

De odlade organogena jordarna på Gotland. Växthusgasavgång, biomassa- produktion och brukningsförslag. Rapport till Länsstyrelsen Gotland

Örjan Berglund



De odlade organogena jordarna på Gotland. Växthusgasavgång, biomassaproduktion och brukningsförslag. Rapport till Länsstyrelsen Gotland

Örjan Berglund

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö,
orjan.berglund@slu.se

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2020
Omslagsbild: Örjan Berglund

Bibliografisk referens: Berglund, Ö., (2020). *De odlade organogena jordarna på Gotland. Växthusgasavgång, biomassaproduktion och brukningsförslag. Rapport till Länsstyrelsen Gotland*
– Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Nyckelord: Torvjordar, växthusgasavgång, Gotland

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för mark och miljö, avd. Jordbrukets vattenhushållning och vattenkvalitet

De odlade organogena jordarna på Gotland. Växthusgasavgång, biomassaproduktion och brukningsförslag. Rapport till Länsstyrelsen Gotland

Bakgrund

Dikade torvjordar avger stora mängder växthusgaser och ca 10% av Gotlands odlingar sker på organogena jordar. Denna rapport är en kunskapssammanställning gällande den odlade torvjordens utsläpp och upptag av växthusgaser ur ett gotländskt perspektiv med förslag på hur dessa jordar bör brukas. Rapporten tar avstamp i den forskning om växthusgasemissioner som gjorts på gotländska fältförsök de senaste årtiondena. Sammanställningen är inriktad enbart med avseende på växthusgasemissioner. Andra aspekter som åtgärderna medför, positiva och negativa, går inte rapporten djupare in på. Då vi endast mätt gasavgången på torvjordar kan ingen jämförelse med mineraljordar göras.

SLU har fått uppdraget av Länsstyrelsen i Gotlands län utifrån behovet av kunskapsunderlag som identifierats under arbetet med Gotlands energi- och klimatstrategi. Syftet är att ta fram ett kunskapsunderlag för verksamma aktörer på Gotland. Rapporten har granskats av representanter från LRF, Mellanskog, SLU och Länsstyrelsen i Gotlands län och redovisades 2020-12-09 på ett spridningsseminarium på Gotland (<https://www.facebook.com/lrfgotland/videos/384978609255920>).

Allmänt om myrarna på Gotland

Före de stora myrutdikningarna upptogs 30 000 ha eller ca 10 procent av Gotlands yta av vattensjuk mark fördelad på huvudtyperna myrar (torvmarker) och vätar (blekemarker) (von Post, 1925). Gotlandsmyrarna är vanligen igenvuxna fornsjöar. De utgör igenväxningsmyrar av kärrtyp, även kallade igenväxningstorvmarker (Sernander, 1942). Förutom dessa finns det ett mycket litet antal små mossar eller försumpningstorvmarker samt några få källmyrar eller översilningstorvmarker. För mer bakgrundsinformation om mossarna på Gotland så finns mycket beskrivet i rapporten "Beskrivning av fem myrjordprofiler från Gotland" (Berglund, 1982).

Bortodling

Man började dränera mossarna på Gotland i början av 1800-talet för att skaffa mer åkermark. Mossarna består av torv (organogen jord) som i sin tur bildats från organiskt material som inte brutits ned pga. låg temperatur och hög vattenhalt. När man dränerar torvjordar så kommer det in luft i markprofilen och den börjar sätta sig. Sättningen består av olika processer. Först så försvinner flytförmågan, men torven är fortsatt tung, så den trycker ihop underliggande torv. Därefter får man kemiska förändringar i form av förmultning och förtorvning. Dessutom kan torven försvinna genom vind och vattenerosion. Just förmultningen bidrar till avgång av växthusgaser som koldioxid och lustgas. Vattenmättade torvjordar avger istället metan. När marken sjunker så innebär det att avståndet till dräneringen minskar och marken blir återigen vattensjuk. För att kunna odla den på nytt behöver man fördjupa dikena, och då sätter sättningsprocesserna igång igen.

Material och Metod

Datakällor

Jordart

De organogena jordarna finns i SGUs jordartsdatabas. För denna undersökning användes databasen jordartskartan skala 25.000-100.000 och lagret JG2 som visar jordarterna i grundlagret (på 0,5 m djup). Det ytliga lagret har inte använts, då torven på många ställen nog inte längre finns kvar. Mer information om kartläggningen och noggrannheter återfinns i SGUs produktbeskrivning: <https://resource.sgu.se/dokument/produkter/jordarter-25-100000-beskrivning.pdf>

De organogena jordarna på Gotland som återfinns i databasen är "Bleke och kalkgyttja", "Kärrtorv" och "Mosstorv" men när det gäller de odlade jordarna så är det i princip ingen mosstorvjord som odlas.

Jordbruksfält

För att lokalisera åkrarna används jordbruksverkets blockdatabas 2019 som nu också inte bara redovisar jordbruksblock, utan även fälten. Detta underlättar analysen då varje fält endast innehåller en gröda mot tidigare när blocken kunde innehålla flera grödor och det var svårt att avgöra i den efterföljande överlagringsanalysen vilken av grödorna som låg på torvjord.

GIS-analys

För att identifiera ytan odlad torvjord överlagras jordartsdatabasen och blockdatabasen och den yta som är gemensam för lagren (intersect) representerar odlad torvjord. Man får då fram den arealen som odlas på respektive organogen jordart samt vad som odlas.

