



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö

Växthusgasutsläpp vid sandinblandning i torvjordar

Greenhouse gas emissions from sand amended peat soils

Andreas Mattsson

Kandidatuppsats i miljövetenskap
Kandidatprogrammet – Biologi och markvetenskap

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU
2018:08

Uppsala 2018

Växthusgasutsläpp vid sandinblandning i torvjordar

Greenhouse gas emissions from sand amended peat soils

Andreas Mattsson

Handledare: Örjan Berglund, institutionen för mark och miljö, SLU

Biträdande handledare: Joakim Hermansson, institutionen för mark och miljö, SLU

Examinator: Lars Lundin, institutionen för mark och miljö, SLU

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i miljövetenskap - kandidatarbete

Kurskod: EX0688

Program/utbildning: Kandidatprogrammet Biologi och miljövetenskap 180 hp

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delnummer i serien: 2018:08

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: torv, sand, gjuterisand, koldioxid, växthusgasutsläpp

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Abstract

Peat soils are organic soils which make up significant parts of Sweden land area. Peat soils are commonly used in agriculture. Growing crops in these soils require drainage which speeds up the degradation of the organic matter and increases the greenhouse gas emissions. Cultivated organic soils are responsible for 6-8 % of the total amount of anthropogenic greenhouse gas emissions in Sweden. Previous studies show a decreased emission flow in peat soils with waste foundry sand mixed in. In this study, sand and waste foundry sand is mixed in with peat in depths of 2,5 cm and 5 cm, respectively and studied in a lab environment where emissions of carbon dioxide, nitrous oxide and methane gas were measured. Results show a noteworthy decrease in carbon dioxide emissions from samples with 5 cm sand/waste foundry sand mixed in. The waste foundry sand raised the pH level in the soil more than sand. This is likely the reason that waste foundry sand performed slightly higher emissions since it improves living conditions for the microorganisms in the soil. Measurements of nitrous oxide and methane gas showed no clear signs of emissions. The measured concentrations were equivalent to those occurring naturally in the lab. The conclusion of this study is that both sand and waste foundry sand can be positive for decreasing the carbon dioxide emissions from peat soils. In order to ensure this result more substantial studies and a deeper knowledge of the processes in the soils is required.

Sammanfattning

Torvjordar är organogena jordar och upptar en betydande del av Sveriges yta. De har flertalet användningsområden för människor och används ofta inom jordbruk. Vid odling på torvjordar krävs dränering vilket leder till ökad nedbrytning av det organiska materialet och resulterar i växthusgasutsläpp. Sveriges brukade torvjordar står för 6-8 % av antropogena utsläpp av växthusgaser årligen. Studier som tidigare gjorts med inblandning av gjuterisand i åkrar av torvjord visar på minskade växthusgasutsläpp. I föreliggande studie undersöks i laborationsmiljö hur utsläppen av koldioxid, lustgas och metangas påverkas vid inblandning av sand samt gjuterisand i volymerna 2,5 cm och 5 cm av ytlagret. Resultaten visar att koldioxidutsläppen minskar märkbart vid de större inblandningarna med 5 cm sand/gjuterisand. Gjuterisanden hade en större pH-höjande effekt på jorden vilket kan ha bidragit till att den presterade lite högre utsläpp än sanden. Högre pH-värde gynnar mikroorganismernas levnadsmiljö. Lustgas- och metangasmätningarna gav inga tydliga tecken på utsläpp. Koncentrationerna i mätningarna var likvärdig med naturliga koncentrationer i luften. Slutsats från denna studie är att både inblandning av sand och gjuterisand kan vara positivt för att minska torvmarkers utsläpp av koldioxid. Mer omfattande undersökningar och djupare kunskap om dessa processer krävs dock för att säkerställa detta.

