



Projektrapport nr 15:2

Emissioner av växthusgaser från brukad torvmark i areella näringar

Mats Olsson, Professor emeritus, SLU

**TORV
FORSK**

Stiftelsen Svensk
Torvforskning

Fotograf: Mats Olsson

Tryckår: Juni 2016

Tryckort: Gävle

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Inledande synpunkter	5
Metoder	6
Resultat och diskussion	7
Emissioner från skogsmark och dikad myr	7
Upptag i trädbiomassa.....	10
Emissioner från dränerad torvmark som används för jordbruksändamål	11
Emissioner från gräsmark på torv	11
Sammanfattande slutsats	12
Referenser	13
Bilaga 1	14
Populärvetenskaplig sammanfattning	18

Emissioner av växthusgaser från brukad torvmark i areella näringar

Sammanfattning

Torv är en organisk jordart som bildats genom att nedbrytningshastigheten av växtsamhällets förna kraftigt reducerats på grund av vattenmättnad och syrebrist. I Sverige finns omkring 10 Mha torvtäckt mark. Av detta utgörs ungefär 6 Mha av torvmark med ett torvlager mäktigare än 30 cm. Ungefär 2,6 Mha av denna areal har påverkats hydrologiskt mer eller mindre av dikning i syfte att möjliggöra jord- och skogsbruk. Rapporten handlar om växthusgasbalanser på denna hydrologiskt påverkade mark i boreal miljö, och är en litteratursammanställning som grundar sig på ett stort antal vetenskapliga publicerade artiklar. De växthusgaser som inkluderats är koldioxid, metan och dikväveoxid. De har summerats med beaktande av deras olika klimateffekt och uttryckts som CO₂ekv.

Resultaten visar att den hydrologiskt påverkade torvmarken utgörs av 2,09 Mha med produktiv skog på torv med eller utan diken inom 25 m, samt 0,22 Mha myr utan skog men med diken inom 25 m. Dessutom förekommer 0,27 Mha jordbruksmark samt 0,02 Mha gräsmark på dikad torvmark. Mängden växthusgaser som avgår från marken beror bl a på grundvattenytans läge samt på vegetationssamhälle och näringstillgång. Som medeltal för Sverige är avgången 5-9 ton CO₂ekv per ha och år från torvmark med skog och myr med grundvattenytan djupare än 30 cm, resp 10,4 ton från jordbruksmark och gräsmark. Den sammanlagda emissionen från 2,6 Mha påverkad mark uppgår till mellan 15 och 24 Mton CO₂ekv per år. Detta är i nivå med utsläppen från all inrikes trafik i Sverige.

Merparten, 10,9-19,0 Mton härrör från torvmark med skogsproduktion. Resultaten visar dock också att det på skogsmarken sker ett betydande upptag av CO₂ i trädbiomassa som sammanlagt genom skogens förrådsökning och skogsråvarans substitutionspotential motsvarar en utsläppsminskning på mellan 7,2 och 8,5 Mton CO₂ per år. Det betyder att på skogbevuxen torvmark så balanseras torvens utsläpp till ca 50% av trädens utsläppsreducerande effekt.

Inledande synpunkter

Torv är en organisk jordart som ansamlats ovan mineraljord eller håll på grund av att nedbrytningshastigheten av växtsamhällets förna kraftigt reducerats på grund av vattenmättnad och därav betingade anaeroba förhållanden. Omkring en fjärdedel av landarealen i Sverige, 10 miljoner hektar, är täckt av ett mer eller mindre tjockt lager av torv. Merparten, ca sex miljoner ha, utgörs av torvmarker som definieras av att torvens mäktighet är 30 cm eller mer (Hånell 2009).

Förutsättningar för torvansamling är således en så hög vattentillgång i marken att växtrester på grund av syrebrist inte bryts ned utan ansamlas. Ackumuleringshastigheten ligger i en torvmark runt 25g C per m² och år (Frolking et al 2001, Gorham 1995, Tolonen et al 1991). Crill et al 2000 anger ett upptag av 75,3g CO₂ per m² och år, vilket motsvarar 20,5g C. Under flera tusen år (Holocen) har således C kunnat ansamlas i stora mängder. Enligt Franzén (1985) är medeldjupet på all torvmark i Sverige 1,7 m. Med en volymvikt på 0,094 g torrsvikt per cm³ samt en C-halt på 44,5 % (beräknat från data från Riksinventeringen av skog, n=788) betyder detta 160 kg torv (torrsvikt) resp 71 kg C per m². Kolmängden är nära 10 ggr högre än fastmarkens innehåll som är ung. 8kg C per m².

Räknat för hela Sverige betyder detta att väsentligt mer C ligger lagrat i torvtäckta marker än i fastmarksjordar, och att torvmarker har en stor potential att påverka Sveriges nationella utsläpp av CO₂.

De torvtäckta markerna har en stor betydelse för flöden av koldioxid och av de två andra växthusgaserna metan och dikväveoxid. Som ovan indikeras är alltså en blöt torvmark med högt stående grundvatten en sänka för CO₂. Men en sådan torvmark avger samtidigt metan ofta i en sådan mängd att nettoeffekten av CO₂ och CH₄, uttryckt som CO₂ekv, blir att blöta odränerade torvmarker ibland blir en källa för växthusgaser.

Med dikad torvtäckt mark menas sådan mark som genom människans försorg (antropogent) påverkats genom dränering så att grundvattenytan sänkts. En opåverkad torvtäckt mark torde i de flesta fall kunna beskrivas som blöt, dvs en grundvattenytan ca 0-20 cm under markytan. Denna höga grundvattenyta är en förutsättning för torvens tillväxt. En väl dränerad mark har i regel en grundvattenyta som ligger ung 50 cm eller lägre under markytan. I en sådan situation är den övre delen av torvlagret väl genomluftat och torven nedbryts genom mikrobiell oxidation. En väl dränerad torvtäckt mark har förutsättningar för att möjliggöra såväl skogs- som jordbruk. Torvtäckt mark med en grundvattenyta omkring 50 cm eller djupare måste anses vara dränerad eftersom den naturliga förutsättningen för torv är blöt mark. Förekomsten av torv indikerar således att grundvattenytan ursprungligen måste ha legat snarare 0-20 cm från markytan än 50 cm. Mellanformer, dvs grundvattenytor mellan 20 och 50 cm kan betraktas som ofullständigt dränerad mark med väsentligt sämre möjligheter till skogs- och jordbruksproduktion.

