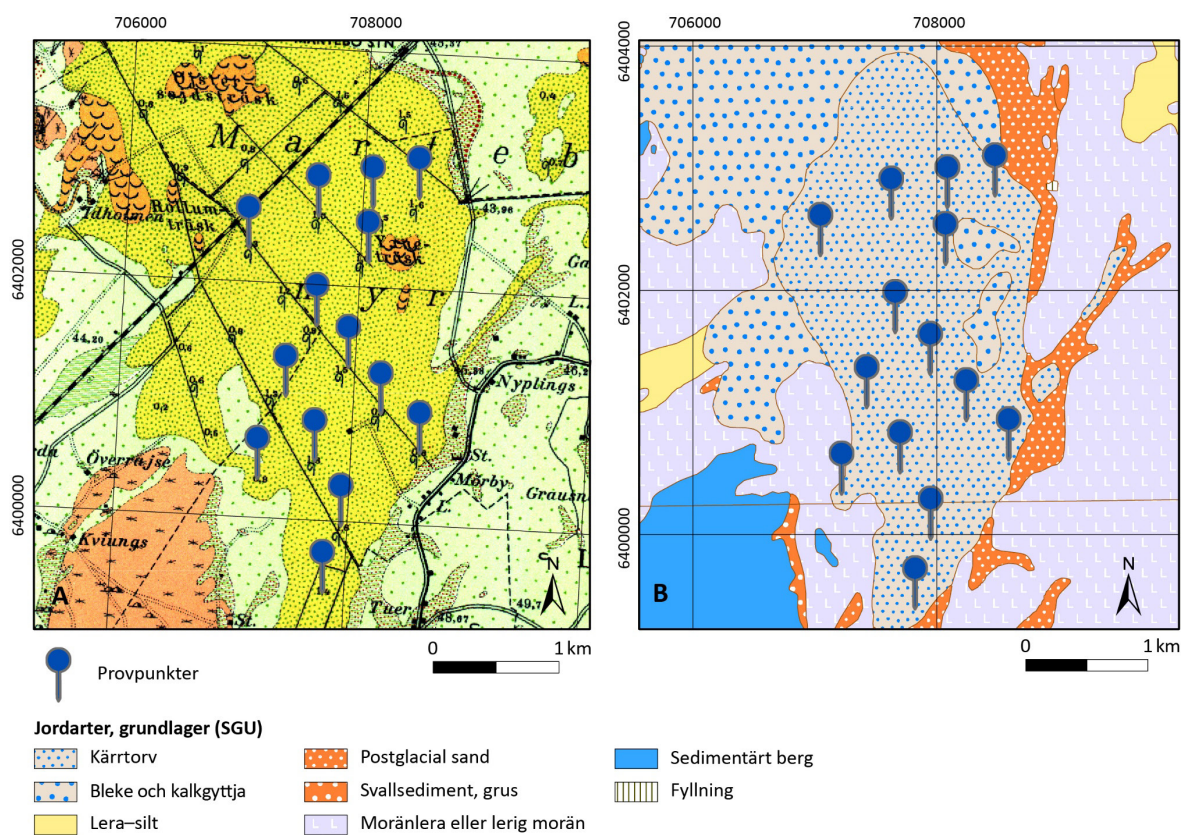
**b)**

Torvtyp	Torv-medeldjup (m)
Kärrtorv (söder om mossegränsen)	2,0
Mossetorv (söder om mossegränsen)	3,9
Torv (norr om mossegränsen)	1,9

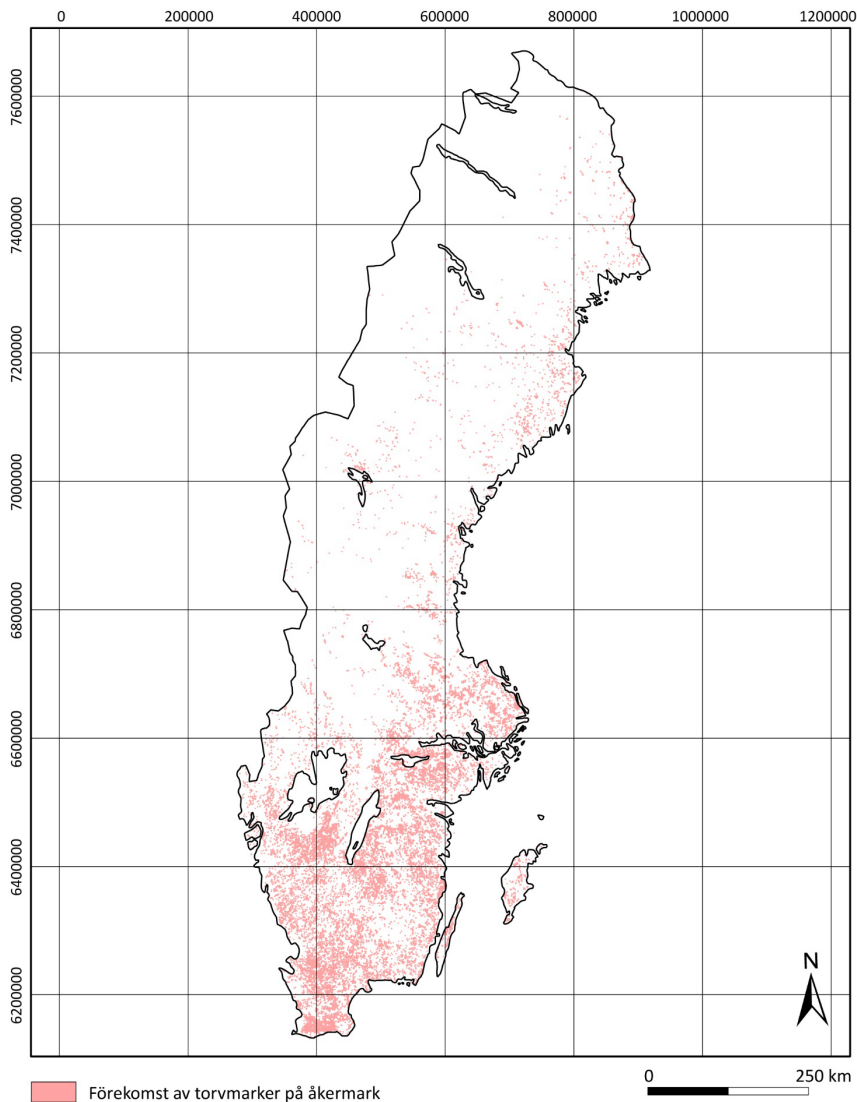
Då det finns begränsad digital torvdjupsinformation från torvmarker på Öland och Gotland, digitaliserades i stället analog information från äldre jordartskartor (SGU 2022e) från Gotland (fig. 7). Endast djupdata från områden som klassats som torv på de moderna jordartskartorna digitaliserades och användes.

Torvdjupet i områden klassade som tunt eller osammanhängande torvlager har generaliserats till 0,4 m. Detta baserat på att detta lager på jordartskartorna definieras som torv med en tjocklek på mellan 0,3 och 0,5 m.

Torv på jordbruksmark (fig. 8) identifierades med hjälp av jordartskartan och Jordbruksverkets jordbruksblock som innehåller uppgifter om maximalt stödberättigande jordbruksmark enligt EU:s definitioner (Jordbruksverket 2022). Torvens medeldjup uppskattades utifrån djupdata från 34 platser lokaliserade inom jordbruksblocket.



**Figur 7.** Karta från SGU:s serie Aa (vänster) som använts för kompletterande information om torvmarkers djup på Gotland och Öland. De gula områdena representerar torvmarker och de blåa symbolerna visar platser där torvdjup registrerats. Djupinformation från Aa-kartan som överlappar med den moderna jordartskartans torvmarker (höger) har digitaliserats och använts för att beräkna torvmarkernas medeldjup på Öland och Gotland.



**Figur 8.** Områden med jordbruksmark som täcks av torv. Ytan framstår som något större än den verkliga arean, då varje område har förstörats något för att även mindre uppodlade torvmarker ska synas.

## Bestämning av torvens humifieringsgrad

För att få ett kvantifierbart mått på hur humifieringsgraden varierar i Sveriges torvmarker användes humifieringsdata från de cirka 2 000 stratigrafier som finns tillgängliga i databasen *Torv* (SGU 2022b). Databasen innehåller information om de i fält identifierade humifieringsgraderna vid olika torvdjup. Vissa av torvlagerföljderna som digitaliserades i Groundhog har delats in med avseende på humifieringsgrad (fig. 9). Genom att skapa flera överlappande tvärsnitt från olika vinklar kunde förändringar i humifieringsgrad visualiseras i två och tre dimensioner. Sammanlagt digitaliserades humifieringsdata på detta sätt från cirka 30 mossar i södra och mellersta Sverige (söder om mossegränsen) och från cirka 6 torvmarker i norra Sverige (norr om mossegränsen).