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Syfte	1
Material och metod.....	2
Material	2
Torv	2
Gjuterisand	2
Sand.....	2
Metod	3
Preparering av jordprover.....	3
Dränering av jord.....	4
Mätning av koldioxid	5
Mätning av lustgas och metangas	5
Mätning av pH-värde och elektrisk konduktivitet	6
Mätning av kol/kväve-kvot.....	6
Beräkningar för flödet av koldioxid, lustgas och metangas	6
Resultat.....	8
Bindningskurva	8
Koldioxidemission.....	8
Lustgas och metangasemission.....	9
pH-värde och elektrisk konduktivitet	11
Kol/kväve-kvot	11
Diskussion	12
Koldioxid.....	12
Lustgas- och metangas	12
Kol/kväve-kvot	12
Slutsats	13
Referenser.....	14

Inledning

Med cirka 15 % av landets totala yta utgör torvjordar en betydande del av Sveriges landarea. Torvjordar har länge dränerats i jordbrukssyfte i Sverige. Spannmål såsom havre, korn, råg och vissa rotfrukter som morötter och potatis är grödor som trivs bra på torvjordar (Berglund, 2008). Som mest användes på 1940-talet 705 000 hektar torvmark i Sverige i odlingsyfte men har sedan dess minskat avsevärt. Enligt en GIS-analys gjord 2003 av Berglund & Berglund (2008) uppgår den odlade torvmarken nu till cirka 300 000 hektar. Sammanlagt utgör organogena jordar 8,6 % av Sveriges totala jordbruksmark (Berglund & Berglund, 2010).

Odling på torvjordar har både för- och nackdelar, de kan ge stor avkastning vid skörd så länge torvlagret finns kvar i marken. Däremot räcker ibland inte torvlagret längre än några år eller något decennium innan det förbrukats eftersom dräneringen hindrar ny torv från att bildas (Berglund, 2008). Dräneringen orsakar även en sänkning av markytan både genom att nedbrytningen av det organiska materialet ökar samt av att det mekaniska stödet från vattnet försvinner från marken. Medan naturliga torvjordar agerar kolsänkor blir dränerade torvjordar istället kolkällor. Vid odling på torvjord är dräneringen nödvändig för att syresätta grödornas rötter vilket även gynnar nedbrytande mikroorganismer eftersom de arbetar snabbare vid högre syretillgång (Beyer *et al.*, 2015; Pakkangas *et al.*, 2016). Detta resulterar i att brukade torvjordar står för 6-8 % av antropogena utsläpp av växthusgaser i Sverige (Berglund, & Berglund, 2010). Flertalet andra faktorer utöver vatteninnehåll påverkar växthusgasutsläppen. Norberg *et al.* (2018) nämner substrattillgänglighet i form av nedbrytbara organiska material, tillsättning av substrat och markhantering som exempel.

Som del av EU-projektet Climate Smart Agriculture on Organic Soils (CAOS) har tillsättning av sand till torvjord i form av gjuterisand testats i fältförsök. Resultaten visar på en minskad koldioxidavgång vid kontinuerliga mätningar under perioden maj-oktober (Berglund, & Berglund, 2016). Tidigare försök har även visat att sandinblandning i torvjordar kan ge ett minskat koldioxidutsläpp. Utsläppen är dock fortfarande betydande och vattenhaltenhittills verkar vara den största påverkande faktorn (Lindgren, 2017; Leiber-Sauheitl *et al.* 2014). Att hitta ett optimalt dräneringsdjup är dock svårt och olika studier pekar åt olika håll vilket sannolikt har med torvens varierande egenskaper att göra (Renger *et al.* 2002; Berglund, & Berglund, 2011).

Med Sveriges nationella klimatmål att sänka koldioxidutsläppen med 20 % från 1990 års nivåer (Regeringskansliet, 2018) är en större kunskap om torvjordarna och hur de fungerar både önskvärt och nödvändigt med tanke på deras bidrag till Sveriges koldioxidutsläpp. Om torvjordar ska kunna brukas även i framtiden och samtidigt minska bidraget till Sveriges koldioxidutsläpp behöver nya metoder implementeras.

Syfte

Syftet med denna studie är att i laborationsmiljö undersöka effekten av sandinblandning på växthusgasutsläppen från torvjord. Vidare syftar studien till att ge en indikation på om effekten av sanden på växthusgasemissionen är kemisk eller fysikalisk genom användning av både sand och gjuterisand.