Sverige måste rapportera nationella utsläpp till klimatkonventionen som är ett ramverk för åtgärder för att begränsa klimatförändringarna. Överenskommelsen godkändes 2011 av 195 parter (194 stater samt Europeiska unionen) och trädde i kraft 1994. När det gäller torvmarker måste, enligt denna konvention, Sverige rapportera utsläpp från aktivt påverkad mark,

dvs skogs- och jordbruk på torvtäckt mark samt från torvtäcker. Denna mark är i regel dikad. Däremot behöver ”naturlig” avgång av växthusgaser från orörda (odikade) system inte rapporteras. Arealen dikad torvmark och dennas användning är således av central betydelse inte bara för utsläppen av växthusgaser utan också för hur Sverige kan fullfölja sina internationella åtaganden på klimatområdet. Syftet med denna rapport är att ge en samlad bedömning av torvmarkernas emissioner av växthusgaser.

Metoder

Rapporten bygger huvudsakligen på data om arealer och emissioner som presenterats i olika rapporter. De markslag som inkluderats i bedömningen är 1) torvmark med produktiv skog ($>1\text{m}^3$ per ha och år) med eller utan fungerande diken, 2) torvmark utan skog (impediment, myr) men med diken, 3) dikad torvmark med jordbruksproduktion, samt 4) dikad torvmark för gräsproduktion och bete. Med fungerande dike avses diken som avsänkt grundvattenytan och medger avvattning. Mark med avstånd till dike om 25 m eller mindre räknas som dikad.

De växthusgaser som har beaktats är koldioxid (CO_2), metan (CH_4) och dikväveoxid eller lustgas (N_2O). De har olika potential att påverka klimatet. Eftersom markanvändningen i regel påverkar flödena av samtliga dessa gaser är det nödvändigt att summera dem och då uttrycka enheten som koldioxidekvivalentet (CO_2ekv), vilket motsvarar klimateffekten för enbart koldioxid. Därvid antas omräkningsfaktorn, GWP100, vara 298 för N_2O och 34 för CH_4 baserat på ”climate-carbon feedback (IPCC 2013), dvs metan- och dikväveoxidvärdena har multiplicerats med 34 resp 294 före addering. Ibland uttrycks effekten också som rent C. Därvid har andelen C i CO_2 beräknats baserat på molvikter, dvs 12 av 44. Andelen C i CO_2 är således 27 %. Omvänt kan CO_2 mängden beräknas genom att multiplicera C-mängden med en faktor 3,67.

Det måste också beaktas att det samtidigt sker ett upptag av CO_2 i skogsbiomassa genom trädens fotosyntes. Dikningen är i sig en förutsättning för att detta upptag skall kunna ske. Det långsiktiga upptaget av CO_2 kan beräknas baserat på volymstillväxten under antagande att trädens veddensitet är $0,4\text{ ton per m}^3$, att total trädbiomassa utgör 80 % mer än stambiomassa, att C innehållet i ved är 50% samt att relationen mellan C och CO_2 är 1: 3,67. Sålunda blir omräkningsfaktorn mellan stamvolym i m^3 per ha och CO_2 inlagring som g per m^2 : $\text{stamvolym} \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,67 \cdot 100 = 132$. Under antagande av en medeltillväxt på 4- 8 m^3 per ha och år blir således upptaget 528-1056 g CO_2 per m^2 och år.

Resultat och diskussion

Emissioner från skogsmark och dikad myr

Arealer

Internationellt (FAO) definieras skogsmark som mark inom ett sammanhängande område mer än 0,5 ha där träden har en höjd av mer än fem meter och en kronslutenhet av mer än 10 %, eller har förutsättningar att nå denna höjd och kronslutenhet utan produktionshöjande åtgärder. Det svenska nationella begreppet produktiv skogsmark begränsar skogsmarken till sådan mark som har en medelproduktion på minst 1 m³ per ha och år.

Redovisningen nedan avser i huvudsak torvmark > 30 cm. Detta för att det finns begränsad publicerad information tillgänglig om torvmarker < 30 cm både vad avser arealer och emissioner. Det måste betonas att uppskattningarna av emissioner därför är en underskattning.

Lindgren och Lundblad (2014) redovisar i en rapport till Naturvårdsverket totalt 877 000 ha dikad skogsmark baserat på Riksinventeringen av skog. Med skogsmark avsågs här den internationella definitionen. Hånell (2009) beräknade utifrån Riksinventeringen av skog 2003-2007 att arealen dikad torvmark (torv > 30cm) uppgår till 1,097 Mha varav 0,746 Mha bedömdes som produktiv skogsmark (>1 m³/ha och år) samt 0,35 Mha ha som myr utan produktiv skog. Dessa båda uppskattningar stämmer väl överens. De stämmer också med en tidigare undersökning av von Arnold et al (2005). Att Lindgren och Lundblad (2014) redovisar ett något högre värde än Hånell (2009) kan sannolikt bero på att Hånell tillämpat det mer snäva svenska begreppet på skogsmark.

Man kan således på goda grunder anta att vi har ca 0,88 Mha dikad skogsmark enl internationell definition (på torv >30 cm) vars emissioner måste rapporteras enligt Klimatkonventionen.