### *Humifieringsgrader i torvmarker söder om mossegränsen*

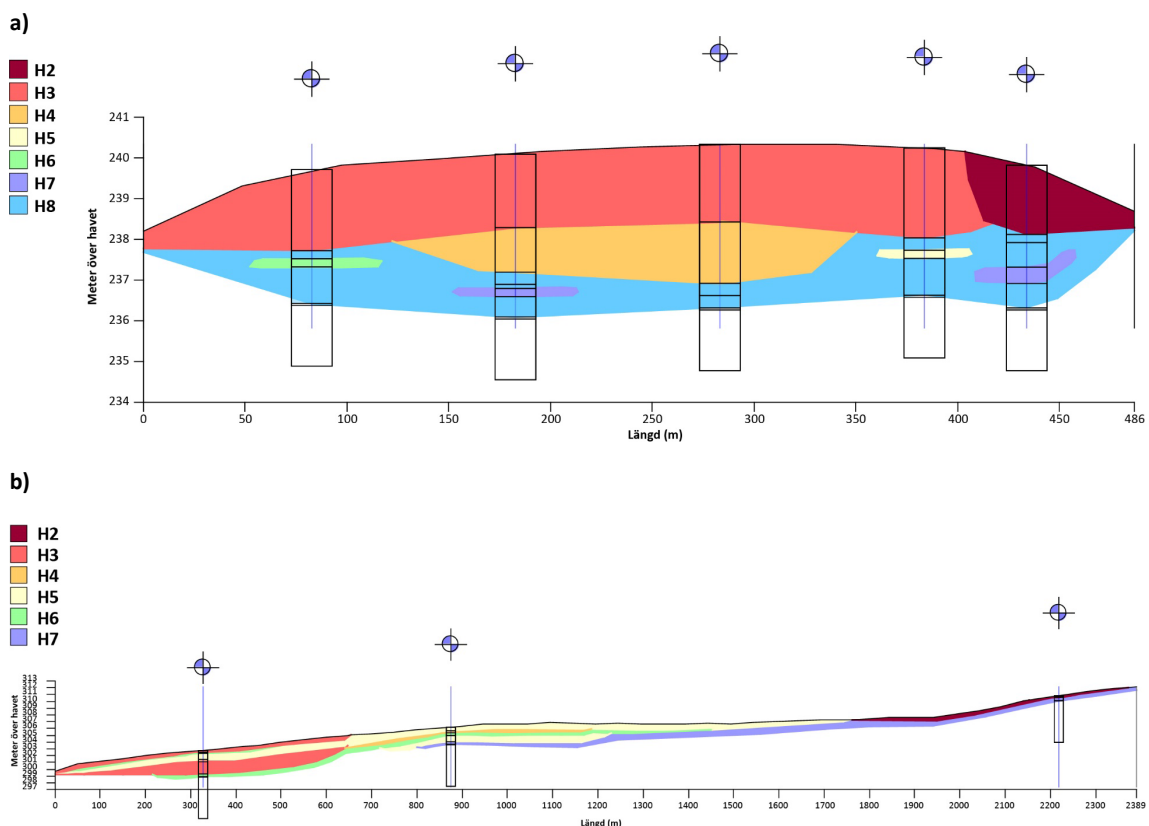
Torvmossarna i södra Sverige visar ett tydligt mönster av ökad humifieringsgrad med djupet (fig. 9a). Medianen av humifieringsgraden beräknades separat för den låghumifierade delen av stratigrafin, det vill säga den torv som är klassad H1–H5 och för den höghumifierade delen av stratigrafin, det vill säga den torv som är klassad H6–H10 i databasen *Torv* (SGU 2022b). Beräkningen gav en median-humifieringsgrad på H3 för den låghumifierade (övre) sektionen av torven i de studerade tvärsnitten, samt en median-humifieringsgrad på H7,5 för den höghumifierade (djupaste) sektionen av torven.

Dessutom beräknades förekomsten av *Sphagnum*-torv (vitmossetorv) i förhållande till övrig torv, för olika humifieringsgrader (fig. 10a). I snitt var *Sphagnum* den dominerande torvtypen i 97 % av identifierade lager i den låghumifierade mossetorven (H1–H5), och i 75 % av lagren i den höghumifierade torven (H6–H10). Denna uppskattning användes i beräkningar av bulkdensitet och kolinnehåll. Hänsyn togs ej till lagrens mäktighet utan endast till antal förekommande lager, vilket utgör en felkälla i beräkningen.

### Humifieringsgrader i torvmarker norr om mossegränsen

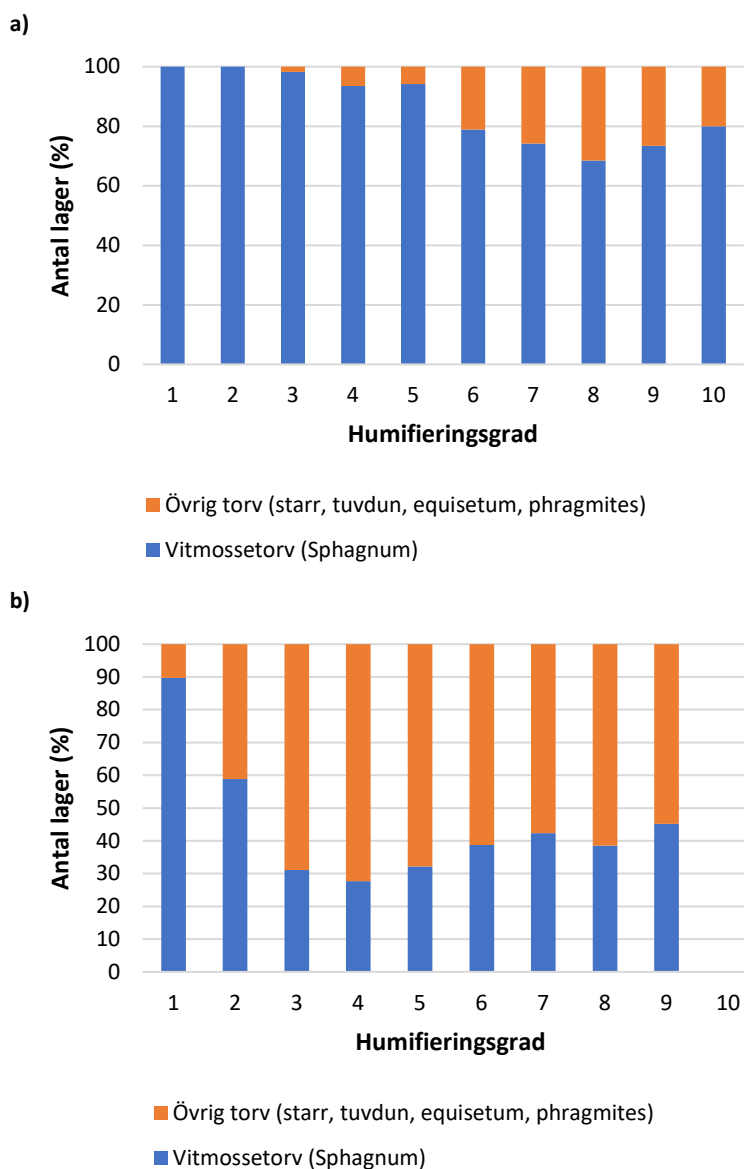
Till skillnad från torvbildning i södra och mellersta Sverige, saknar torvmarkerna i norra Sverige en systematisk förändring av humifieringsgrad i djupled. Däremot varierar humifieringsgraden ofta horisontellt (fig. 9b). För norra Sverige beräknades därför ett median-värde av humifieringsgraden för hela lagerföljden, baserat på förekomsten av lager inom varje humifieringsgradsintervall. Humifieringsgraden H1, H9, H10 identifierades endast i totalt cirka 2 % av lagren, medan humifieringsgraderna H2–H8 representerar 98 % av lagren. Median-humifieringsgraden av dessa uppgick till H5,5.

Dessutom studerades förekomsten av lager med *Sphagnum* respektive övrig torv inom varje humifieringsintervall (fig. 10b), på samma sätt som för mossetorven. Medelvärdet för förekomsten av *Sphagnum*-dominerande lager inom spannet H2–H8 uppgår till 38 %, och övriga torvtyper 62 %. Denna uppskattning användes i beräkningar av bulkdensitet och kolinnehåll. Hänsyn togs ej till lagrens mäktighet utan endast till antal förekommande lager, vilket utgör en felkälla i beräkningen.



**Figur 9.** Tvärprofiler som visar humifieringsgraden i lagerföljder i torvmarker ritade i Groundhog, baserat på SGU:s databas *Torv* (SGU 2022b). **a)** Genomskäring av en mosse i södra Sverige. Humifieringsgraden förändras från att vara hög i botten, till att bli allt lägre i den yngre, mer ytligt liggande mossetorven. **b)** Genomskäring av en typisk norrländsk myr som kännetecknas av relativt tunna torvlager och en stor horisontell utbredning. Förändringen i humifieringsgrader uppvisar ingen tydlig trend i djupled.





**Figur 10.** Humifieringsgrad och koppling till dominerande torvtyp i: **a)** Torv från mossar söder om mossegränsen. **b)** All torv norr om mossegränsen, uttryckt i förekomst av dokumenterade lager vitmossetorv (*Sphagnum*) och övrig torv (*Phragmites* m.fl.) med humifieringsgraderna H1–H10. För torven norr om mossegränsen har 98 % av lagren en humifieringsgrad mellan H2 och H8.

### Humifieringsgrad i övriga torvtyper

För övriga torvkategorier ansattes samma humifieringsgrad som det beräknade medianvärdet för kärrtorv i södra Sverige, det vill säga H5. Detta värde användes alltså även för torv på jordbruksmark samt torvmark på Öland och Gotland.

### Modellering av torvmarkens tredimensionella form och beräkning av volym

De medeldjup som används i volymberäkningarna presenteras i tabell 3 och representerar djupen i torvmarkernas centrala delar. Volymerna av kategorin tunt eller osammanhängande torvlager beräknades genom att multiplicera area och medeldjup. För övriga torvtyper beräknades volymen genom att definiera en tunnare kantzon och en mäktigare central del av torvmarken.



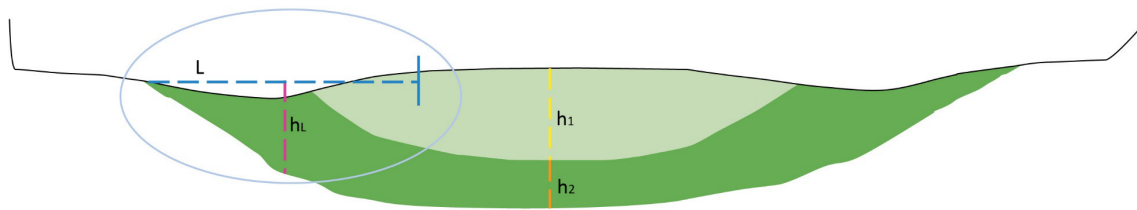
## Modell av torvmarkers form och dimensioner

Torvens mäktighet kan förväntas tunnare ut mot torvmarkens kanter, särskilt i torvmossar (se till exempel modell av mosse i figur 9a). Vid modellering av torvmarkers volym, kommer därför antaganden gällande form och omfattning av kantzon få stor betydelse för den slutliga torvvolymen. För att optimera antagandet om en kantzon och dess omfattning, gjordes en analys av kantzonens mäktighet och bredd med utgångspunkt från befintliga data. Kantzonens bredd identifierades utifrån borrhdata från 100 torvmossor (SGU 2022b), vilka studerades som tvärsektioner uppritade med hjälp av programvaran Groundhog. Även Lantmäteriets höjddata användes för att okulärt bedöma kantzonens bredd (Lantmäteriet 2022).