Material och metod

Material

Torv

En torvmark består av ett minst 30 cm djupt organogent torvlager. Torvmarker bildas i områden med hög grundvattennivå vilket leder till anaeroba förhållanden i marken. Syrebristen samt låga temperaturer resulterar i att nedbrytningen av det organiska materialet i marken saktas ned avsevärt och ett lager av icke-nedbrutet eller delvis nedbrutet dött organiskt material börjar ackumuleras. Beroende på de kemiska och fysiska förutsättningarna i omgivningen kan torvmarker få mycket olika sammansättning och egenskaper. Faktorer såsom områdets klimat och typ av vegetation påverkar torvens karaktär (Eriksson *et al*, 2011).

Gjuterisand

Gjuterisand är en restprodukt vid metallgjutning. Den används som form och består till största del av tvättad sjösand. För att den ska få rätt egenskaper blandas även andra substrat, till exempel stenkol in. Gjuterisanden återanvänds ett antal gånger, men när kornstorleken blivit för liten har den inte längre rätt egenskaper för att användas till gjuteriform. I Sverige går stor del av detta till deponier (Jönsson *et al*, 2014). Gjuterisand har liksom torvjord stor variation när det kommer till sin kemiska sammansättning. Ett potentiellt problem med gjuterisand är koncentrationen av tungmetaller. Tidigare undersökningar har visat på en minskad mikrobiell aktivitet vid högre koncentrationer av tungmetaller i gjuterisanden och även ökat läckage av dessa metaller till grundvattnet (Zhang *et al*, 2013; Zhang *et al*, 2014). Växternas upptag av dessa tungmetaller har dock visat sig begränsad. De låga upptagen kan tyda på att gjuterisand ändå har potential att användas i jordförbättringssyfte inom jordbruket (Lindsay & Logan, 2005).

Gjuterisanden som blandades in i jordproverna bestod av följande fraktioner (%):

	Ler	Finmjäla	Grovmjäla	Finmo	Grovmo	Mellansand	Grovsand
Enskild fraktion	10,8	0,5	0,9	1	25,2	61,4	0,2
Kumulativ	10,8	11,3	12,2	13,2	38,4	99,8	100

Sand

Sand är en mineraljordart. Beroende på kornstorleken har sand relativt hög genomsläpplighet av vatten vilket lämpar sig väl till t.ex. byggnadsändamål. Jordarten i sig är sällan lämplig som odlingsjord eftersom det är mycket magra jordar (Eriksson *et al*, 2011). På grund av sin genomsläpplighet har sandinblandning i torvjordar varit ett vanligt sätt att förbättra genomsläppligheten i torven. Sandinblandning kan dock även öka risken för näringsläckage av lösta organiska föreningar (Tiemeyer *et al*. 2017).

Sanden som blandades in i jordproverna bestod av följande fraktioner (%):

	Ler	Finmjäla	Grovmjäla	Finmo	Grovmo	Mellansand	Grovsand
Enskild fraktion	0	0,6	1	1,1	28,3	68,8	0,2
Kumulativ	0	0,6	1,6	2,7	31	99,8	100

Metod

Preparering av jordprover

Torvjorden är insamlad från Broddbo väster om Björklinge den 16 november 2017 (Figur 1). Jorden förvarades kyld i marklabbet i Mark-, vatten- och miljöhuset och togs fram för bearbetning 22 mars 2018. Jord uppmätt efter volym togs ut och placerades i separat låda. Jorden blandades där ut med den volym sand- eller gjuterisand som motsvarade ett 2,5 cm och 5 cm djupt lager. Samma process utfördes för ett nollprov utan inblandning av ytterligare substrat. När jorden blandats vägdes lådan igen för att mäta jordblandningens totala vikt.



Figur 1: Jordprover uppgrävda från Broddbo, Björklinge november 2017.

Jordblandningen delades in i sex viktmässigt lika stora delar varav fyra delar packades i metallcylindrar (10 cm höga, 7 cm i diameter) (Figur 2a). Sammanlagt 20 cylindrar, 5 led i fyra block (nollprov, 2,5 cm och 5 cm sand- samt 2,5 cm och 5 cm gjuterisandinblandning). De två resterande delarna av varje led användes till tre syften: fyra provburkar för analys av pH och elektrisk konduktivitet fylldes, två stycken till analys ett par dagar efter jordbearbetningen och två stycken för analys vid projektets slut. En provburk fylldes för att kontrollera kol/kväve-kvot. Resterande jord sparades i en märkt plastpåse. De fyllda cylindrarna vägdes sedan en gång till för att fastställa totalvikt efter jordpackning. Cylindrarna placerades i en låda som successivt fylldes med kokat destillerat vatten för att underifrån vattenmätta den packade jorden (Figur 2b).