Produktion och fördelning av biomassa

För att uppskatta hur mycket biomassa som producerats på de odlade organogena jordarna användes medelvärdet av normskördarna från SCB (<https://www.scb.se/publikation/40603>) för åren 2017, 2019 och 2020¹. För morot och potatis användes värden från Stora Tollby (Andreas Wiklund personlig kommunikation) För att beräkna rot, halm och spillbiomassan används faktorer utarbetade av Waldemar Johansson vid SLU (Johansson, 1994).

Mätning av växthusgasemissioner

För att mäta växthusgasavgången från markytan på fältförsök har vi använt oss av lite olika metoder, men de följer alla samma princip. Man trycker ner någon form av ram, 20-30 cm i diameter ca 5-10 cm i jorden. Därefter placeras en mörk kammare på ramen och luften inne i kammaren cirkuleras, antingen genom en sensor, Vaisala CARBOCAP® Carbon Dioxide Probe GMP343, som mäter koncentrationen i realtid och loggar detta under ca 5 minuter, eller genom glasvialer i vilka man samlar ca 20 ml. av luften som finns i kammaren. Ofta tas 4 prov 0, 10, 20 och 30 minuter efter att kammaren har placerats på ramen. Koncentrationen av växthusgaser analyseras på en gaskromatograf och emissionshastigheten (hur mycket växthusgas som avges per tidsenhet) beräknas av hur koncentrationen av gasen ökar med tiden. Manuella mätningar på dagtid tenderar att överskatta medelemissionen med ca 15% pga. högre temperatur dagtid.

Vi har också använt automatiska koldioxidmätare ACE från ADC Bioscientific Ltd. (Herts, UK), som mäter emissionerna genom att en kammare förs över en ram automatiskt varannan timme, och emissionshastigheten lagras på ett minneskort.

¹ Eftersom att 2018 var ett exceptionellt torrt år med mycket lägre skörd används inte data från det året.

För några platser har vi tagit jordprov med stålcyndrar (10 cm höga, diameter 7,2 cm) som analyserats på lab. Då placeras cylindern i en tät behållare och luften i behållaren cirkuleras genom våra sensorer eller glasflaskor på samma sätt som beskrivet ovan.

Försök på gotländska jordar

Bortodlingsförsök – Martebo myr

Ett långliggande försök lades ut 1986 på Martebo myr (57,72N, 18,50E). Torvdjupet var 0,6-2 m. Korn, oljevaxter och morötter har odlats växelvis med morötter vart fjärde år till en början och senare vart tredje år. Syftet var att jämföra koppargödslade rutor med obehandlade rutor med avseende på markytensjunkning som har mätts ungefär var femte år. Tidigare studier har visat att en hög kopparkoncentration i jorden kan påverka exoenzymer så att nedbrytningen och bortodlingen minskar (Mathur et al., 1978; Mathur et al., 1979; Mathur et al., 1980; Mathur, 1981; Levesque et al., 1983; Mathur et al., 1983; Sauve, 2006). I juni 1997 (korn) och juli 2019 (morötter) mättes även koldioxidemissionen i fält. Gasavgången från jordfyllda stålcyndrar som jämviktats till dräneringsdjupen 10, 15, 30, 50, 75 och 100 cm mättes i lab.

Bearbetningsintensitet, Stenstugu

I syfte att undersöka jordbearbetningens betydelse för markytensjunkning etablerades 1976 ett försök vid försöksstationen Stenstugu (57.58N, 18.48E) där man jämförde plöjning, plöjning vissa år, plöjningsfri odling och permanent vall (Myrbeck et al., 2014). På rutorna som inte hade behandlingen permanent vall odlades vårstråsäd. Markytensjunkningen mättes 1983, 1990, 1998 och 2008. Koldioxidavgången mättes med automatiska kammare mellan april och november 2012 och mellan april och juni 2013.

Odlingssystem – Martebo och Lina myr

För att testa odlingssystemets inverkan på koldioxidavgången så mättes koldioxidemissionen en gång i månaden under 2009 och 2010 på 7 platser. Sex platser på Martebo myr där 4 var blekejordar (57,72N 18,47E) och en på lina myr (57,57N 18,63E) (Norberg et al., 2016). På varje plats jämfördes 2 grödor som låg precis invid varandra så att övriga förutsättningar som klimat och jordart skulle vara lika. De grödor som jämfördes var morot, gräsvall, korn, potatis, vårvete, palsternacka och vårråg. Dessutom mättes emissionen från bar jord.

Mästermyr – torv och bleke

Gotland har förutom stor areal torvjordar ännu mer bleke-jordar som också är en organogen jord, men som till stor del består av kalciumkarbonat. För att undersöka hur koldioxidemissionerna förändras med ökad inblandning av bleke togs stålcyndrar med jord från matjord och alv från 3 olika åkrar på Mästermyr med olika andel bleke för analys på lab. (Siggelin, 2017).

Alveskog (57,22N 18,31E) hade högst andel torv i matjorden Figur 1, pH var 7,6 och halten organiskt material 37 %. Stenstugu (57,24N 18,30E) hade 21 % organiskt material och pH 7,6 och Hägsarve (57,23N, 18,29E) som har mycket mer bleke, hade lägst halt organiskt material 7,5% och pH 7,8.



Figur 1. Profil från Alveskog (vänster) och Hägsarve (höger). 30 cm torv ovanpå bleke och kalkgyttja (vänstra) och ca 35 cm bleke ovanpå kalkgyttja (höger) (Foto Erik Siggelin).