Kantzonens djup antas korrelera med torvdjupet i de centrala delarna av torvmossarna (fig. 11). Eftersom mossarnas yta välver sig över omgivande mark var det möjligt att med hjälp av höjddata definiera en kantzon där torvlagren tunnare ut (fig. 11). Enligt denna modell uppgick medelbredden ( $L$ ) för kantzonen i de studerade torvmossarna till 80 m. Kantzonens medeldjup ( $h_L$ ), motsvarande i snitt 34,8 % av det totala djupet i centrala delen av mossen. Detta baserat på motsvarande förhållande i de 100 studerade torvmossarna (SGU 2022b).

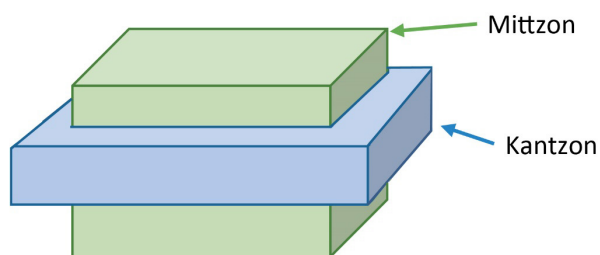
För kärrtorv, torv i norra Sverige, samt torv på jordbruksmark, kunde inte kantzonen definieras med hjälp av topografiska data (Lantmäteriet 2022) på grund av dessa torvmarkers flacka yta. Den kantzonbredd som beräknats för mossetorv ansattes därför även på dessa torvmarker. Även förhållandet mellan kantzonen, arean och medeldjupet som redovisas ovan har applicerats vid beräkning av volymer också för dessa torvtyper.

a)



b)

### 3D-modell av volymeräkningen



**Figur 11.** Schematiska bilder av torvmarker, vilka använts vid modelleringen av torvvolym. **a)** Genomsnitt av en torvmosse, med höghumifierad (mörkgrön) och låghumifierad (ljusgrön) torv. Bredden på kantzonen ( $L$ ) definieras som sträckan mellan torvmarkens yttre gräns och den plats där mosseplanet tar vid. Mäktighet på kantzonen ( $h_L$ ) varierar i förhållande till torvens mäktighet i de centrala delarna. Kantzonens medeldjup ( $h_L$ ) beräknas vid en punkt halvvägs från kanten in mot mosseplanet ( $L/2$ ). Djupen för den hög- respektive låghumifierade torven betecknas med  $h_1$  och  $h_2$ . Torv med H1–H5 definierades som låghumifierad, och H6–H10 definierades som höghumifierad. **b)** Förenklad modell över formen på en torvmosse som applicerats på torvmarkerna vid volymeräkningen med en mittzon med relativt mäktiga torvlagre och en kantzon där torvlagret är tunnare.

## Volymberäkning

Volymberäkningarna utgår ifrån en förenklad, schematisk tredimensionell modell av en torvmark (fig. 11b), med hjälp av ekvationer som beskriver volymen på ett rätblock (mittzonen) och ett ihåligt rätblock (kantzonen), enligt följande:

$$\text{Volym, mittzon: } (A_1 * h_1) = ((A_2 * h_1) - (A_1 * h_1))$$

$$\text{Volym, kantzon: } (A_3 * h_2) = (A_2 * h_2) - (A_1 * h_2)$$

$$\text{Total volym: } (A_1 * h_1) + (A_3 * h_2)$$

där,  $A_1$  = Arean för mittzonen (rätblockets basyta),  $A_2$  = Arean för hela torvmarken,  $A_3$  = Arean för kantzonen,  $h_1$  = Djupet i mittzonen,  $h_2$  = Djupet i kantzonen.

## Volym hög- respektive låghumifierad torv i mossar

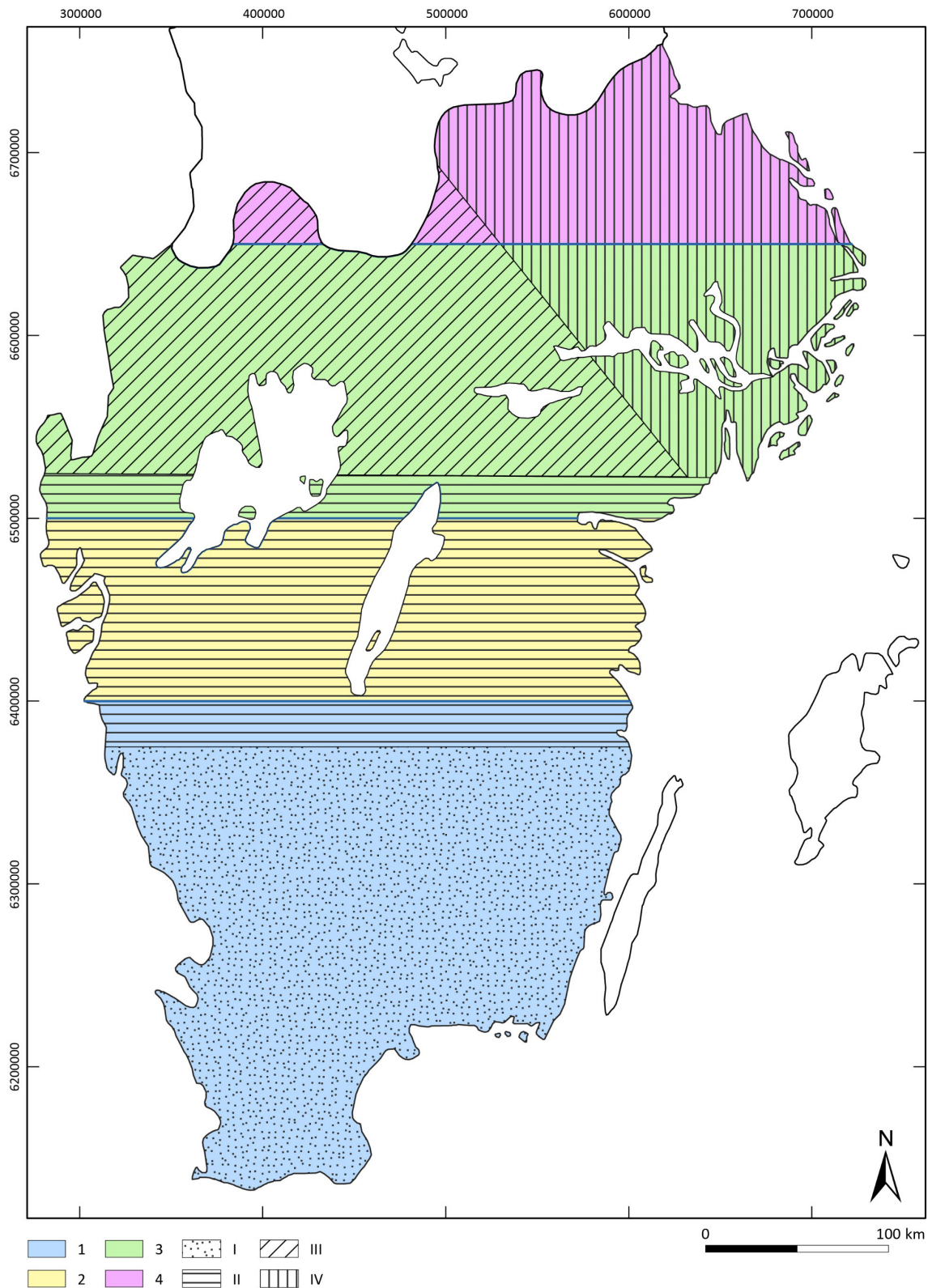
I torvmossar söder om mossegränsen syns en tydlig koppling mellan humifieringsgrad och torvdjup (se figur 9a). Detta möjliggör en separat beräkning av volymen för den övre, låghumifierade torven (H1–5) och den djupare liggande, höghumifierade torven (H6–10) i torvmossar i södra Sverige. För detta ändamål användes tillgängliga humifieringsdata och torvdjup i databasen *Torv* (SGU 2022b).

Medeltorvdjupet för en torvmosse har enligt beräkningarna ovan uppskattats till 3,9 m (tabell 3). Den låghumifierade torven (H1–H5) har ett motsvarande medeldjup på 3,1 m ( $h_1$  i figur 11). Under detta lager finns den höghumifierade torven (H5–H10), med en mäktighet på i snitt 0,8 m ( $h_2$  i figur 11).

## Kantzon och volymberäkning söder om mossegränsen

Kantzonsens bredd i totalt 100 torvmossar i södra Sverige analyserades med hjälp av höjddata och modellering i Groundhog. Resultaten visade på regionala skillnader i kantzonsens bredd. Fyra områden med olika bredd på kantzonen definierades därför för att optimera volymberäkningen. Inom varje kantzonsområde beräknades förhållandet mellan mossarnas totala area och areans kantzon. Dessa områden överlappar i viss mån de områden som avgränsats med avseende på medeltorvdjup (tabell 3). Detta illustreras i figur 12, där färgsättningen visar områdesindelningen efter medeltorvdjup, och mönstersättningen visar på områdesindelning efter kantzonsens storlek. Med utgångspunkt från torvens medeldjup beräknades torvmäktigheterna i kantzoner inom varje område.