Figur 2a: Packning av jordprover i cylindrar. Figur 2b: Vattenmättade prover.

Dränering av jord - bindningskurva

Efter vattenmättnad placerades cylindrarna på en sandbädd för att dränera jorden till fem olika dräneringsdjup, 25 cm, 37,5 cm, 50 cm, 75 cm samt 100 cm (Figur 3). Vattenhalten vid olika dräneringsnivåer låg till grund för jordens vattenbindningskurva. Räknet i dagar efter vattenmättnad uppnåddes dräneringsdjupen:

	Dag:
Vattenmättat prov	0
25 cm dräneringsdjup	6
37,5 cm dräneringsdjup	10
50 cm dräneringsdjup	30
75 cm dräneringsdjup	38
100 cm dräneringsdjup	43

Efter dräneringsdjupet 100 cm torkades jordproverna i ugn för att förånga resterande vatteninnehållet. Med denna data gjordes en bindningskurva för jordproverna.



Figur 3: Jordproverna står på sandbädd för dränering.

Mätning av koldioxid

När jordproverna var vattenmättade togs varje cylinder ut för vägning och sedan placerades de i en plastburk med lufttätt lock. Varje lock hade hål för två injektionsnålar genom vilka luft kunde cirkuleras. Lim placerades runt hålen för att försäkra att locket blev lufttätt. Sedan fick luften i burken cirkuleras i en koldioxidmätare (Vaisala GMP 343) där koldioxidhalten lästes av och sparades i en datalogger (Vaisala M170) var 15:de sekund för de vattenmättade proven och var femte sekund för resterande dräneringsdjup. Mätningen gjordes tills dess att en stadig lutning uppmätts på koldioxidkoncentrationskurvan. Därav att de vattenmättade proven med låg emissionshastighet tog 15 minuter att mäta till skillnad från de 5 minuter övriga vattenhalter krävde.

Mätning av lustgas och metangas

För att mäta lustgas- och metangasutsläpp placerades 10 cylindrar (två block) åt gången i varsin lufttät burk (Figur 4). Lock med samma uppbyggnad som vid koldioxidmätningen placerades med en minuts intervall på varje jordprov vartefter mätningarna utfördes. Luften fick cirkulera mellan burken och en glasvial (22 ml) i 30 sekunder med hjälp av en luftpump.

Glasvialerna lämnades in för analys med en gaskromatograf. Mätningar gjordes i fyra omgångar per cylinder med intervallerna 0, 10, 20, 30 minuter mellan varje mätningstillfälle.



Figur 4: Jordproverna placerade i lufttäta burkar för mätning av lustgas och metangas.

Mätning av pH-värde och elektrisk konduktivitet

Jordproverna placerades i 100 ml plastbägare och avjoniserat vatten tillfördes. Därefter placerades jordproverna i en maskin där de skakades i 30 minuter. Sedan lämnades jordproverna att sedimentera i 2 timmar varefter mätningar av elektrisk konduktivitet och pH-värde utfördes. Efter 24 timmar utfördes sedan ytterligare en pH-mätning.

Mätning av kol/kväve-kvot

Provburkar fylldes med 100 ml jord för analys av kol/kväve-kvot. Kol och kväve mäts genom att jordproverna mals och siktas (2 mm). Den del av proverna som är mindre än 2 mm torrförbränns vid 1350 grader i ett Lecoinstrument som heter TruMac CN. Tot-C bestäms enligt ISO 10694 och tot-N enligt ISO 13878. Detta gjordes i led med tre upprepningar där sedan ett medelvärde räknades ut.