Resultat

Area odlad organogen mark på Gotland

Det är totalt 10446 ha som odlas på organogen jord (9,7 % av den odlade arealen), varav 6632 ha (63 %) på bleke och kalkgyttja. Det är ungefär lika stor andel ettåriga grödor och vall som tillsammans står för 83,5 % av den totala ytan odlad torvjord (Tabell 1). Den totala kolproduktionen för de olika grödkategorierna återfinns i Tabell 2 och summerar till 58975 ton kol per år.

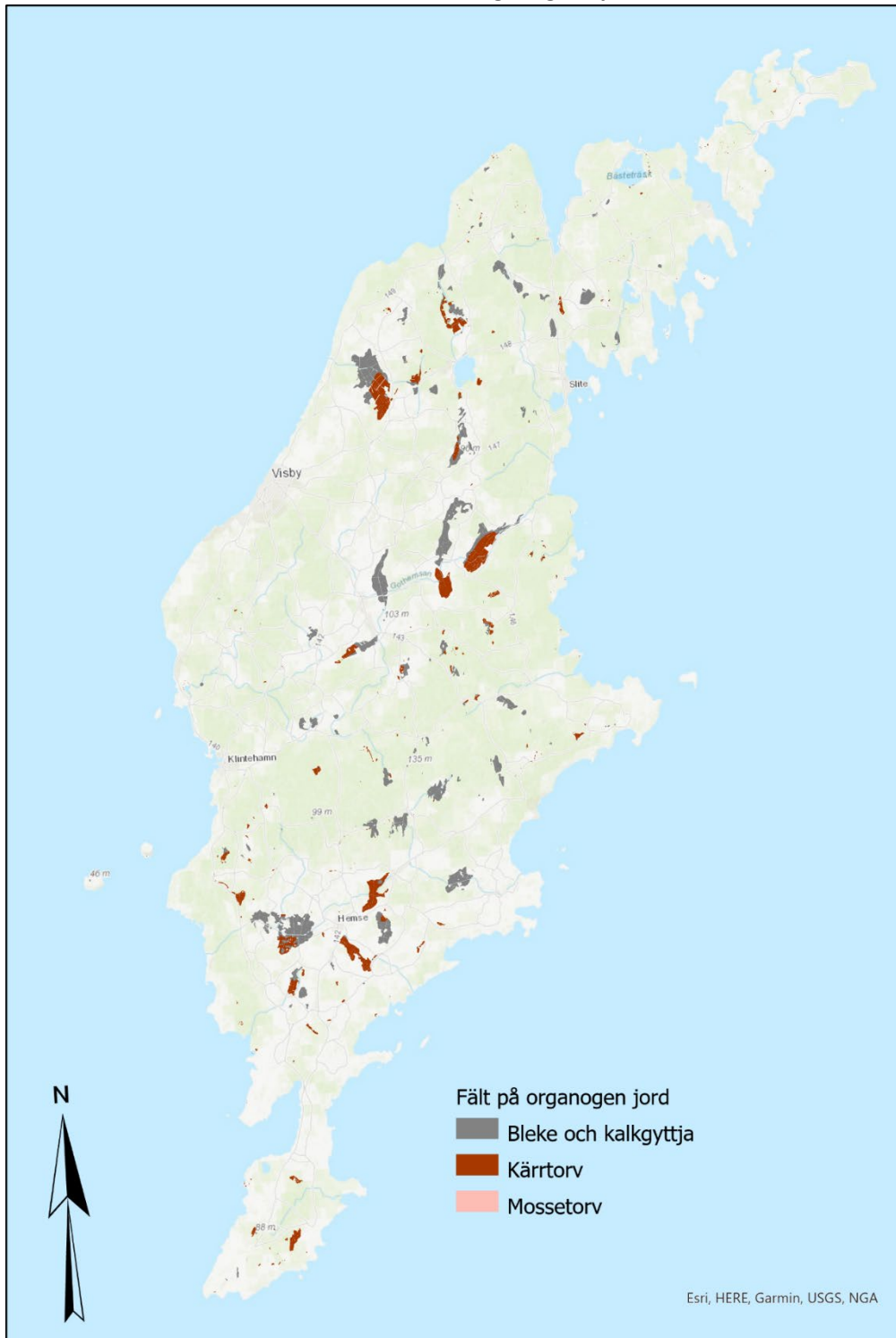
Tabell 1. Odlad areal på bleke och torv uppdelat på olika grödkategorier och för enskilda grödor 2019.