Kärrtorv angränsar ofta till mossetorv. Vid beräkningen av kantzoner har kärrtorv som angränsar till mossetorv behandlats separat för att undvika att torvdjupet underskattas i gränsen mellan dessa två torvslag. För de kärrtorvmarker som ligger i anslutning till mossetorv minskades därför kantzonen med 50 %.



**Figur 12.** Geografisk indelning utifrån medeldjup samt kantzonsbredd för mossetorv och kärrtorv, söder om mossegränsen. Färgsättningen visar områden med olika medeldjup (se även figur 6), medan mönstersättningen visar områden med olika bredd på kantzonen (se även tabell 4). Kantzonsindelningen är baserad på extrapolering av data från bland annat stratigrafiska mätningar från 100 jordartsprofiler där kantzonen studerats visuellt. Medeldjupsindelningen baseras på beräkningar av stratigrafiska borrhdata (tabell 3, fig. 6). Utifrån detta angreppssätt sammanfaller inte alltid områden som representerar ett specifikt medeldjup respektive kantzonsbredd, utan det uppstår överlapp mellan områdena.

### **Kantzon och volymberäkning för torv norr om mossegränsen**

För torv norr om mossegränsen applicerades de genomsnittliga värden som tagits fram från kantsonsundersökningen för alla mossetorvmarker. Det innebär att all torv i norra Sverige antas ha en kantzon med en bredd på 80 m. Kantzonens djup sattes till 34,8 % av medeldjupet i den centrala delen (fig. 6, tabell 3). Detta innebär att alla torvmarker ovan mossegränsen har fått samma bredd på kantzonen, medan djupet varierar mellan olika geografiska områden (fig. 6).

### **Kantzon och volymberäkning för torv på Öland och Gotland**

På Öland och Gotland är kärrtorven dominerande medan mossetorv endast förekommer sporadiskt. Med avseende på kantzon och volymberäkning behandlades alla torvmarker på Gotland och Öland på samma sätt som torv norr om mossegränsen.

### **Kantzon och volymberäkning av torv på jordbruksmark**

Kantzonen är här beräknad på samma vis som för torvmarkerna på Öland och Gotland samt för torv norr om mossegränsen. I vissa områden inom denna torvkategori fick kantzonen initialt ett djup som understeg 50 cm, trots att kanten ligger i områden som enligt jordartskartan har ett torvlager tjockare än 50 cm. Torvdjupen för dessa områden fick därför revideras. Djupet för kantzonen ansattes i dessa fall till ett värde som låg mitt emellan centrala torvmarksdjupet och det (underskattade) kantzonsdjupet.

## **Tre olika scenarier för torvens form och dimensioner**

Volymberäkningen innefattar tre olika scenarier med olika dimensioner på kantzonen. Detta gjordes för att utvärdera betydelsen av kantzonens bredd för torvvolym och kolinnehåll, med avseende på de torvtyper där kantzonen inte definierats empiriskt genom mätningar i höjddata. För mossetorv bedöms kantzonen vara relativt väl ansatt och tillåts därför vara oförändrad genom de olika modellscenarierna. Tunt eller osammanhängande torvlager antogs sakna kantzon och dess volym förblir således också konstant genom de olika scenarierna.

Torvvolymen beräknades enligt följande scenarier:

### **Modell-scenario 1**

Beräkning av torvvolymen enligt de dimensioner på kantzon och medeldjup som beskrivs ovan och redovisas i tabell 4.

**Tabell 4.** Bredd och djup för kantzon för olika torvkategorier. Kantzonen definieras antingen som bredden i meter eller som en andel av den totala torvarealen. För kärrtorv användes olika torvdjup beroende på att det finns överlapp mellan den områdesindelning som baseras på medeldjup och den som baseras på kantzonens bredd (se figur 12).

Torvtyp och områdeskod	Kantzonsens bredd (m)	Kantzonsens bredd (m), beräknad som procent av totala arean	Medeltorvdjup (m)
<b>Torv norr om mossegränsen</b>			
12	80		0,7
11	80		0,6
10	80		0,5
9	80		0,7
8	80		0,7
7	80		0,7
6	80		0,9
5	80		0,7
<b>Mossetorv (söder om mossegränsen)</b>			
IV	62		0,8
III	103		1,7
II	81		1,8
I	76		1

Torvtyp och områdeskod	Kantzonens bredd (m)	Kantzonens bredd (m), beräknad som procent av totala arean	Medeltorvdjup (m)
<b>Kärrtorv (söder om mossegränsen)</b>			
IV		73	1/0,8
III		81	0,7/0,9
II		77	1,2/1,1/0,8
I		55	0,7
<b>Torv på Öland och Gotland</b>			
		83	0,8
<b>Torv på jordbruksmark</b>			
		94	0,9

### Modell-scenario 2

I detta scenario är torvvolymerna baserade på beräkningar där kantzonens bredd **minskades till hälften** jämfört med den bredd som tagits fram i Modell 1 (tabell 4). Denna minskning av kantzonen gjordes för alla torvtyper förutom mossetorv där kantzonen är densamma som i Modell 1.

### Modell-scenario 3

I det sista scenariot är volymberäkningen baserad på torvvolymen helt **utan kantzon**. Detta innebär att torvmarkerna har formen av ett homogent rätblock med oförändrad mäktighet ut i kanterna. Endast mossetorv har en kantzon, på samma sätt som i Modell 1 och 2.

## Beräkning av torvens kolinnehåll

Beräkning av det totala kolförrådet (ton C) och mängden kol per ytenhet (ton C/ha), baseras på följande parametrar: volymen torv (km<sup>3</sup>), areal (ha), torvtyp (kärrtorv, vitmossetorv), humifieringsgrad (H1–H10), bulkdensitet (g/cm<sup>3</sup>) och kolhalt (gram kol/volymerhet).

### Bulkdensitet

Bulkdensiteten kan definieras som torrsvikt per volymenhet, och varierar mellan olika torvslag och humifieringsgrader. I denna studie har vi utgått från undersökningar av sambandet mellan bulkdensitet och humifieringsgrad som gjorts på torvmarker i främst Sverige och Finland (Schoning 2014, Päivänen 1969, Mäkilä & Goslar 2008). Genom att ansätta kända humifieringsgrader på respektive torvtyp, har bulkdensiteten beräknats enligt Schoning (2014):

$d = 0,0129H + 0,044$  för mossetorv, och

$d = 0,0152H + 0,0174$  för kärrtorv,

där  $d$  = bulkdensitet,  $H$  = humifieringsgrad. Jämförbara samband mellan bulkdensitet och humifieringsgrad har presenterats av Päivänen (1969).

Humifieringsgraderna för de olika torvtyperna som studerats i denna rapport ansattes efter uppskattningar baserade på jordlagerföljdsdata från SGU:s databaser (SGU 2022b, c). För beräkningen av kolinnehåll ansattes följande humifieringsgrader: mosse låghumifierad (H3), mosse höghumifierad (H5,5), kärr (H5) och torv i Norrland (H5,5). För övriga ansattes H5.

På grund av de osäkerheter gällande bestämningen av dominerande humifieringsgrader i förhållande till volymer, undersöktes hur stor inverkan humifieringsgraden har på det totala

kolinnehållet genom att beräkna utfallet vid möjliga max- respektive minimivärden för humifieringsgraden inom respektive torvkategori. Kolinnehållet beräknades således även för följande antaganden:

- Höghumifierad mossetorv: maxvärde H9 och minimivärde H5,5
- Låghumifierad mossetorv: maxvärde H4 och minimivärde H2
- Kärrtorv samt övriga torvtyper: maxvärde H7,5 och minimivärde H3.

### **Förhållandet mellan bulkmassa och organisk kolhalt**

Halten organiskt kol varierar mellan olika torvtyper. I denna studie har vi utgått från data från Finland där Mäkilä och Goslar (2008) uppmätt totala kolinnehållet (viktprocent) till 46 % för Aapa-myrar och 47 % för mossetorv. De blandmyrar som förekommer i Norrland är samma typ av Aapa-myrar vilka är vanliga i Finland. Vi har därför utgått ifrån mätningarna på Aapa-myrar för uppskattningen av kolhalt i de norrländska myrarna samt för kärrarna i södra Sverige. Chambers m.fl. (2010) visar vidare att massan organiskt kol i torvens organiska fraktion, uppgår till 50 % i *Sphagnum*-torv och 54 % i kärrtorv (viktprocent). Kärrtorvens organiska material är därför mer rikt på kol än mossetorven. Däremot är kärrtorvens totala kolinnehåll generellt lägre, eftersom kärrtorv ofta innehåller en del minerogent material, som till exempel lera, sand eller silt. I denna studie har vi inte korrigerat för kärrtorvens innehåll av minerogent material. Hänsyn har ej heller tagits till eventuell kolförlust i de fall där detta är relevant, som till exempel i utdikad mark i allmänhet och jordbruksmark i synnerhet. Mängden kol som avgivits via kolförlust är central för till exempel klimatrapportering och klimatförbättrande åtgärder. I detta sammanhang, där fokus ligger på att beräkna det totala kolförrådet i alla torv kategorier, är kolförlustens betydelse dock troligtvis försumbar.

### **Beräkning av arean utdikad torvmark**

Då grundvattenytan i en torvmark sänks genom dikning leder detta till att torven kompakteras och börjar oxidera. För att beräkna hur stor andel av Sveriges torvmarker som är påverkade av kolförlust kopplat till utdikning, kombinerades data som visar dikenans utbredning (Naturvårdsverket 2023) och SGU:s jordartskarta (SGU 2022a). Analysen utgick ifrån ett scenario där torvmark som ligger inom ett avstånd av 50 m från diken antas vara påverkad av utdikning till den grad att oxidation leder till kolförlust i marken. Detta antagande är baserat på resultat från studier där förändringar i grundvattennivåer i samband med utdikning analyserats (Bring m.fl. 2022). I dessa studier ses en tydlig påverkan på grundvattennivåerna i torven upp till cirka 50 m från diket, varefter effekten minskar. Dock påverkas även områden längre bort från diken, om än i mindre uträkning.