Med dikad avses närvaro av ett dike inom 25 m. Frågan blir då om det också finns skogsmark på torv utan dike inom 25 m. Enligt Hånell (2009) är arealen odikad torvmark med skogsproduktion 0,99 Mha enligt svensk definition av produktiv skogsmark. Detta är dock en viss underskattning jämfört med internationell definition. Omräknat till internationell definition motsvarar detta 1,21 Mha. Denna omräkning grundar sig på relationen skogsmark enl svensk definition (23 Mha) och internationell definition (28 Mha), dvs en faktor 1,22 dem emellan.

Utöver detta finns det som ovan framförts dikad mark utan skog. Denna areal uppskattas här till differensen mellan total areal dikad torvmark (1,097 Mha enl. Hånell 2009) och arealen dikad torvmark med skog enl internationell definition (0,877 Mha enl Lindgren & Lundblad 2014), dvs 0,22 Mha (myr). Denna torvmark kommer dock inte med i rapporteringen under Klimatkonventionen.

Slutligen finns torvmark utan skog med viss dikeseffekt där diken ligger bortom 25 m, dock så nära att en viss dränering är märkbar. Också denna areal är således antropogent påverkad. Det finns emellertid för närvarande inget underlag för att kunna kvantifiera arealen, och den har av denna anledning inte inkluderats i arealuppskattningen. De redovisade arealuppgifterna i fig. 1 kan dock betraktas som en underskattning.

Produktiv skogsmark på torv med diken: 0,88 Mha
Produktiv skogsmark på torv utan diken: 1,21 Mha
Dikad torvmark utan skogsproduktion (myr): 0,22 Mha

Figur 1. Areal torvmark antropogent påverkad av skogsproduktion och/eller dikning. Total areal 2,31 Mha. Skogsmark är definierad enligt internationell definition (FAO).

Som framgår av fig. 1 är inte all skogsmark dikad med nu fungerande diken enligt definition. Dock kan man anta att grundvattenytan ligger tämligen lågt. Förklaringar kan vara att tidigare dikningar möjliggjort skogsetableringar och att trädens transpiration nu håller undan vattnet, eller att fungerande diken ligger strax utanför 25 m-gränsen. Vi kan därför på goda grunder anta att den skogsproduktiva torvmarken avger ungefär samma mängd växthusgaser som dikad mark – och alltså är antropogent påverkad mark.

Sammanlagt finns således minst $1,21 + 0,88 + 0,22 = 2,31$ Mha antropogent påverkad skogsmark och myr, varav $1,21 + 0,88 = 2,09$ Mha är produktiv skogsmark. Utvidgar man begreppet till att omfatta all torvtäckt mark, dvs även torv tunnare än 30 cm, så blir arealen produktiv skogsmark totalt 5 Mha (Hånell 2009).

Emissioner från torvmark med skogsproduktion och från dikningspåverkad myr

Den dikade torvtäckta marken avger stora mängder växthusgaser, såväl CO_2 som CH_4 och N_2O , och är därför betydande källor för växthusgaser. Var och en av dessa gaser påverkas på sitt sätt av torvens sammansättning och grundvattenytans läge. Emissioner av växthusgaser från torvmarker har studerats och redovisats i ett mycket stort antal vetenskapliga rapporter. Resultaten är ibland svåra att tolka och rapporterna svåra att sinsemellan jämföra eftersom bl a metodik, mätperioder och ståndortsförhållanden varierar. I denna rapport redovisar vi data i en litteratursammanställning i rapporten de Jong m.fl. (2015) som bygger på ca 30 vetenskapliga publikationer från boreala torvmarker i Sverige, Finland och Kanada. Dessa publikationer är listade i Bilaga 1.

För torvmarker med en grundvattenyta vid 30 cm eller djupare, samt beroende på torvens sammansättning (t ex N-innehåll) varierar emissionen från torven mellan 5,23 och 9,11 ton CO_2 ekv per ha och år sammanlagt för CO_2 , CH_4 och N_2O beroende på variation i hydrologi och torvens egenskaper, främst kemisk sammansättning. För att konkretisera en bild av storleken på denna emission kan det jämföras med avgången av CO_2 vid förbränning av 8 -12 m^3 ved (fast mått), alternativt 2800-4600 mil bilkörning med medelstor bil. Det är också av ungefär samma storleksordning som mängden växthusgaser en EU-medborgare släpper ut per år. I viss mån kan dock avgången från dikad torvmark, åtminstone delvis, kompenseras vid skogsproduktion och det därmed sammanhängande fotosyntetiska upptaget av CO_2 . De totala utsläppen av växthusgaser från 2,3 Mha dikningspåverkad torv med produktiv skog och myr blir således 12-21 M ton CO_2 ekv per år.

Emissionen av enbart CO₂ på torvmarker med en grundvattenyta vid 30 cm eller djupare varierar enligt data i litteratursammanställningen av de Jong m.fl. (2015) mellan 385 och 779 g CO₂ per m² och år. Detta motsvarar ca 105 – 212 g C per m² och år, eller 8,9 – 18,0 Mton CO₂ på 2,31 Mha dikad torvmark som enligt fig. 1 förekommer i Sverige. Enligt den svenska markinventeringen inom ramen för Riksinventeringen av skog uppgår i medel C-halten i torv till 44,5 % (baserat på 788 observationer under åren 1993-2002).

Detta innebär att emissionen av CO₂ enligt ovan ger upphov till en förlust av torv som i medel uppgår till 236 – 477 g torrsvikt torv per m² och år, motsvarande 2,5 – 5,1 dm³, förutsatt en volymvikt på 0,094g per cm³. Räknat som torvmäktighet motsvarar torvförlusten 2,5 -5,1 mm per år. Detta betyder inte att mäktigheten krymper med dessa tal eftersom 1) skogsbestånd kan tillföra nytt organiskt material till marken genom förna, samt 2) torvens volymvikt kan förändras under nedbrytningens gång.