Beräkningar för flödet av koldioxid, lustgas och metangas

Baserat på mätningarna av vald gaskoncentration i luften i parts per million togs en regressionslinje fram. För detta användes formeln:

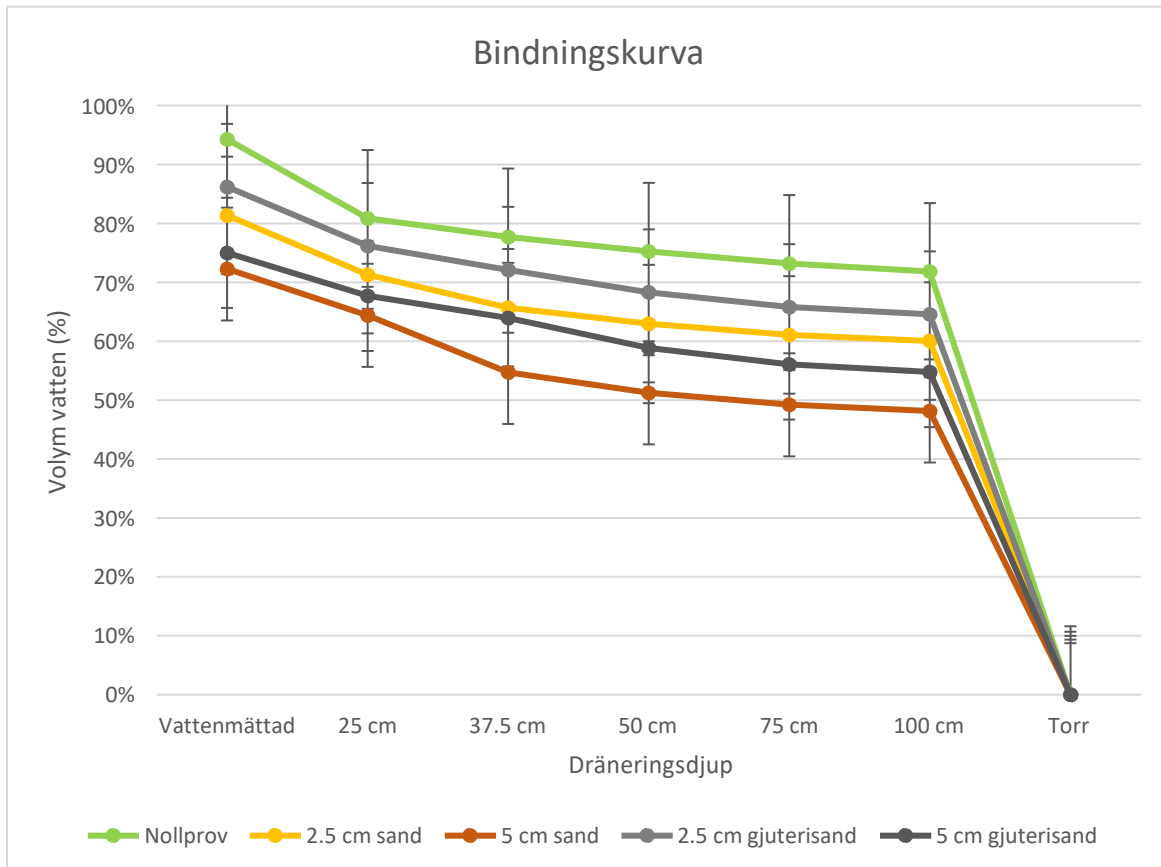
$$F = \left(\frac{pp_{CO_2}}{h} \right) \times \rho \times n \div R \div T \times V \times 0,001 / 0,0040715$$

Där F är flödet koldioxid (mg CO₂ m⁻² h⁻¹), ρ är atmosfärslufttrycket (101325 N m⁻²), n är gasens molekylvikt, R är allmänna gaskonstanten (J mol⁻¹K⁻¹), T är temperaturen i kelvin, V är luftens volym (m³) minus cylinderns volym, 0,001 är för att omvandla gram till milligram och 0,0040715 är för att omvandla till kvadratmeter.