För att erhålla alla torvytor som ligger minst 50 m från diken klipptes dessa ytor mot jordartskartans torvlager (SGU 2022a). Därefter beräknades hur stor andel av torvmarkerna som ligger minst 50 m från diken.

## **RESULTAT**

### **Torvmarkernas area**

Arealen torv beräknad från jordartskartorna (SGU 2022a) redovisas i tabell 5. Den totala arealen motsvarar 15,6 % av Sveriges landareal. Torv norr om mossegränsen utgör det största areella bidraget till Sveriges torvmarker med en yta motsvarande cirka 44 000 km<sup>2</sup>. Arealen kärrtorv och mossetorv söder om mossegränsen uppgår till cirka 6 300 km<sup>2</sup> respektive 5 700 km<sup>2</sup>. Ungefär hälften av denna area har beräknats utifrån befintliga data, och extrapolerad till områden där

**Tabell 5.** Areor och procentuell fördelning för de torvtyper som använts för att beräkna volymen torv.

Torvtyp	Area (km <sup>2</sup> )	%
Torv norr om mossegränsen	43 987	69,1
Kärrtorv	3 962	6,2
Uppskattad kärrtorv i områden där denna jordart inte klassificerats*	2 198	3,5
Mossetorv	3 431	5,4
Uppskattad mossetorv i områden där denna jordart inte klassificerats *	2 273	3,6
Tunt eller osammanhängande torvlager	1 975	3,1
Uppskattat tunt eller osammanhängande torvlager i områden där denna jordart ej specificerats*	4 877	7,7
Torv på Öland och Gotland	63	0,1
Torv på jordbruksmark	845	1,3
<b>Total area</b>	<b>63 611</b>	

\* I vissa områden finns dessa torvslag inte klassificerade på jordartskartan, och har därför uppskattats utifrån närliggande områden där dessa torvslag kartlagts.

dessa torvtyper klassificerats på jordartskartorna. Torv på jordbruksmark uppgår till cirka 850 km<sup>2</sup> och torv på Öland och Gotland utgör det minsta areella bidraget med en yta motsvarande cirka 60 km<sup>2</sup>.

## Torvvolymer

Den totala volymen för varje torvkategori och kantzonscenario (Modell 1–3) redovisas i tabell 6. Torv norr om mossegränsen representerar den största andelen av Sveriges torvvolum (67 %). Därefter följer mossetorv och kärrtorv, båda med volymer i ungefär samma storleksordning (16 respektive 12 %). Tunt eller osammanhängande torvlager (4 %), torv på jordbruksmark (1 %) och torv på Öland och Gotland (0,1 %) utgör de minsta volymerna. För volymberäkningen av torven på Öland och Gotland är variationen mellan scenarierna (Modell 1, 2, 3) så liten att skillnaderna inte framgår i tabell 6.

Den totala torvvolymer varierar kraftigt mellan de olika scenarierna, från cirka 72 km<sup>3</sup> i Modell 1, till cirka 112 km<sup>3</sup> i Modell 3.

**Tabell 6.** Torvvolymer beräknade för respektive torvkategori, enligt de olika scenarierna för torvmarkens dimensioner med avseende på kantzon. För mossetorv har samma kantzon använts i alla modeller.

Torvtyp	Volym (km <sup>3</sup> )		
	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Kärrtorv	8,4	10,3	12,3
Mossetorv	11,4	11,4	11,4
Torv norr om mossegränsen	48,3	65,9	83,5
Torv på jordbruksmark	0,8	1,0	1,2
Torv på Öland och Gotland	0,1	0,1	0,1
Tunt eller osammanhängande torvlager	2,7	2,7	2,7
<b>Total volym</b>	<b>72,0</b>	<b>91,5</b>	<b>111,2</b>

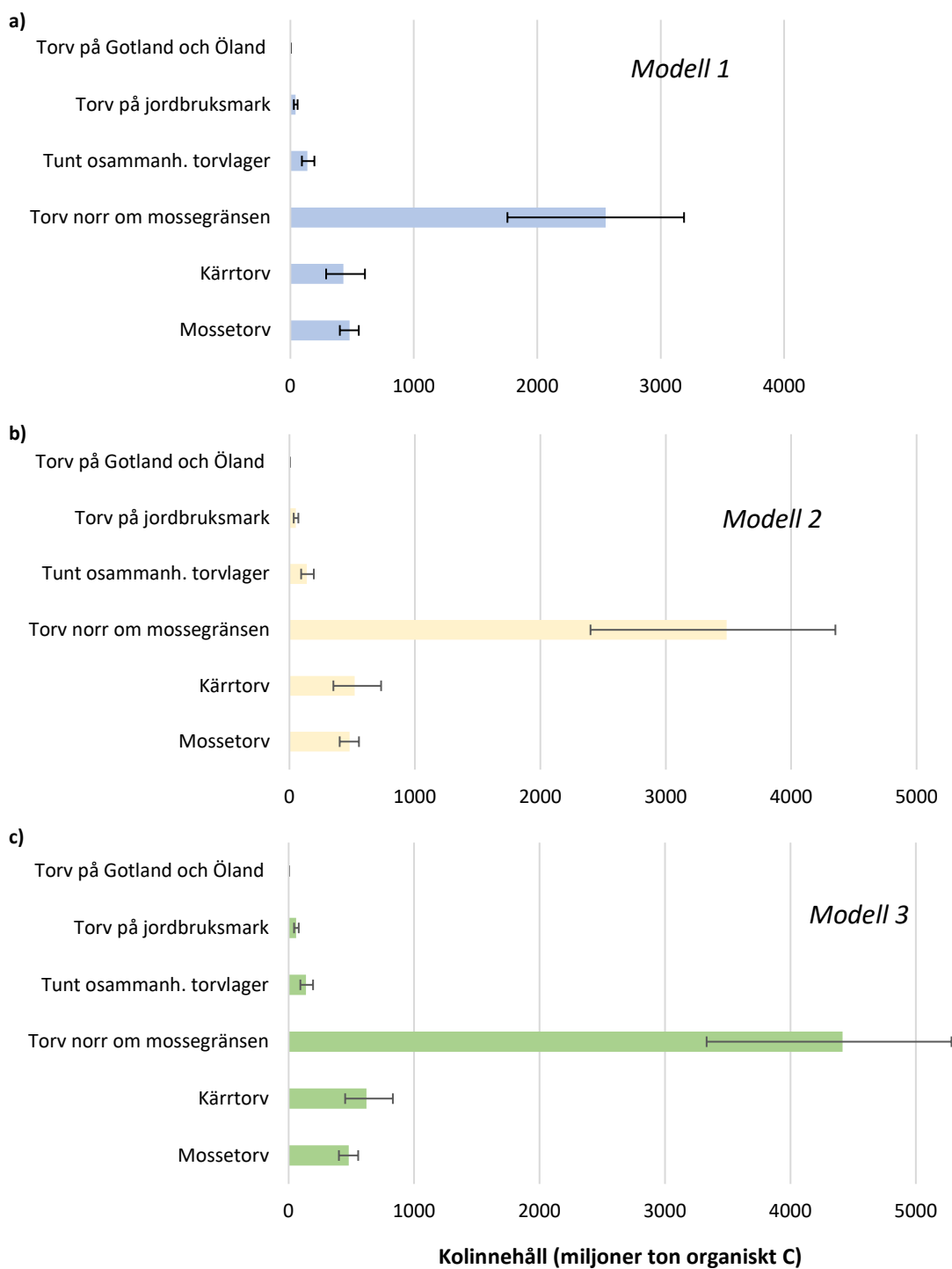


## Kolinnehåll

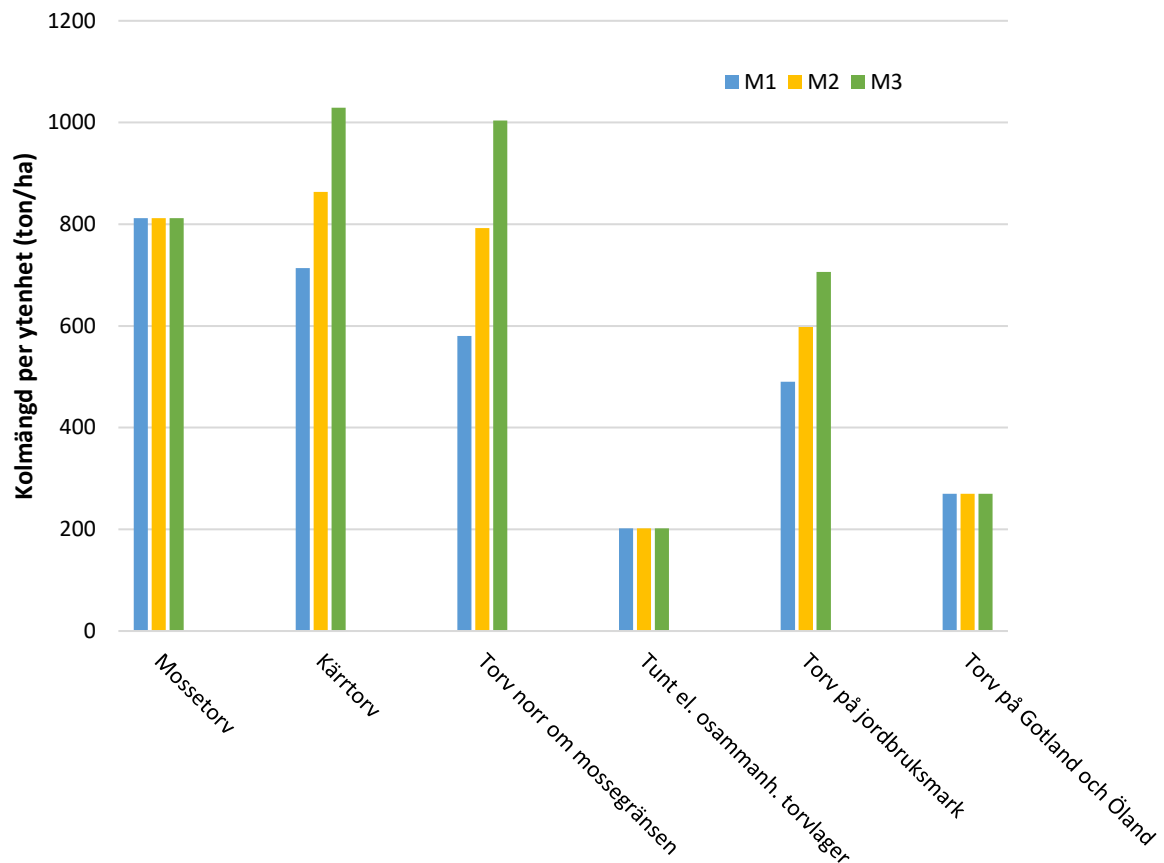
Det uppskattade totala kolinnehållet i Sveriges torvmarker varierar kraftigt mellan de olika kantzonsscenarierna, det vill säga Modell 1, 2, 3 (tabell 7, figur 13). Enligt Modell 1 uppgår det totala kolinnehållet till cirka 3 600 miljoner ton organiskt kol, medan det enligt Modell 2 uppgår till totalt cirka 4 700 miljoner ton, och i Modell 3 till cirka 5 700 miljoner ton. Då parametern humifieringsgrad ansätts till ett antaget högsta respektive minsta möjliga värde fås en variation inom varje modellscenario motsvarande cirka 30 % av det totala innehållet, vilket illustreras som felstaplar i figur 13.