Dock indikerar det att 25-51 m³ (2,4 – 4,8 ton) torv bokstavligen och bildligen går upp i rök per ha och år. På 2,31 Mha (Fig. 1) motsvarar detta 58-118 Mm³, eller 5,5-11,1 Mton torv. Med ett energiinnehåll i torv på 3,5 MWh per ton torrsvikt motsvarar detta 1,9-3,9 Mm³ eldningsolja per år.

Räknat på 2,31 Mha (se Fig. 1) svarar den totala växthusgasemissionen (dvs CO₂, CH₄ och N₂O sammanlagt) mot 12,1 – 21,0 Mton CO₂ekv per år (Fig 2). Det bör poängteras att torvtäckt mark med torv <30 cm inte är inkluderat och att därför emissionerna från all torvtäckt mark med skog och dikad myr rimligen är högre. Inte heller dränerad mark men där diken ligger på ett avstånd >25 m är inkluderade. Det här angivna värdet på 12,1 till 21,0 Mton CO₂ måste därför betraktas som en miniminivå.

Emissionen kan jämföras med Sveriges rapportering 2014 om totalt 54,4 Mton CO₂ inklusive 17,8 Mton CO₂ från all inrikes trafik (Tabell 1). Slutsatsen är att emissioner från torvmark med skogsproduktion inkl. dikad myr uppgår till minst 20-35 % av Sveriges samlade utsläpp, eller till ett värde som är i nivå med utsläppen från all inrikes trafik.

Tabell 1. Sveriges rapporterade utsläpp av växthusgaser 2014 i Mton CO₂ekv per år enligt Naturvårdsverkets hemsida 2016 (<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser--nationella-utslapp/>.)

Sektor	
Markanvändning (LULUCF)	-45,06
Internationell transport	8,25
Produktanvändning och övrigt	1,4
Avfall	1,52
Arbetsmaskiner	3,69
Uppvärmning	1,34
Jordbruk	7,14
El- och fjärrvärmeproduktion	6,77
Industri	14,71
Transport	17,78
SUMMA exkl LULUCF	54,38

Upptag i trädbiomassa

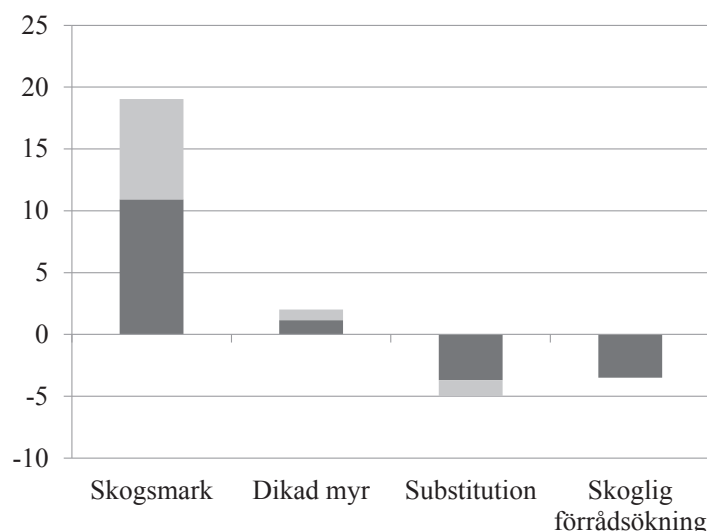
Hur upptaget av CO_2 i biomassa skall bedömas kan vara en kontroversiell fråga. Observera att av inbindningen är det maximalt 56% som fastnar i kommersiellt gångbar träråvara. Större delen av återstoden, dvs årlig förna och avverkningsrester kommer inom ett eller ett par decennier återgå till atmosfären som koldioxid i samband med nedbrytning. I tillägg till detta så kommer inte all stamved att skördas, utan även en del av stamveden kommer att lämnas i skogen för nedbrytning. Slutligen är användningen av stamved också en viktig, men diskutabel fråga. Störst nytta gör den ur klimatsynpunkt om den i samhället används som substitution för andra material som är förknippade med stor avgång av CO_2 .

Beroende på hur stor andel av en producerad kubikmeter skogsråvara som används i olika typer av konsumtion har substitutionseffekten i det svenska produktionssystemet beräknats till 600–800 kg koldioxid per avverkad kubikmeter (Larsson m fl 2009). Den årliga nettoavverkning i Sverige var 70,1 Mm^3 under 2013 (Skogsstatistisk årsbok 2014), dvs i medeltal 3,03 m^3 per ha och år (23,1 Mha). Under antagande av att den fördelar sig arealvägt lika mellan skogsproduktiv torvmark (2,09 Mha, Fig. 1) och övrig skogsproduktiv mark blir nettoavverkning på enbart den skogsproduktiva torvmarken 6,34 Mm^3 per år. Substitutionseffekten kan med dessa förutsättningar uppskattas till 3,8-5,1 Mton CO_2 (Fig. 2). Detta motsvarar ca 20-46 % av emissionerna från torven på motsvarande areal (2,09 Mha).

Värdet av denna substitutionseffekt syns endast indirekt vid rapporteringen till Klimatkonventionen, nämligen genom att redovisningsskyldiga utsläpp från t ex fossilbränsleförbränning kan minska.

Den direkta effekten av skogen skall rapporteras i form av förändringar i C-poolen i den stående skogen, dvs tillväxt minus avgångar genom avverkningar eller genom andra orsaker. För att beräkna denna förrådsförändring kan vi anta att de skogsproduktiva torvmarkerna (2,09 Mha) har samma tillväxtförhållanden som för Sverige i sin helhet (23,1 Mha). Arealen skogsproduktiva torvmarker utgör 9,0 % av hela skogsproduktiva arealen i Sverige. Det totala virkesförrådet uppgick 2013 till 3002 Mm^3 (motsvarande 130 m^3 per ha i medeltal). Sedan 1926 har det totala förrådet ökat med i medeltal ungefär 16 Mm^3 per år. Mellan åren 2011 och 2013 var virkesförrådsökningen i Sverige i medeltal 29,2 Mm^3 per år.