Resultat

Bindningskurva

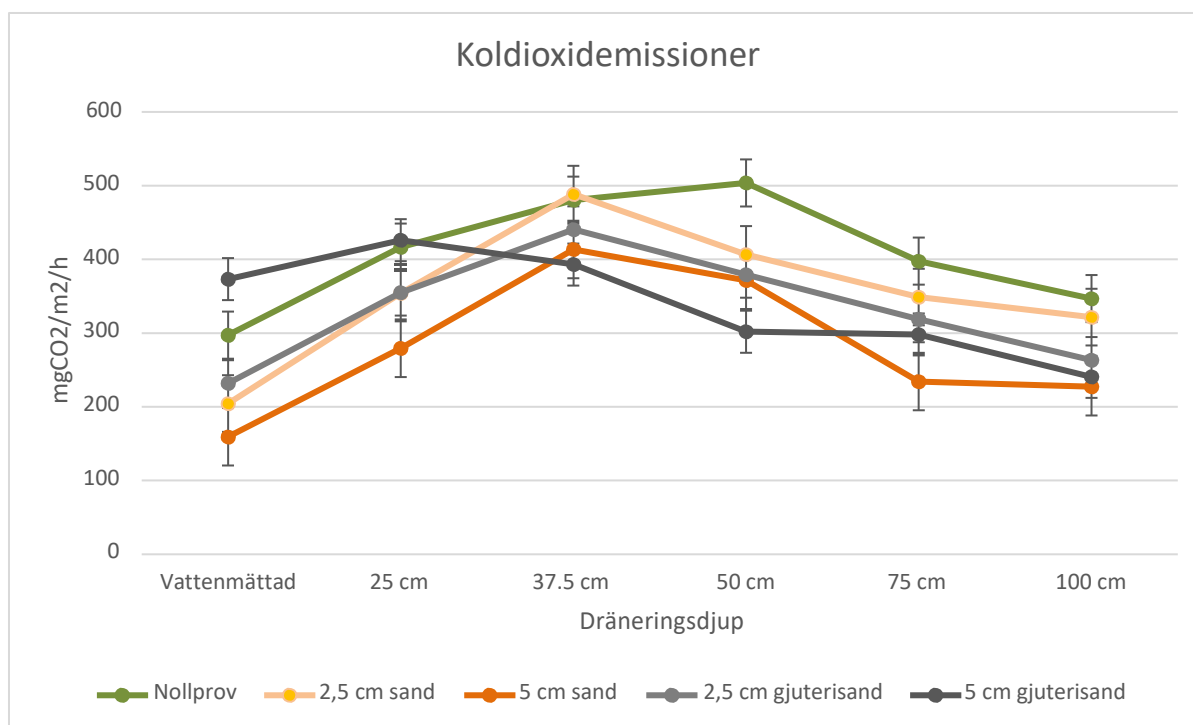
Bindningskurvan visar att den största procentuella vattenvolymen finns i jordproverna med endast torv. Vid jämförelse mellan sand och gjuterisand, 2,5- och 5 cm, var sand den inblandning som höll minst vattenvolym (Figur 5).



Figur 5: Bindningskurva över jordprovernas volym vatten (%) vid de olika dräneringsstegen. Staplarna visar varje leds medelfel.