**Tabell 7.** Kolinnehåll för respektive torvkategori, enligt de olika scenarierna för torrmarkens dimensioner med avseende på kantzonen (Modell 1, 2, 3).

Torvtyp	Kolinnehåll (miljoner ton)		
	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Mossetorv (södra Sverige)	479,6	479,6	479,6
Kärrtorv (södra Sverige)	429,4	519,5	619,4
Torv norr om mossegränsen	2553,4	3485,0	4416,7
Tunt eller osammanhängande torvlager	138,3	138,3	138,3
Torv på jordbruksmark	41,5	50,6	59,7
Torv på Gotland och Öland	2,9	2,9	2,9
<b>Totalt</b>	<b>3 645</b>	<b>4 676</b>	<b>5 717</b>



**Figur 13.** Totalt kolinnehåll för respektive torvkategori, för de olika scenarierna gällande kantzonens bredd, det vill säga Modell 1 (kantzon), Modell 2 (smalare kantzon jämfört med Modell 1) och Modell 3 (ingen kantzon). Torven på Öland och Gotland innehåller cirka 3 miljoner ton vilket är försumbart i ett nationellt perspektiv. Felstaplar representerar kolinnehållet om medel-humifieringsgraden/bulkdensiteten ansätts till ett max- respektive minimivärde.

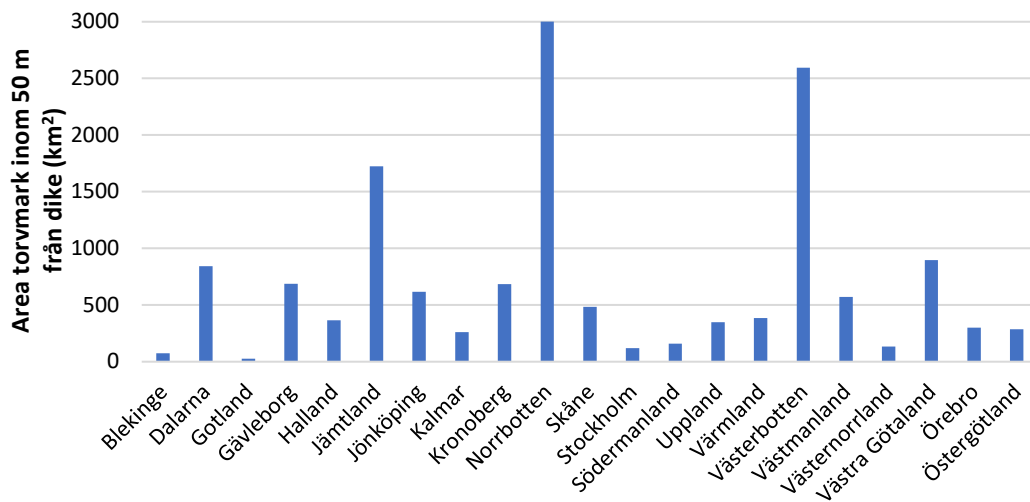


**Figur 14.** Den genomsnittliga kolmängden per ytenhet uttryckt i ton per hektar (ha) för respektive torvkategori, enligt de tre modell-scenarierna Modell 1, 2, 3 (M1, M2, M3).

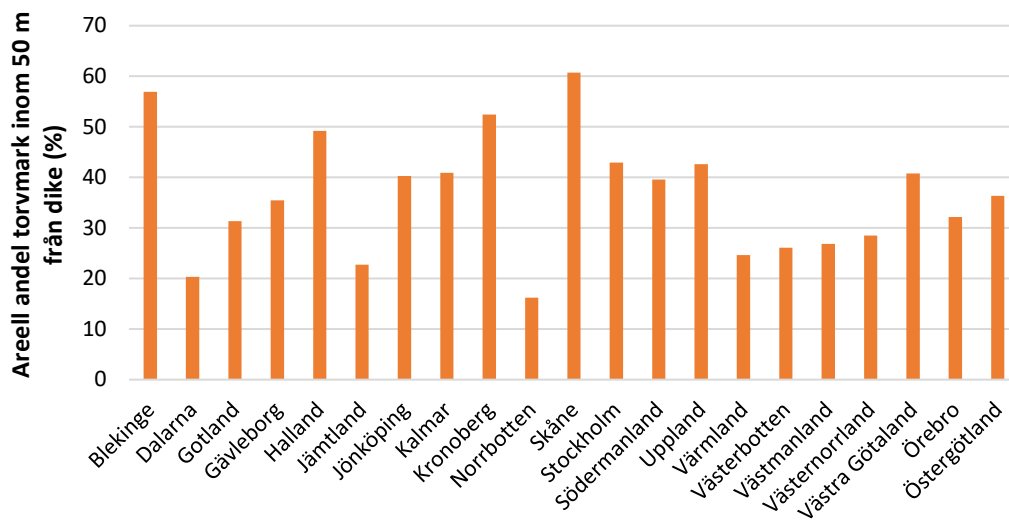
Den genomsnittliga kolmängden per ytenhet varierar från 800–1 000 ton per hektar (ha) för mossetorv och kärrtorv, till knappt 200 ton/ha för tunt eller osammanhängande torvlager (fig. 14).

### Areal utdikad torvmark

Totala arean torvmark i Sverige som ligger inom en 50 m bred buffertzonen från diken uppgår till cirka 14 600 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar 1,46 miljoner hektar. Detta utgör cirka 26 % av den totala ytan som täcks av torvmark i Sverige. Motsvarande siffror för Sveriges 21 län varierar kraftigt (fig. 15, 16). Generellt sett är andelen torvmark som är dikad störst i södra Sverige (fig. 16). I norra Sverige finns dock de största arealerna torv vilket gör att de största arealerna dikad torv finns i norr (fig. 15). Av Sveriges län uppvisar Norrbottens län den största utbredningen av torvmark som är påverkad av diken, cirka 2 900 km<sup>2</sup> (290 000 ha). Procentuellt sett är torvmarkerna i detta län dock minst påverkade av diken; endast cirka 16 % ligger inom 50 m från diken. I Skåne, Blekinge och Kronobergs län är däremot drygt hälften av den torvtäckta marken belägen inom en 50-meterszon från diken, vilket motsvarar den största andelen i Sverige. I absoluta värden motsvarar den totala dikespåverkade ytan i dessa tre län ett område på cirka 1 200 km<sup>2</sup> (120 000 ha).



Figur 15. Area torvmark inom 50 m från ett dike fördelat på Sveriges 21 län.



Figur 16. Andel av totala arealen torvmark inom 50 m från ett dike inom varje län.

## DISKUSSION OCH SLUTSATSER

### Kolinnehåll och kolpooler

Utifrån resultaten i denna studie uppskattar vi att Sveriges torvmarker täcker en yta av 63 600 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar mer än 15 % av Sveriges landyta. Sammanlagt finns 3 600 ± 100 miljoner ton kol (3,6 ± 1 Pg C\*) inlagrade i Sveriges torvmarker. Detta motsvarar en total torvvolymin på cirka 74,4 km<sup>3</sup> och ett kolförråd på i medeltal 570 ton/ha (57 kg/m<sup>2</sup>).

Torvmarkernas volym modellerades utifrån tre olika scenarier med avseende på i vilken utsträckning torvens mäktighet tunnar ut mot kanterna. De resultat som hänvisas till ovan utgår ifrån det modell-scenariot som vi anser representera de mest rimliga dimensionerna med avseende på torvmarkernas kantzon (Modell 1). Om torvmarkernas kantzon i stället antas vara mindre (Modell 2) eller obefintlig, det vill säga om torven antas vara jämntjock över hela ytan (Modell 3), blir den totala volymen torv betydligt större. Genom att minska ned kantzonen till hälften (Modell 2) ökar till exempel den beräknade volymen torv med cirka 20 %. Detta understryker hur stor betydelse antaganden gällande torvens dimensioner under mark har för den slutliga volymen.