Eftersom de skogsproduktiva torvmarkernas andel uppgick till 9,0 % kan vi således approximativt anta att virkesförrådet på enbart torvmark under de två senaste åren ökade med 2,6 Mm^3 , motsvarande 1,26 m^3 per ha och år. Detta motsvarar enligt redovisning ovan en inbindning av 166 g CO_2 per m^2 och år. Detta utgör ca. 18-32 % av emissionen på 523-911 g CO_2 per m^2 och år från marken, och motsvarar 3,47 Mton CO_2 på 2,09 Mha (Fig. 2).



Figur 2. Sammanfattande tabell över emissioner från skog på torvmark och från dikad myr, Mton CO₂ekv per år (berörda arealer framgår i figur 1). Positiva värden anger flöden till atmosfären. Negativa värden anger värden från atmosfären. Den ljusgrå delen av resp stapel anger ett osäkerhetsintervall.

Emissioner från dränerad torvmark som används för jordbruksändamål

Arealen dikade torvmarker som använts för agrar produktion har av Berglund et al. (2009) uppskattats till 268 000 ha. Lindgren och Lundblad (2014) konkluderar på basis av en litteraturläsa omgång att emissionen CO₂ på dränerad organogen jord rimligen ligger runt 610 g CO₂ per m² och år. De konkluderar även att N₂O emissionerna torde uppgå till 1,3 g N₂O per m² och år. Med en uppskattad "global warming potential" på 298 motsvarar detta 387 g CO₂ ekv per m². Lindgren och Lundblad (2014) uppskattar emissionerna av CH₄ till 1,3 g per m² och år. Detta motsvarar 44 g CO₂ekv vid en "global warming potential" på 34.

Den sammanlagda emissionen blir således 1041 g CO₂ekv per m² och år. För all dränerad åkermark blir emissionerna 2,8 Mton CO₂ekv.

Emissioner från gräsmark på torv

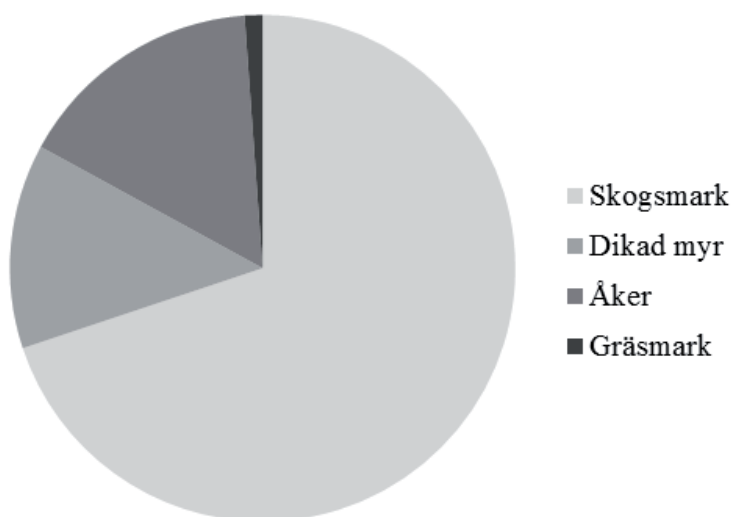
I likhet med produktiv skogsmark och jordbruksmark måste även gräsmarkers emissioner av växthusgaser rapporteras in under Klimatkonventionen (grassland). Med gräsmark avses, för svenska förhållanden, hagmark (semi-natural pastures) som utnyttjas för bete med t ex nötkreatur och får. Arealen gräsmark på torvmark uppskattas till 23000 ha (Lindgren och Lundblad 2014). Den totala arealen betesmark uppgår (enligt Jordbruksstatistisk årsbok 2012) till 452000 ha. Den betade arealen på torvmark utgör således bara ca. 5% av den totala betade arealen. Enligt Lindgren och Lundblad (2014) ligger emissionen av CO₂, N₂O och CH₄ i nivå med den för skogsmark, dvs mellan 523 och 911 g CO₂ekv per m² och år (se ovan i avsnittet om skogsmark). För all torvmark med bete betyder detta ungefär 0,1-0,2 M ton CO₂ per år.

Sammanfattande slutsats

Total påverkad torvmarksareal (> 30cm torv) som är endera skogsmark, dikad myr, åker eller betesmark uppskattas till 2,6 Mha. Total emission av växthusgaserna koldioxid, dikväveoxid och metan från denna mark uppgår till 15–24 Mton CO₂ekv per år. Skogsproduktiv mark är den markanvändning som pga stor areal ger de största emissionerna med 11–19 Mton CO₂ekv per år (fig. 3). Emissionen kan jämföras med Sveriges rapportering 2014 om totalt 54,4 Mton CO₂ inklusive 18 Mton CO₂ från all inrikes trafik (Tabell 1).

Slutsatsen är att emissioner från torvmark med skogsproduktion, dikad myr, åker och gräsmark uppgår till minst 20-35 % av Sveriges samlade utsläpp, eller till ett värde som är i nivå med det som all inrikes trafik släpper ut.

Det bör också poängteras att mark med torv <30 cm inte inkluderats och att denna areal är större än den med torvmark >30cm. Torvtäckt mark som är dikespåverkad men där diken ligger bortom 25 m har inte beaktats. Den uppskattade emissionen är därför att betrakta som en viss underskattning.



Figur 3. Ungefärlig fördelning av emissioner mellan skogsmark på torv, dikad myr, åker och gräsmark. Total emission från dessa ägoslag utgör 15-24 Mton CO₂ ekv per år (2,6 Mha).