Koldioxidemission

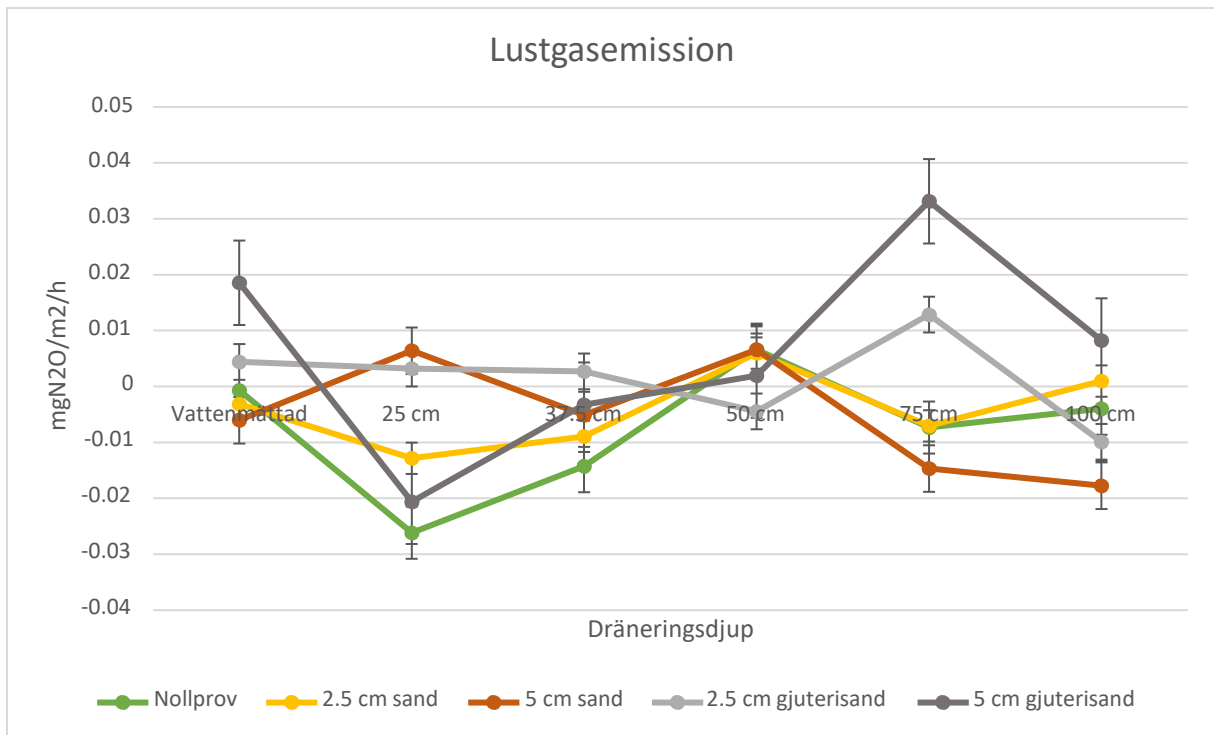
Resultatet för koldioxidemissionerna tyder på en maxpunkt för utsläpp mellan 37,5 cm och 50 cm dräneringsdjup (Figur 6). Undantag för inblandningen av gjuterisand 5 cm där maxpunkten kom vid 25 cm. Gjuterisandinblandningen till djupet 2,5 cm har, inräknat samtliga fyra värden, sin maxpunkt vid vattenmättnad. Maxpunktens totala genomsnittliga position är dock orsakad av ett extremvärde på $1398 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ i en av cylindrarna. Borträknat detta prov ligger medelvärdet på $232 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ vilket figur 6 visar. Originalvärdet skulle ligga på $524 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Denna justering gör att kurvan för gjuterisand 2,5 cm nu är mer lik övriga sandinblandningar.



Figur 6: Medelvärde av koldioxidemissioner i $\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ från de olika dräneringsdjupen för de olika leden. Staplarna visar varje leds medelfel.