Grödor	Bleke och kalkgyttja (ha)	Kärrtorv (ha)	Summa
Ettåriga grödor (summa)	2984	1470	4454
Blandningar av baljväxter eller klöver till grovfoder/ensilage	19		19
Blandsäd (spannmåls-/baljväxt-blandning), mer än 50% spannmål	44	5	49
Blandsäd (stråsådesblandningar)	10	2	12
Bruna bönor	36		36
Bönor övriga	6		6
Ej stödberättigande gröda	1		1
Havre	215	104	319
Korn (höst)	36	1	36
Korn (vår)	724	411	1135
Majs	122	76	199
Proteingrödsblandningar (baljväxter/spannmål)*	36	15	51
Raps (höst)	30	16	46
Raps (vår)	96	199	294
Råg	3	3	6
Rågvete (höst)	17	4	22
Rågvete (vår)	1	0	1
Stråsåd till grönfoder/ensilage	14	13	27
Vete (höst)	468	94	562
Vete (vår)	1009	517	1526
Vitsenap	4		4
Åkerbönor	14	2	16
Ärter (ej konservärter)	80	9	88
Extensiv (summa)	453	406	860
Alvarbete (Öland, Gotland)	5	14	19
Betesmark (ej åker)	146	118	264
Betesmark och slåtteräng under restaurering		6	6
Skogsbete	9	24	33
Skyddszon mot vattendrag	24	13	38
Slåtteräng (ej åker)	3	0	3
Träda	267	231	498
Radgrödor (Summa)	484	230	714
Grönsaksodling (köksväxter)	369	105	474
Matpotatis	114	125	240
Vall (summa)	2645	1628	4272
Gräsfrövall (ettårig)		2	2
Gräsfrövall (flerårig)		2	2
Grönfoder	70	7	77
Gröngödsling	61	16	76
Slåtter och betesvall på åkermark	2368	1485	3853
Slåtter och betesvall på åkermark, icke godkänd för eko	146	117	263
Våtmark (summa)	66	79	146
Våtmark	66	79	146
SUMMA	6632	3814	10446

Tabell 2. Uppskattning av produktion och fördelning av kol för olika grödkategorier uppdelat i olika växtkomponenter (ton C/år) för den odlade arealen organogen jord, baserad på skördedata från 2017, 2019 och 2020.

	Ton kol			
	Skörd	Halm/Blast	Bladfall	Rötter
Ettåriga grödor	7749	7527	1366	9245
Radgrödor	3426	1048	171	137
Vall	11322	0	2831	14153

Kartan visar de odlade organogena områdena på Gotland. Mosstorvarealen är försumbar, det är kärrtorv och bleke som är de dominerande organogena jordarna.

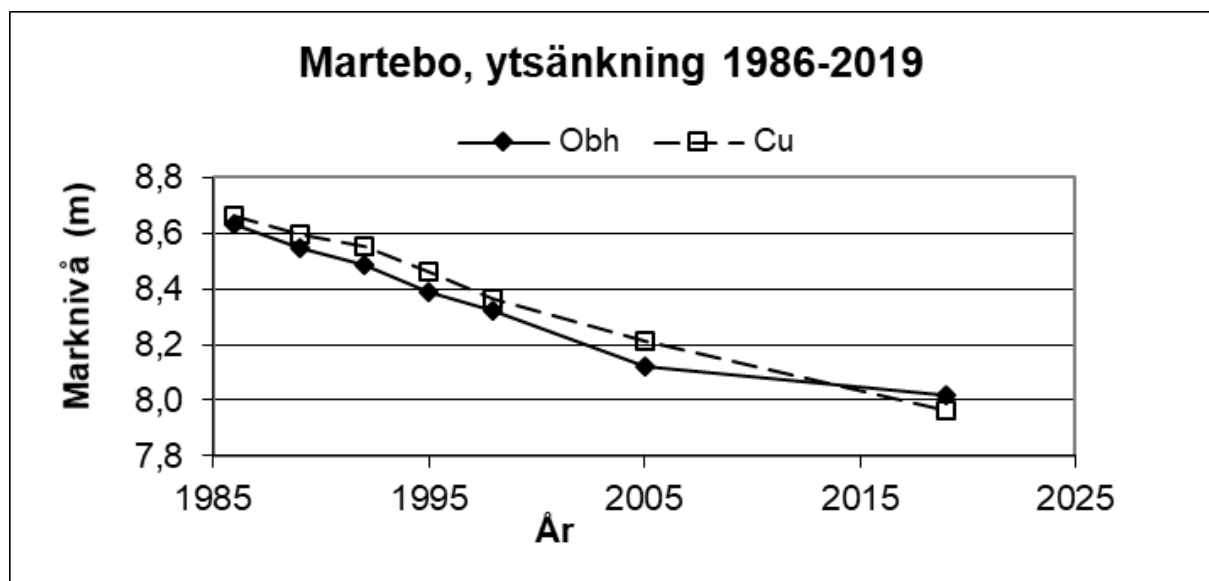


Figur 2. Odlad organogen jord på Gotland.

Övergivna, på 50-talet odlade torvjordar, är på Gotland försumbar. Endast 16 objekt med en total areal av 36 ha.