Referenser

- Berglund, Ö., Berglund, K., Sohlenius, G. 2009. Organogen jordbruksmark i Sverige 1999 – 2008. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för hydroteknik – rapport 12 2009. Uppsala
- Crill, P., Hargreaves, K. & Korhola, A. 2000. The Role of Peat in Finnish Greenhouse Gas Balances. Studies and Reports 10/2000. Ministry of Trade and Industry, Finland.
- de Jong, J., Brandel, M., Erlandsson, Å., Jordan, S., Lundberg, K., Olsson, M., Rülcker, C och von Stedingk, H, 2015. Förvaltning av torvtäckt skogsmark med avseende på klimat och naturvärden. Slutrapport till Energimyndigheten 2015-06-30
- Franzén, L., 1982. Peat in Sweden - a method to calculate the resources. GUNIRapport 21. Gothenburg.
- Frolking, S., Roulet, N.T., Moore, T.R., Richard, P.J.H., Lavoie, M. & Muller, S.D. (2001). Modelling northern peatland decomposition and peat accumulation. *Ecosystems* 4, 479-498.
- Gorham, E. 1995 The biogeochemistry of northern peatlands and its possible response to global warming. In: Woodwill et al (eds): Biotic feedbacks in the global climatic system: Will warming speed the warming? New York, Oxford University Press, p 167-187.
- Hånell, B. 2009. Möjlighet till höjning av skogsproduktionen i Sverige genom dikesrensning, dikning och gödsling av torvmarker. In: Fahlvik, N., Johansson, U., Nilsson, U. (eds.). Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8. Bilaga 4:1-28.
- IPCC 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland
- Jordbruksstatistisk årsbok 2012. Jordbruksverket, Jönköping.
- Larsson, S., Lundmark, T och Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885.
- Lindgren, A. and Lundblad, M., 2014. Towards new reporting of drained organic soils under the UNFCCC – assessment of emission factors and areas in Sweden. Report to the Swedish Environmental Protection Agency.
- Minkinen, K. & Laine, J. 1998. Long-term effects of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. *Can. J. For. Res.* 28, 1267-1275.
- Skogsstatistisk årsbok 2014. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Tolonen, K., Vasander, H., Damman A.W.H. and Clymo, R.S. (1991). Preliminary estimate of long-term carbon accumulation and loss in 25 boreal peatlands. *SUO* 43, 277-280.
- Von Arnold, K., Hånell B., Stendahl, J., Klemetsson, L, 2005. Greenhouse gas fluxes from drained organic forest land in Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2005, 20: 400-411.

Bilaga 1.

Litteratur som använts för beräkning av emission i rapporten; Förvaltning av torvtäckt skogsmark med avseende på klimat och biodiversitet, Olsson och Jordan (2015).

- Alm, J., Shurpali, N. J., Minkkinen, K., Aro, L., Hytönen, J., Laurila, T., Lohila, A., Maljanen, M., Martikainen, P. J., Mäkiranta, P., Penttilä, T., Saarnio, S., Silvan, N., Tuittila, E.-S. & Laine, J. 2007. Emission factors and their uncertainty for the exchange of CO₂, CH₄ and N₂O in Finnish managed peatlands. *Boreal Environment Research* (12), 2, 191-209.
- Bellisario, L. M., Bubier, J. L., Moore, T. R. & Chanton, J. P. 1999. Controls on CH₄ emissions from a northern peatland. *Global Biogeochemical Cycles* (13), 1, 81-91.
- Berggren Kleja, D., Svensson, M., Majdi, H., Jansson, P.-E., Langvall, O., Bergkvist, B., Johansson, M.-B., Weslien, P., Truusb, L., Lindroth, A. & Ågren, G.I. 2008. Pools and fluxes of carbon in three Norway spruce ecosystems along a climatic gradient in Sweden. *Biogeochemistry*, Vol 89, No 1, 7-25.
- Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärish, S., Dubovik, D., Liashchinskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A. & Joosten, H. 2011. Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* 674, 67-89.
- Duddleston, K. N., Kinney, M. A., Kiene, R. P. & Hines, M. E. 2002. Anaerobic microbial biogeochemistry in a northern bog: Acetate as a dominant metabolic end product. *Global Biogeochem. Cycles*, 16(4), 1063, doi:10.1029/2001GB001402, 2002.
- Ferry, J. G. 1992. Methane from acetate. *J. Bacteriol.* 174(17), 5489-5495.
- Franzén, L. G. 2006. Increased decomposition of subsurface peat in Swedish raised bogs: are temperate peatlands still net sinks of carbon? *Mires and Peat* (1), Art. 3. (Online: http://www.mires-and-peat.net/map01/map_1_3.pdf)
- Frolking, S., Roulet, N.T., Moore, T.R., Richard, P.J.H., Lavoie, M. & Muller, S.D. 2001. Modelling northern peatland decomposition and peat accumulation. *Ecosystems* 4, 479-498.
- Glatzel, S., Forbrich, I., Krüger, C., Lemke, S. & Gerold, G. 2008. Small scale controls of greenhouse gas release under elevated N deposition rates in a restoring peat bog in NW Germany. *Biogeosciences*, 5, 925-935.
- Gorham, E. 1995. The biogeochemistry of northern peatlands and its possible response to global warming. In: Woodwell et al (eds): *Biotic feedbacks in the global climatic system: Will warming speed the warming?* New York, Oxford University Press, p 167-187.
- Hånell, B. 1984. Skogsdikningsboniteten hos Sveriges torvmarker. Sverige lantbruksuniversitet, Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära. Rapport 50: 1-121.