Resultatet från volymberäkningarna enligt Modell-scenariot 1 (74,4 km<sup>3</sup>), vilket enligt våra analyser är det mest troliga scenariot, visar på något mindre volymer än tidigare uppskattningar av svenska torvmarkers volym. Till exempel beräknade Hånell m.fl. (2008) den totala volymen torv i Sverige till cirka 95 km<sup>3</sup>. Detta är mer i linje med utfallet av vårt Modell-scenariot 2, som gav en total volym på cirka 91 km<sup>3</sup>. Franzén (1985) uppskattade att Sveriges totala torvresurs på 1980-talet uppgick till cirka 106 km<sup>3</sup> torv. Detta baserades på ett medeltorvdjup som uppskattats till 1,5 m i norrländska torvmarker och 1,9 m respektive 2,3 m i Svealand och Götaland (Franzén 1985). Dessa uppskattningar av torvdjup överensstämmer relativt bra med våra beräkningar gällande torven i norra Sverige (medeldjup 1,9 m). Däremot visar vår studie på ett större medeldjup för torven i södra Sverige (3,9 m och 2,0 m för mosse- respektive kärrtorv) jämfört med Franzén (1985). Vidare visar vår studie att cirka 67 % av Sveriges totala torvvolymin finns i norra delen av landet, vilket är i linje med Franzéns studie (1985), där Norrlands-torven uppgår till 65 % av totala volymen nationellt. Till skillnad från vår beräkning har de tidigare studierna som nämns ovan inte utgått från torvarealer i jordartskartan, vilket kan vara en förklaring till skillnader i total torvvolymin.

De lägre totalvolymererna i vår studie (enligt Modell 1), jämfört med föregående studier, kan troligen förklaras av sättet vi har angripit problemet med torvmarkens undermarksdimensioner, det vill säga att en relativt bred så kallad kantzon ger ett tunnare torvlager närmast kanterna. Mot bakgrund av detta vore det värdefullt att utveckla denna del av studien, till exempel genom att ta fram en matematisk modell för en torvmarks dimensioner, samt eventuellt att anpassa dimensionerna i modellen ytterligare beroende på regionala skillnader som syns i befintliga borrhdata. Det är dock även möjligt att de relativt låga totalvolymererna enligt vår studie till viss del beror på begränsningar i jordartskartan med avseende på definierade torvtytor. Detta kan gälla till exempel utdikade torvmarker i översiktligt kartlagda områden samt tunna torvlager och små torvmarker. Om dessa torvtytor underskattats har följaktligen också volymen torv underskattats.

Ett fåtal tidigare studier har försökt uppskatta mängden kol som är bundet i svenska torvmarker. I en övergripande studie där de mest torvtäta ländernas kolförråd listas, uppskattas Sveriges torvmarker innehålla cirka 5 Pg C (Joosten 2010). Detta placerar Sverige på plats nummer elva av de länder med störst absolut mängd kol inbundet i torv. Denna siffra ligger något högre än resultatet från vårt mest troliga scenariot (Modell 1), som gav ett totalt kolinnehåll på 3,6 Pg C. Uppskattningen gjord av Joosten (2010) ligger däremot i linje med resultaten från Modell-scenariot 2 (4,8 Pg C).

Centrala parametrar för beräkningarna av kolinnehållet i torven är humifieringsgrad och bulkdensitet. I vår studie har humifieringsgraden ansatts utifrån stratigrafiska data där antal lager med

en specifik humifieringsgrad identifierats. På så sätt beräknades median-humifieringsgraden för olika sektioner i torven. Dock har beräkningarna ej tagit hänsyn till variationer i dessa lagars mäktighet, vilket innebär en osäkerhet i modellen. För att undersöka betydelsen av ansatt humifieringsgrad för kolinnehållet, beräknades därför kolhalten även utifrån möjliga minimi- och maxvärden. Detta visade att beroende på hur humifieringsgraden ansätts inom dessa gränsvärden, kan det totala kolinnehållet variera mellan 2,6 och 4,6 Pg C för Modell-scenario 1. Om även Modell-scenario 2 och 3 tas med i beräkningen kan det totala kolinnehållet variera mellan 2,6 och 7,2 Pg C. Det bör dock påpekas att de minimi- och maxvärden för humifieringsgrad som användes i dessa beräkningar är betydligt högre eller lägre än vad som sannolikt är fallet. Dock ger detta en indikation på betydelsen av denna faktor vid beräkning av kolinnehåll. Med mer detaljerade analyser av hur humifieringsgraderna varierar regionalt och stratigrafiskt, till exempel genom en grundlig 3D-modellering av stratigrafier från de befintliga databaserna, skulle denna parameter kunna förfinas och därmed förbättra beräkningen av det totala kolinnehållet.

Studier som undersökt kolmängden i torvmarker i ett globalt perspektiv visar på varierande resultat. Enligt Hugelius m.fl. (2020) innehåller de nordliga tempererade torvmarkerna totalt  $415 \pm 150$  Pg C. Beräkningar av Nichols och Peteet (2019) visar däremot på att det totala kolförrådet i denna region uppgår till 1 000 Pg C. Om resultaten från vår studie sätts i detta perspektiv utgör Sveriges torvmarker mellan 0,4 och 1 % av det kol som finns inlagrat i torv i den tempererade delen av norra hemisfären.

## Kolläckage från organiska jordar

Jordbruksmarkens bidrag till totala kolpoolen från torv i Sverige är relativt liten och utgör cirka 1 % av totala kolinnehållet enligt våra beräkningar. Däremot utgör jordbruksmarken en förhållandevis stor utsläppskälla, då utdikade torvjordar emitterar stora mängder växthusgaser. Dessa jordar står för det största utsläppet av växthusgaser inom markanvändningssektorn (LULUCF). Enligt Naturvårdsverket ligger cirka 140 tusen hektar av jordbruksmarken på organiska jordar och all denna mark är dränerad (Naturvårdsverket 2019). Totalt har läckaget av kol från alla organiska jordar legat på cirka 10 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år sedan 1990. En viss nedgång har skett under de senaste 10 åren på grund av förändringar i markanvändning (Naturvårdsverket 2019). Utsläppen från organogen åkermark har till exempel minskat från 4 till 3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter sedan 1990 som en följd av att arealerna har minskat. Denna kontinuerliga kolförlust har det inte korrigerats för i beräkningarna av den torvbaserade jordbruksmarkens kolinnehåll som gjorts i denna studie. En kolförlust på 3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter motsvarar ett minskat kolinnehåll i dessa marker på cirka 0,8 miljoner ton C per år (0,0008 Pg C), om antagandet görs att CO<sub>2</sub> är den dominerande gasen. Detta kan jämföras med det totala kolinnehållet i jordbruksmark som enligt vårt Modell-scenario 1 uppgår till cirka 42 miljoner ton C.

Arealen dränerade och torrlagda torvjordar har tidigare uppskattats till runt 1 miljon hektar (Fredriksson & Jirner Lindström 2006). Vår beräkning av dränerad torvmark som ligger inom 50 m från diken uppgår till 1,46 miljoner hektar. Dessa områden är relevanta i samband med restaureringar av våtmarker, då återvätning av marken i första hand har en positiv effekt i närheten av ett igenlagt dike (Bring m.fl. 2022), vilket i förlängningen kan leda till minskat kolläckage. I vår studie innefattas dock alla typer av markanvändning i denna beräkning. Det är därför svårt att utifrån dessa data avgöra hur mycket växthusgaser som läcker från dessa områden, eftersom utsläppen av växthusgaser varierar beroende på markanvändningstyp. Dessutom påverkas utsläppen av andra faktorer såsom klimat och torvslag. En fördjupad GIS-studie skulle kunna dra nytta av till exempel jordbruksblocket (Jordbruksverket 2022) och marktäckedata (Naturvårdsverket 2023) för att dela in områden närmast diken i olika markanvändningstyper, och därefter beräkna de utsläpp som sker för varje markanvändningskategori.

## BEGRÄNSNINGAR OCH FELKÄLLOR

Resultaten i denna studie bör ses som en *uppskattning* av torvvolymer och kolinnehåll i Sveriges torvmarker. Studien kan utvecklas vidare för att begränsa felkällor och minska osäkerheterna i modellen. De mest centrala begränsningarna i studien beskrivs nedan.

Felkällor vid beräkning av **torvens volym**:

- Information om torvmarkernas mäktighet (SGU 2022b,c) är oftast baserad på borrhningar i de centrala delarna av torvmarken. Information om hur torvmäktigheterna avtar mot kanterna saknas således. Detta begränsar möjligheten att definiera torvmarkernas avgränsning i djupled samt bredden på torvmarkens kantzon. Resultaten från de olika beräkningsscenarierna som representerar olika dimensioner på kantzonen (Modell 1–3), visar att kantzonens storlek har en avgörande roll för det totala kolinnehållet.
- Kvaliteten och tillgängligheten på data om torvmarkernas djup (SGU 2022b, c) varierar kraftigt mellan olika geografiska områden. Beräkningarna av torvvolymer blir således mera osäker i de områden som saknar, eller har bristfällig information om, torvdjup.
- Jordartskartornas geografiska precision (skala) och klassificering av torvtyper (kärr, mosse) varierar kraftigt mellan olika geografiska områden. Kartorna är till exempel mycket översiktliga i stora delar av norra Sverige. Osäkerheten i beräknade torvvolymer bedöms därför vara större i norra än i södra Sverige. Detta har stor betydelse för denna studie, då de största torvarealerna finns i norra Sverige och utgör således det viktigaste bidraget till det totala kolförrådet.
- Mossegränsen baseras dels på kunskap om våtmarkers utbredning i landet som erhållits vid exempelvis Våtmarksinventeringen (Gunnarsson & Löfroth 2009), dels på visuella studier av jordartskartor och höjddata. Osäkerheter i skattningen gällande förhållandet mellan mosse och kärr bedöms som relativt stor i området runt mossegränsen.