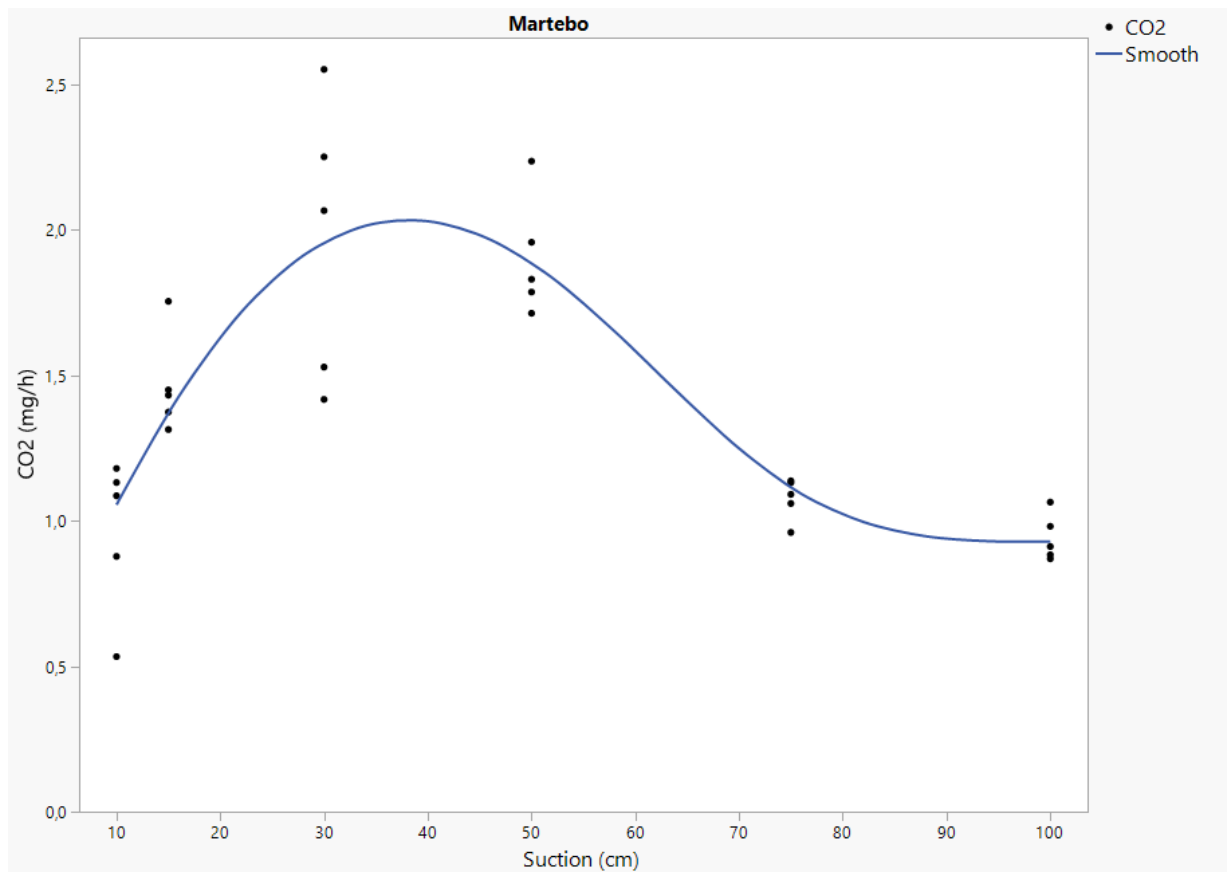
Martebo

Den årliga markytesjunkningen på Martebo var 1,86 cm Figur 3 och koldioxidemissionen som mättes i juni 1997 var 1600 mg/m²/h (i växande gröda) där rotrespiration står för ca 50% (Berglund et al., 2011b) Från bar jord i juli 2019 på morötter var emissionen 410 mg/m²/h. Förutom skillnaden att mätningarna var med och utan gröda, så påverkar temperatur och vattenhalt avgången. Vi kan inte se någon minskad emission i de koppargödslade leden. Om man räknar med att emissionen är väldigt låg (nästan 0) på vinterhalvåret så kan en grov uppskattning av den årliga medelemissionen vara ca 44% av den uppmätta och motsvarar då ca 4-8 ton kol/ha och år.



Figur 3. Markytesjunkning (cm) på Martebo myr 1986 till 2019

I lab-försöket mättes gasavgången vid 10, 15, 30, 50, 75 och 100 cm dränering och det visade sig att störst emission blev vid en dräneringsnivå på mellan 30 och 50 cm (Figur 4). Störst gasavgång brukar bli när förutsättningarna för mikroorganismerna att bryta ned jorden är optimal, då det är lagom mycket luft och vatten, varken för torrt eller för blött.



Figur 4. Koldioxidavgång från torvfyllda cylindrar vid 10, 15, 30, 50, 75 och 100 cm dräneringsdjup med jord från Martebo.

Bearbetningsintensitet - Stenstugu

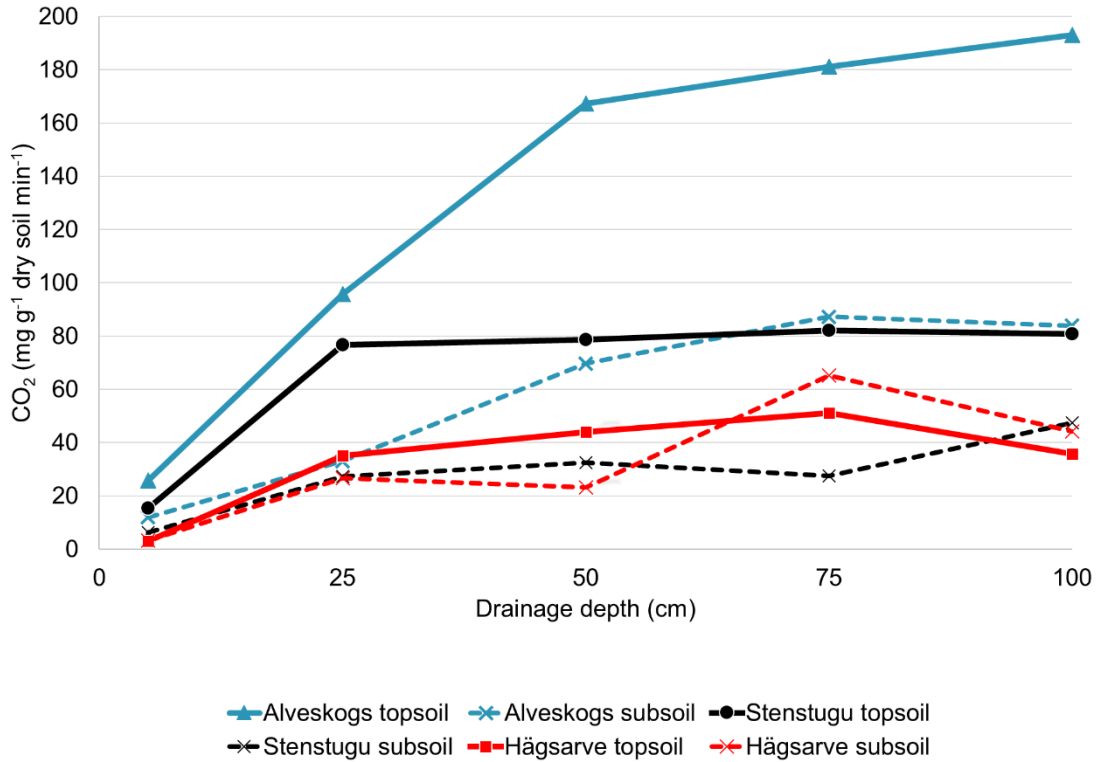
Den årliga markytesjunkningen på Stenstugu var 2-3 mm för de bearbetade leden och i princip 0 för den permanenta vallen. Det var ingen större skillnad i koldioxidavgång mellan behandlingarna plöjning, plöjning vissa år, plöjningsfri odling och permanent vall. Medelvärdet för koldioxidemissionerna 2012 var 478 mg/m²/h och 2013 var 608 mg/m²/h under odlingssäsongen. En grov uppskattning av den årliga medelemissionen är ca ½ av medelvärdet som är uppmätt under odlingssäsongen och motsvarar ca 6,5 ton kol/ha år