- Joosten, H. & Clarke, D. 2002. Wise Use of Mires and Peatlands - background and principles including a framework for decision-making. International Mire Conservation Group and International Peat Society, 304 pp.
- Jungkunst, H. F., Flessa, H., Scherber, C. & Fiedler, S. 2008. Groundwater level controls CO₂, N₂O and CH₄ fluxes of three different hydromorphic soil types of a temperate forest ecosystem. *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 2047-2054.
- Kasimir Klemetsson, Å., Weslien, P. & Klemetsson, L. 2009. Methane and nitrous oxide fluxes from a farmed Swedish histosol. *European Journal of Soil Science*, 60, 321–331.
- Keller, J. K. & Bridgham, S. D. 2007. Pathways of anaerobic carbon cycling across an ombrotrophic-minerotrophic peatland gradient. *Limnol. Oceanogr.* 52(1), 96-107.
- Klemetsson, L., Weslien, P., von Arnold, K., Ågren, G., Nilsson, M. & Hånell, B., 2002. Greenhouse gas emissions from drained forests in Sweden. Progress Report 1999–2002. LUSTRA (Land Use Strategies for Reducing Net Greenhouse Gas Emissions), Department of Forest Soils, SLU, Uppsala. 45-67.
- Komulainen, V.-M., Nykänen, H., Martikainen, P. J. & Laine, J. 1998. Short-term effect of restoration on vegetation change and methane emissions from peatlands drained for forestry in southern Finland. *Canadian Journal of Forest Research*, 28, 402-411.
- Laine, J., Silvola, J., Tolonen, K., Alm, J., Nykänen, H., Vasander, H., Sallantausta, T. Savolainen, I., Sinisalo, J. & Martikainen, P. J. 1996. Effect of Water-Level Drawdown on Global Climatic Warming: Northern Peatlands. *Ambio*, 25 (3), 179-184.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885.
- Lohila, A., Minkkinen, K., Aurela, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Ojanen, P. & Laurila, T. 2011. Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland. *Biogeosciences*, 8, 3203-3218.
- Mahmood, Md. S. & Strack, M. 2011. Methane dynamics of recolonized cutover minerotrophic peatland: Implications for restoration. *Ecological Engineering* 37, 1859-1868.
- Maljanen, M., Sigurdsson, B. D., Guðmundsson, J., Óskarsson, H., Huttunen, J. T. & Martikainen, P. J. 2009. Land-use and greenhouse gas balances of peatlands in the Nordic countries – present knowledge and gaps. *Biogeosciences Discussions*, 6, 6271-6338.
- Marinier, M., Glatzel, S. & Moore, T. R. 2004. The role of cotton-grass (*Eriophorum vaginatum*) in the exchange of CO₂ and CH₄ at two restored peatlands, eastern Canada. *Ecoscience* (11), 2, 141-149.
- Minkkinen, K., Laine, J., Shurpali, N. J., Mäkiranta, P., Alm, J. & Penttilä, T. 2007. Heterotrophic soil respiration in forestry drained peatlands. *Boreal Environment Research* (12), 2, 115-126.

- Nilsson, M., Mikkilä, C., Sundh, I., Granberg, G., Svensson, B.H. & Ranneby, B. 2001. Methane emission from Swedish mires: National and regional budgets and dependence on mire vegetation. *Journ. Geophys. Research*, Vol 10, No D18, 20 847-20860.
- Nilsson, M., Sagerfors, J., Buffam, I., Laudon, H., Eriksson, T., Grelle, A., Klemedtsson, L., Weslien, P. & Lindroth, A. 2008. Contemporary carbon accumulation in a boreal oligotrophic minerogenic mire – a significant sink after accounting for all C-fluxes. *Global Change Biology*, 14, 2317-2332.
- Nykänen, H., Alm, J., Lång, K., Silvola, J. & Martikainen, P. J. 1995. Emissions of CH₄, N₂O and CO₂ from a virgin fen and a fen drained for grassland in Finland. *Journal of Biogeography*, 22, 351-357.
- Ojanen, P., Minkkinen, K., Alm, J. & Penttilä, T. 2010. Soil-atmosphere CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in boreal forestry-drained peatlands. *Forest Ecology and Management*, 260, 411-421.
- Ojanen, P., Minkkinen, K. & Penttilä, T. 2013. The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *Forest Ecology and Management*, 289, 201-208.
- Päivänen, J. & Hännell, B. 2012. Peatland ecology and forestry – a sound approach. University of Helsinki, Department of forest sciences, publications 3, 267 pp.
- Pearson, M., Saarinen, M., Minkkinen, K., Silva, N. & Laine, J. 2012. Short-term impacts of soil preparation on greenhouse gas fluxes: A case study in nutrient-poor, clearcut peatland forest. *Forest Ecology and Management*, 283, 10-26.
- Regina, K., Nykänen, H., Silvola, J. & Martikainen, P. J. 1996. Fluxes of nitrous oxide from boreal peatlands as affected by peatland type, water table level and nitrification. *Biogeochemistry*, 35, 401-418.
- Saarnio, S., Morero, M., Shurpali, N. J., Tuittila, E. S., Mäkilä, Markku & Alm, J. 2007. Annual CO₂ and CH₄ fluxes of pristine boreal mires as a background for the lifecycle analyses of peat energy. *Boreal Environment Research* (12), 2, 101-113.
- Sathre, R. & O'Connor, J. 2010. Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environmental Science and Policy* 13. 104-114.
- Silvola, J., Alm, J., Ahlholm, U., Nykänen, H. & Martikainen, P. J. 1996. Fluxes from peat in boreal mires under varying temperature and moisture conditions. *Journal of Ecology* (84), 2, 219-228.
- Strack, M. 2008. Peatlands and Climate Change. International Peat Society, 223 pp.
- Succow, M. & Joosten, H. 2001. Landschaftsökologische Moorkunde (Landscape Ecology of Peatlands), Second Edition, Schweizerbart, Stuttgart, 622 pp. (in German).
- Sundh, I., Nilsson, M., Mikkilä, C., Granberg, G. & Svensson, B. H. 2007. Fluxes of methane and carbon dioxide on peat-mining areas in Sweden. *Ambio* (29), 8, 499-503.