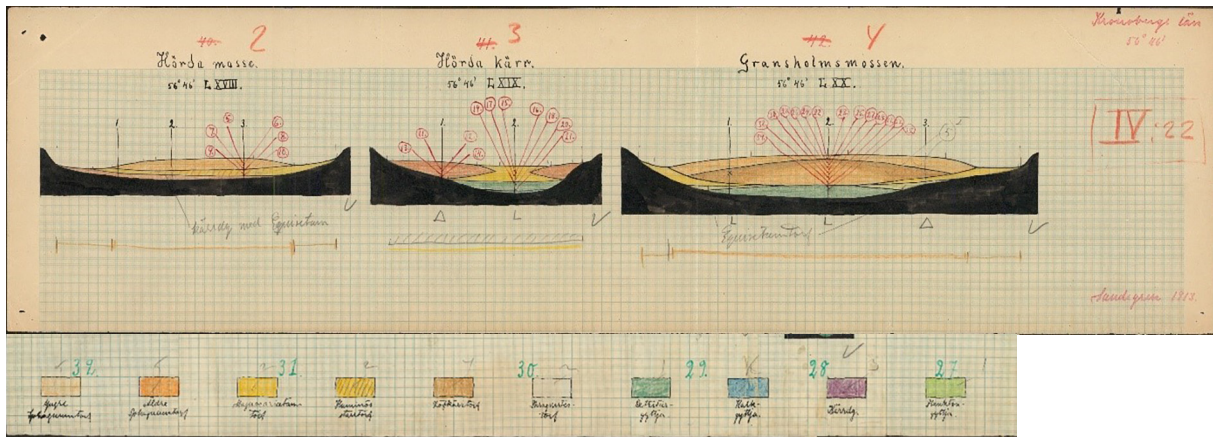
Felkällor vid **beräkning av kolinnehåll**:

- Kompaktionen påverkar torvens mäktighet och densitet i utdikade områden. Bulkdensiteten i de övre torvlagren ökar därför ju längre tid som gått efter utdikning. Denna faktor har det ej korrigerats för i beräkningarna av kolinnehåll.
- Områden som dikats torkar ut och torven utsätts för oxidation i de övre lagren, vilket gör att kolhalten minskar. Denna faktor har det ej korrigerats för i beräkningarna av kolinnehåll.
- Bulkdensiteten påverkas i hög grad av torvens humifieringsgrad. Uppskattningen av humifieringsgrad i förhållande till volym är osäker, då vi här har utgått från statistik över förekomst av lager med en specifik humifieringsgrad. Lagrens mäktighet har det inte tagits hänsyn till i beräkningarna, som innefattar de olika torvtypernas humifieringsgrad.
- Dikning av torvmarker påverkar tjockleken såväl som kolhalten i marken. Områden nära diken kan därmed ha en relativt hög kolhalt medan djup och volym är mindre än i de opåverkade delarna av torvmarken. I volym- och kolhaltsberäkningarna har hänsyn ej tagits till hur diken påverkat torvens egenskaper och den kolförlust som skett över tid.

## FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE

SGU:s databaser uppdateras successivt, vilket gör att det i framtiden kommer att finnas mer information som kan inkluderas i dessa beräkningar. På SGU finns dessutom en stor mängd analog information från ett stort antal borrhningar som genomförts främst i södra Sverige under 1900-talet. Dessa skulle kunna inkluderas i en framtida förbättrad beräkning av torvvolymer. Resultaten från dessa borrhningar redovisas på kartor och i handskrivna dagböcker. I många fall





**Figur 17.** Exempel på analoga torvdata från SGU:s arkiv som skannats in. Illustrationen visar ett exempel på illustration från undersökningar av torvmarker som utfördes inom ramen för den så kallade linjeinventeringen i början av 1900-talet. I detta exempel har resultat från borrhningar i tre torvmarker använts för att sedan rita upp tvärsnitt av torvmarkerna. De olika torvlagren samt underliggande jordarter har symboliserats med olika färger. (Inskannad illustration från SGU:s arkiv: Profil\_top15\_Vislanda\_tm2-4\_vol5\_1.)

ritades resultaten från torvborrningarna upp i profiler som visar hur torvmarken är uppbyggd från markyta ner till underliggande jordarter (fig. 17). Detta material finns inskannat och kommer i framtiden finnas tillgängligt via en kartvisare på SGU:s webbplats. Materialet inkluderar data från små torvmarker samt från torvmarkernas kantzonen. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på att vissa av torvmarkerna kan ha förändrats sedan dessa borrhningar genomfördes. Exempelvis kan torvlagren ha sjunkit ihop som en följd av utdikning.

I denna studie har vi för vissa områden digitaliserat data från SGU:s äldre jordartskartor (Serie Aa). Genom att digitalisera ytterligare information från äldre jordartskartor skulle det vara möjligt att förbättra modellerna för vissa regioner.

Det finns dessutom data från andra aktörer som eventuellt skulle kunna användas för att förbättra modellerna. Till exempel har Sveriges lantbruksuniversitet utvecklat ett torvskikt baserat på AI-teknik, vilket skulle kunna användas som ett komplement för att beräkna torvarealer, framför allt i de områden där jordartskartan uppvisar sämre precision.

Programvara där 3D-modeller av undermark kan skapas (till exempel Groundhog), skulle kunna användas i större utsträckning för att förbättra volymberäkningarna. Detta genom att rita upp och modellera torvmarkernas dimensioner och uppbyggnad och därmed få en bättre bild av hur dessa parametrar varierar regionalt.

## REFERENSER

- Bring, A., Thorslund, J., Rosén, L., Tonderski, K., Envall, I. & Laudon, H., 2022: Effects on groundwater storage of restoring, constructing or draining wetlands in temperate and boreal climates: a systematic review. *Environmental Evidence* 11, 38.
- Chambers, F.M., Beilman, D.W., Yu, Z., 2010: Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics. *Mires and Peat* 7. International Mire Conservation Group and International Peat Society, 1–10.
- Fredriksson, D. & Jirner Lindström, E., 2006: Arealer av dränerade växthusgasemitterande torvjordar – digital kartstudie. *SGU-rapport 2006:14*. Sveriges geologiska undersökning.
- Gunnarsson, U & Löfroth, M., 2009: Våtmarksinventeringen – resultat från 25 års inventeringar. Nationell slutrapport för våtmarksinventeringen (VMI) i Sverige. *Rapport 5925*. Naturvårdsverket. Även visualiserad i databasen Myrregioner, Naturvårdsverket.
- Franzén, L., 1985: *Peat in Sweden: A method to calculate the resources*. Doktorsavhandling, Göteborgs universitet. ISBN-91-7746-006-5.
- Hugelius, G., Loisel, J., Chadburne, S., Jackson, R. B., Jones, M., MacDonald, G., Marushchaki, M., Olefeldt, D., Packalen, M., Siewert, M. B., Treat, C., Turetskyn, M., Voigt, C. & Yu, Z., 2020: Large stocks of peatland carbon and nitrogen are vulnerable to permafrost thaw. *PNAS*, 117(34).
- Hänell, B., Lundin, L. & Magnusson, T., 2008: The peat resources in Sweden. In: Farrell, C. & Feehan, J. (Eds.): *After Wise Use – the Future of Peatlands*. Proceedings of the 13th International peat Congress, Tullamore, Ireland, Vol. 1: 109–113.
- Jordbruksverket, 2022: Jordbruksblock 2021. Databas (öppna data). <<https://jordbruksverket.se/e-tjanster-databaser-och-appar/e-tjanster-och-databaser-stod/kartor-och-gis>> Maj 2022.
- Joosten, H., 2010: The Global Peatland CO<sub>2</sub> Picture. Peatland Status and Drainage Related Emissions in all Countries of the World. Wetlands International, Ede, 36 pp. Produced for the UN-FCCC meetings in Bangkok, September/October 2009.
- Lantmäteriet, 2022: GSD-Höjdmodell, 1x1. Databas (öppna data). <<https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/vara-produkter/produktlista/markhojdmodell-nedladdning-grid-1/>> Maj 2022.
- Mäkilä, M. & Goslar, T., 2008: The carbon dynamics of surface peat layers in southern and central boreal mires of Finland and Russian Karelia. *Suo (Mires and Peat)* 59(3), 49–69.
- Naturvårdsverket, 2023: Diken. Databas (öppna data). Hämtas via Metria: Index of /data/land/Diken/Diken\_lansvis (vic-metria.nu). Januari 2023.
- Naturvårdsverket, 2019: National Inventory Report Sweden 2022. Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2020. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.
- Nichols, J. E. & Peteet, D. M., 2019: Rapid expansion of northern peatlands and doubled estimate of carbon storage. *Nature Geoscience* 12, 917–921.
- Päivinen, J., 1969: The bulk density of peat and its determination. *Silva Fennica* 3, 1–19. Society of Forestry in Finland.
- Schoning, K., 2014: Torvtillväxt och kolackumulation hos unga torvmarker i Uppland. *SGU-rapport 2014:35*. Sveriges geologiska undersökning.
- Schoning, K., 2015: Förändringar i torvegenskaper, markanvändning och vegetation hos södra och mellersta Sveriges torvmarker. *SGU-rapport 2015:09*. Sveriges geologiska undersökning.

- SGU, 2022a: Jordarter 1:25 000–1:1 miljon. Databas (öppna data). <<https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/jordartsdata/>> Maj 2022.
- SGU, 2022b: Torv. Databas (öppna data). <<https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/oppna-data/jordarter-oppna-data/torvlagerfoljder/>> Maj 2022.
- SGU, 2022c: Jordlagerföljder. Databas (öppna data). <<https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/jordartsdata/jordlagerfoljder/>> Maj 2022.
- SGU, 2022d: Högsta kustlinjen. Databas. <<https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/jordartsdata/hogsta-kustlinjen/>> Maj 2022.
- SGU, 2022e: Analoga kartor – Aa-serie: aa156-karta, aa160-karta, aa183-karta.
- von Post, L. & Granlund, E., 1926: Södra Sveriges torvtillgångar I. *Sveriges geologiska undersökning C 335*.
- von Post, L., 1922: *Sveriges Geologiska Undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat*. Svenska Mosskulturforeningens Tidskrift, s. 1–27.
- Wendelin, E. & Mikko, H., 2020: Geologisk 3D-modell Uppsalaåsen, Uppsala kommun. *SGU-rapport 2020:37*. Sveriges geologiska undersökning, 10 s.