Odlingssystem – Martebo och Lina myr

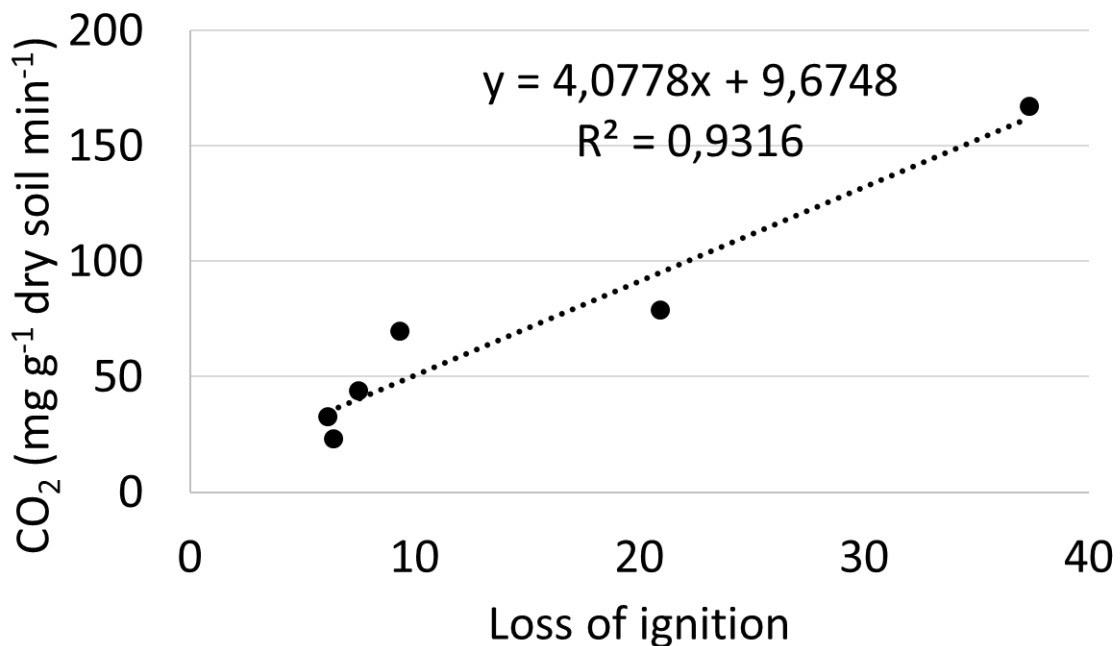
Skillnaden i koldioxidemissionerna mellan grödorna morot, gräsvall, korn, potatis, vårvete, palsternacka och vårårg var låg jämfört med den totala emissionen och de var inte heller helt konsistenta. Så det är svårt att säga att någon gröda är bättre eller sämre än någon annan med avseende på koldioxidavgången, möjligtvis att vallen visade lite högre emissioner än radgrödor och spannmål. Skillnaden mellan platser och år var ofta högre än mellan grödor. Medelvärdet för koldioxidemissionen från bar torvjord under odlingssäsongen var 781 mg m²/h och för bar blekejord 593 mg/m²/h, vilket motsvarar 8,2 resp. 6,2 ton kol/ha och år.

Torv och Bleke - Mästermyr

Koldioxidemissionen från de 3 jordarnas matjord och alv mättes vid 0, 25, 50, 75 och 100 cm dränering. Högst emissioner blev det från jorden med mest torv och lägst från bleken. Alven har lägre emissioner än matjorden Figur 5. Det verkar finnas ett tydligt samband mellan koldioxidemissioner och organiskt material och emissionen från torvjorden var 2.8 gånger högre än från blekejordarna vid 50 cm dränering Figur 6.



Figur 5. Koldioxidemission från matjord och alv från Alveskog (matjord 37% org. mtrl) Stenstugu (21% org. mtrl) och Hägsarve (mycket bleke, 7,5% org. mtrl).