- Tolonen, K., Vasander, H., Damman A.W.H. and Clymo, R.S. 1991. Preliminary estimate of long-term carbon accumulation and loss in 25 boreal peatlands. *SUO* 43, 277-280.
- Trudeau, C. T, Garneau, M. & Pelletier, L. 2013. Methane fluxes from a patterned fen of the northeastern part of the La Grande river watershed, James Bay, Canada. *Biogeochemistry*, 113, 409-422.
- Tuittila, E. S., Komulainen, V. M., Vasander, H., Nykänen, H., Martikainen, P. J. & Laine, J. 2000. Methane dynamics of a restored cut-away peatland. *Global Change Biology*, 6, 569-581.
- Vasander, H. 1996. Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society, 168 pp.
- Von Arnold, K., Weslien, P., Nilsson, M. Svensson & Klemedtsson, L. 2005. Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained coniferous forests on organic soils. *Forest Ecology and Management*, 210, 239-254.
- Von Arnold, K., Hånell B., Stendahl, J. & Klemedtsson, L. 2005. Greenhouse gas fluxes from drained organic forest land in Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 400-411.
- Waddington, J. M. & Roulet, N. T. 2000. Carbon balance of a boreal patterned peatland. *Global Change Biology*, 6, 87-97.
- Yrjälä, K., Tuomivirta, T., Juottonen, H., Putkinen, A., Lappi, K., Tuittila, E. S., Penttilä, Minkkinen, K., Laine, J., Peltoniemi, K. & Fritze, H. 2011. CH₄ production and oxidation processes in a boreal fen ecosystem after long-term water table drawdown. *Global Change Biology*, 17, 1311-1320.

Populärvetenskaplig sammanfattning

20150128

Växthusgaser från dränerad torvmark

Källa: TorvForsks rapport nr 15:2, författare Mats Olsson, professor em, SLU

Mängden torv

I Sverige finns omkring 10 miljoner ha torvtäckt mark. Av denna areal har 6 miljoner ha ett torvlager som är tjockare än 30 cm och som klassificeras som torvmark. Ungefär 2,6 miljoner ha av denna torvmark, alltså nära hälften, har påverkats av dikning främst i syfte att möjliggöra jord- och skogsbruk. Merparten av det som har dikats, 2,1 miljoner ha, är produktiv skogsmark (enligt internationell definition av produktiv skog), medan 0,3 miljoner ha är jordbruksmark och 0,2 miljoner ha är myr med misslyckad dikning och utan skogsproduktion.

Koldioxidekvivalenter

Den dikade torvtäckta marken avger stora mängder växthusgaser, såväl koldioxid som metan och lustgas, och är därför en betydande utsläppskälla för växthusgaser. Den sammanlagda effekten av dessa gaser kan beräknas genom att klimateffekten av metan och lustgas räknas om till vad de motsvarar i form av koldioxid, CO₂. Summan uttrycks som koldioxidekvivalenter (CO₂ekv).

Ett varv runt jorden

För torvmarker med en grundvattenyta vid 30 cm eller djupare varierar emissionen av de tre växthusgaserna från torven mellan 5,2 och 9,1 ton CO₂ekv per ha och år, beroende på olikheter i hydrologi och torvegenskaper. För att tydliggöra storleken på denna emission kan den jämföras med avgången av koldioxid vid 2800 - 4600 mil bilkörning med medelstor bil, det vill säga ett varv runt jorden.

Mängden växthusgaser

Sveriges totala emission av växthusgaserna koldioxid, lustgas och metan från dränerad torvmark uppgår till 15 – 24 miljoner ton CO₂ekv per år. Detta är i nivå med utsläppen från all inrikestrafik (17,8 miljoner ton CO₂ekv) och en tredjedel av Sveriges rapporterade utsläpp av växthusgaser 2014 (på totalt 54,4 miljoner ton CO₂ekv). Den dränerade torvmarken som har produktiv skog är den mark som på grund av den stora arealen avger de största emissionerna. Dessa utsläpp uppgår till 11 – 19 miljoner ton CO₂ekv per år.

Dikning påverkar storleken

Merparten av avgången av växthusgaser från dränerad torvmark, 68-100 %, utgörs av koldioxid. Detta beror på att dräneringen leder till oxidation av torv. På odränerad mark är avgången av växthusgaser väsentligt högre, men beroende på syrebrist sker avgången inte i form av koldioxid utan i stället som metan. Däremot sker på den odränerade, blöta torvmarken ett upptag av koldioxid genom torvtillväxt. Dikning medför således att torvmarken övergår från ett nettoupptag till en nettoförlust av koldioxid.

Försvinner till ingen nytta

Den mängd torv som på detta sätt årligen förloras genom dikningen (2,3 miljoner ha torvmark med skog, och myr) uppgår till 5-11 miljoner ton eller 58-118 miljoner m³. Den energimängd som på detta sätt årligen går till spillo är lika stort som energiinnehållet i mellan 1,9 och 3,9 miljoner m³ eldningsolja.

Skogens roll

På 2,1 miljoner ha dikad torvmark sker ett betydande upptag av koldioxid genom skogens tillväxt. Träden binder genom fotosyntesen in koldioxiden. Dock kan man inte betrakta hela detta upptag som en sänka eftersom en mycket stor del av upptagen koldioxid snart återgår till atmosfären genom förmultning av döda växtrester samt genom att träd används i förädlingsindustrin, som massaindustrin.

Kan bli en sänka

Däremot kan man räkna med en långsiktig ökning av skogsvolymen, samt att biomassa ersätter t ex fossila energibränslen och cement i byggindustrin. Detta resulterar i en sänka av växthusgaser respektive undvikta utsläpp som tillsammans motsvarar cirka 50 % av de här ovan redovisade växthusgasutsläppen från torvmarken.

Åtgärder

Torvtäkt, kombinerad med en effektiv användning av torven, och efterföljande skogsplantering kan ändra systemet till en sänka för växthusgaser. Även nyskapandet av våtmarker och sjöar kan vara lämpliga åtgärder efter avslutat torvbruk.



Rapporten kan beställas från:

TorvForsk
Arenavägen 33
121 77 Johanneshov
info@svensktorv.se

eller laddas ned från www.torvforsk.se

**TORV
FORSK**

Stiftelsen Svensk
Torvforskning