Figur 6. Sambandet mellan koldioxidavgång och organiskt material (loss of ignition) för dräneringssteget 50 cm.

Diskussion

För att kunna odla på torvjordarna måste de vara dränerade. Vi kan se i våra lab-studier att emissionen är högst vid den vattenhalt som inträffar vid ett vattenavförande tryck mellan 30-100 cm, men vattenhalten under säsongen påverkas till stor del av nederbörden och hur mycket vatten som växterna avger (transpirationen), och kanske inte främst av dräneringsdjupet. När den högsta emissionen sker är olika för olika jordar, men mycket tyder på att det är när det växer som bäst och

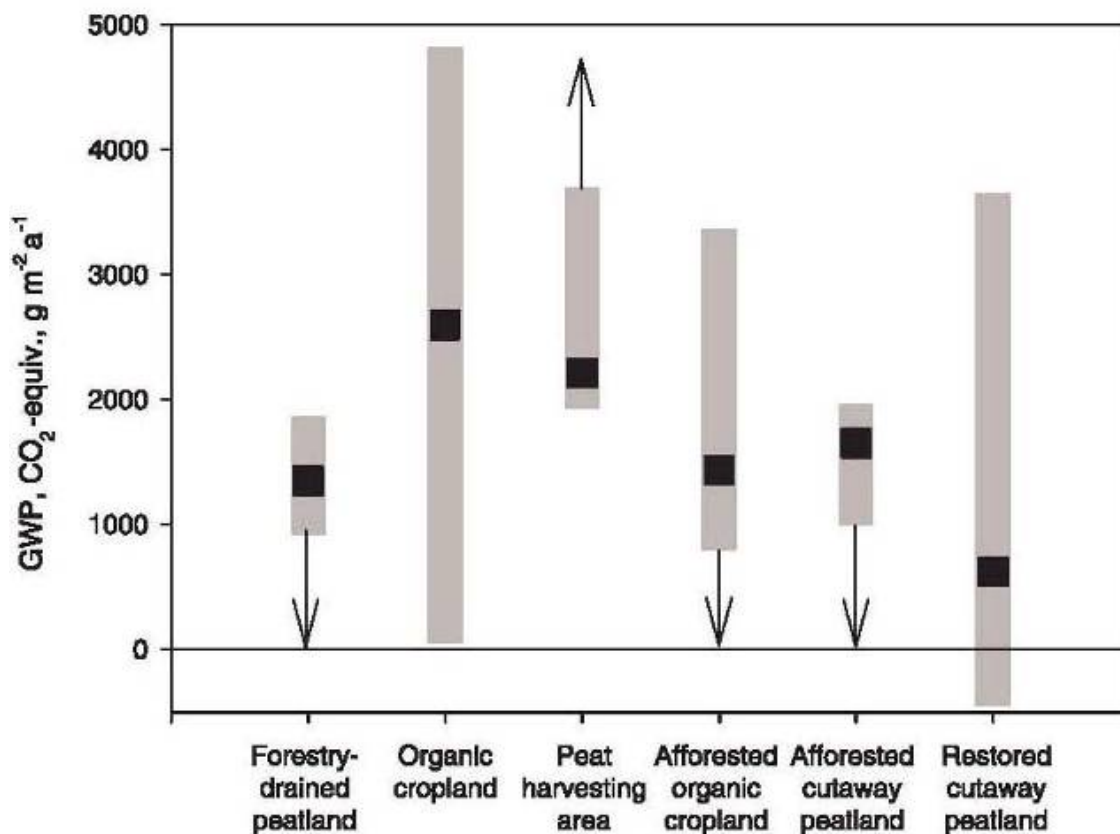
är som bäst för grödan så är det också optimalt för mikroorganismerna som bryter ner torven och avger växthusgaser.

Vi har i våra försök undersökt hur odlingssystem, bearbetningssystem, vattenhalt, jordtyp och koppargödsling påverkar emissionerna. När det gäller odlingssystem (odling av olika grödor) och bearbetningssystem (i det här fallet, plöjning, ytlig bearbetning och permanent vall) kan vi inte se någon tydlig åtgärd som skulle kunna minska gasavgången radikalt. Alla grödor och bearbetningar har ungefär lika stor avgång av koldioxid. Metan, som är ca 28 gånger starkare växthusgas än koldioxid, produceras i syrefria miljöer och avges i princip inte från dränerade torvjordar.

Vi har gjort några undersökningar vad gäller avgång av lustgas, som är ca 298 gånger starkare växthusgas än koldioxid, men den gasen är mycket svårare att få bra mätningar av (kommer i puffar och kan även komma under vintern, samt att det ofta är väldigt låga flöden). I andra mätningar (inte från Gotland) av lustgas från torvjord stod lustgasen för motsvarande ca 15 % av koldioxidemissionen (Berglund et al., 2011a). Det man dock kan säga är att om det finns en växande gröda så konkurrerar den så bra om kvävet att det blir mycket låga eller ingen lustgasavgång. En vall eller mellangroda som gör att marken är täckt så stor del av året som möjligt är bra.

Det är också stora skillnader i markytensjunkning mellan platser, som inte avspeglar sig i motsvarande skillnad i den uppmätta koldioxidemissionen. Det kan bero hur utsatt åkern är för vind och vattenerosion. Även här är det en fördel med en bevuxen yta eller något annat som binder jorden så att den inte utsätts för erosion.

Forskning i Finland visar på olika markanvändnings emissioner och hur stor variationen är (Figur 7). Och som man kan se i figuren så är det en mycket stor variation för just de odlade torvjordarna.



Figur 7. Emission från olika markanvändning i Finland. (Figur från Greenhouse Impacts of the Use of Peat and Peatlands in Finland Research Programme Final Report, 2008, Sarkkola (ed.))

Så åtgärder att plantera träd, göra om åkern till bete, odla bioenergigrödor, göra om den till våtmark etc. riskerar att inte få den avsedda effekten.

Ungefärlig kolbalans för de organogena jordarna

En sammanvägning av de olika försöken när det gäller koldioxidemissionen från torvjorden landar på ca 7 ton kol/ha och år vilket är lägre än vad som står att finnas i den nationella emissionsdatabasen, men är å andra sidan baserad på mätta värden på Gotland. Bleken ger ungefär hälften så mycket, dvs 3.5 ton kol/ha år. Det ger en total emission på ca 50.000 ton C per år. Kolmängden som produceras i växterna är ca 59.000 ton C per år. Dock så bryts ju kolet i växterna ner någonstans och någon gång och adderas till kolet som avgår från jorden.

I detta exempel så har vi inte räknat med någon produktion från de extensiva ytorna (tex betesmarker. Se tabell 1), och de ytor som klassats som våtmark har fått lika hög emissionsfaktor som övriga ytor (vilket kanske inte är helt fel då våtmarker eventuellt ger lägre koldioxidemissioner men istället högre metan och lustgasemissioner).

Slutsatser

- Ungefär lika mycket kol som avgår från torvjordarna bildas i växtbiomassan.
- Vi har inte kunnat se att någon bearbetningsmetod eller gröda generellt är bättre eller sämre vad gäller emissionen av koldioxid från organogena jordar.
- Det är bra både för att minska lustgasavgång och minska erosion om markytan är bevuxen.
- Bleke avger betydligt mindre koldioxid än torvjordarna.
- Högst koldioxidemissioner blir det vid en vattenhalt motsvarande ett vattenavförande tryck på 40 – 100 cm beroende på de fysikaliska förutsättningarna i jorden.
- Har man redan vattensjuka torvområden som inte brukas kan det ev. vara en bra åtgärd att lägga dem helt under vatten för att få lägre emissioner av koldioxid.

Referenser

- Berglund, K., 1982. Beskrivning av fem myrjordsprofiler från Gotland, 9157613230, Markvetenskap.
- Berglund, Ö., Berglund, K., 2011a. Influence of water table level and soil properties on emissions of greenhouse gases from cultivated peat soil. *Soil Biology and Biochemistry* 43(5), 923-931.
- Berglund, Ö., Berglund, K., Klemedtsson, L., 2011b. Plant-derived CO₂ flux from cultivated peat soils. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 61(6), 508-513.
- Johansson, W., 1994. Kolbindning och kolflöden vid odling. Sammanfattning av analys rörande inverkan av växtföljd/odlingssystem och av restproduktillförsel till marken. Rapport till Stiftelsen Lantbruksforskning. SLU, Uppsala. Inst f markvetenskap. Avd f hydroteknik.
- Levesque, M.P., Mathur, S.P., 1983. The effects of using copper for mitigating histosol subsidence on: 1. The yield and nutrition of oats and lettuce grown on histosols, mineral sublayers, and their mixtures. *Soil Science* 135(2), 88-100.
- Mathur, S.P., 1981. The Inhibitory Role of Copper in Enzyme Degradation of Organic Soils, International peat symposium, pp. 191-219.
- Mathur, S.P., Hamilton, H.A., Levesque, M.P., 1979. The Mitigating Effect of Residual Fertilizer Copper on the Decomposition of an Organic Soil in Situ. *Soil Science Society of America journal* 43(1), 200-203.
- Mathur, S.P., Levesque, M.P., 1983. The effects of using copper for mitigating histosol subsidence on: 2. The distribution of copper, manganese, zinc, and iron in an organic soil, mineral sublayers, and their mixtures in the context of setting a threshold of phytotoxic soil-copper. *Soil Science* 135(3), 166-176.
- Mathur, S.P., Sanderson, R.B., 1978. Relationships between copper contents, rates of soil respiration and phosphatase activities of some Histosols in an area of southwestern Quebec in the summer and the fall. *Can J Soil Sci* 58(2), 125-134.
- Mathur, S.P., Sanderson, R.B., 1980. The Partial Inactivation of Degradative Soil Enzymes by Residual Fertilizer Copper in Histosols. *Soil Science Society of America Journal* 44(4), 750-755.
- Myrbeck, Å., Berglund, Ö., 2014. Bortodling av myr. In: J. Arvidsson (Ed.), Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2013. SLU, pp. s.13.
- Norberg, L., Berglund, Ö., Berglund, K., 2016. Seasonal CO₂ emission under different cropping systems on Histosols in southern Sweden. *Geoderma Regional* 7(3), 338-345.
- Sauve, S., 2006. Copper inhibition of soil organic matter decomposition in a seventy-year field exposure. *Environ Toxicol Chem* 25(3), 854-857.
- Sernander, R., 1942. Gotlands kvarlevande myrar och träsk. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 64(3), 347-348.
- Siggelin, E., 2017. CO₂ emissions from drained calcareous organic soil profiles from the Mästermyr area. Master Thesis, SLU, Uppsala, 38 pp.
- von Post, L., 1925. Gotlands geologi. *Sveriges Geologiska undersökning. Ser. C, No 331.*