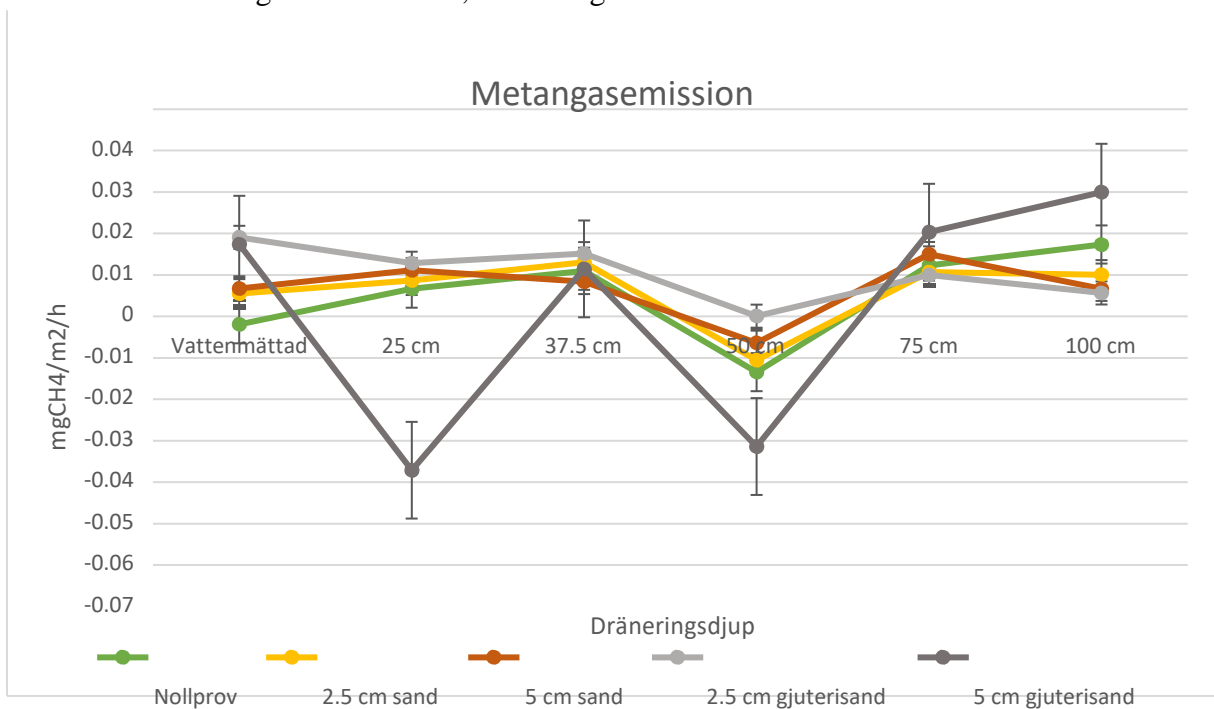
Lustgas och metangasemission

Lustgasemissionerna visade inte på någon tydlig trend (Figur 7). Koncentrationen i varje glasvial med lustgas var jämförbar med naturliga koncentrationen lustgas i luften och emissionerna var obetydliga. Enda undantaget är vid dräneringsdjup 75 cm. Där ser inblandning med gjuterisand ut att ha en ökande effekt på emissionerna jämfört med sanden där emissionerna är lägre eller obefintliga.



Figur 7: Medelvärde av lustgasemissioner i $\text{mg N}_2\text{O m}^{-2} \text{h}^{-1}$ från de olika dräneringsdjupen. Staplarna visar varje leds medelfel.

Metangasemissionerna visade på samma tendens som lustgasemissionerna (Figur 8). Koncentrationen metangas var liknande den naturliga koncentrationen i luften och emissionerna visade inga tydliga tendenser vid något av dräneringsdjupen. Överlag var emissionerna låga och nära noll; t.o.m. negativa.



Figur 8: Medelvärde av koldioxidemissioner i $\text{mg CH}_4 \text{m}^{-2} \text{h}^{-1}$ från de olika dräneringsdjupen. Staplarna visar varje leds medelfel.

pH-värde och elektrisk konduktivitet

För samtliga jordprover förutom ledet med 5 cm gjuterisand har pH-värdet minskat under tiden mätningarna genomförts (Tabell 1). Jordproverna med sänkt pH-värde har resulterat i en ökad elektrisk konduktivitet. För provet med 5 cm gjuterisand har motsatt effekt observerats.

Tabell 1: Mätning av elektrisk konduktivitet (EC) och pH-värde på de olika sandtillsättningarna. Mätningarna utfördes vid studiens start och slut

	EC start	EC slut	pH 2h start	pH 24h start	pH 2h slut	pH 24h slut
Nollprov	87.50	211.00	5.90	5.73	5.31	5.41
2,5 cm sand	57.90	146.00	6.01	5.87	5.71	5.67
5 cm sand	71.10	101.50	5.87	5.79	5.75	5.70
2,5 cm gjuterisand	188.25	226.50	6.43	6.29	6.32	6.25
5 cm gjuterisand	412.00	230.50	6.88	6.74	7.08	6.87

Kol/kväve-kvot

Totala mängden kol och kväve är jämförbar vid tillsättning av både 2,5 cm sand och 2,5 cm gjuterisand. Vid tillsättning av mer sand blev skillnaden märkbar. Andelen kol och kväve var båda markant lägre i 5 cm gjuterisand än i 5 cm sand (Tabell 2). Värdet för 5 cm sand är räknat på endast två prov eftersom det tredje provet visade på avvikande och uppenbart felaktiga siffror. Kol/kväve-kvoten var jämförbar mellan leden med undantag för leden med 5 cm sand och 5 cm gjuterisand där kvoten var högre.

Tabell 2: Genomsnittlig total mängd kol (Tot-C) och kväve (Tot-N) (%) vid de olika sandinblandningarna samt förhållandet mellan mängden kol och mängden kväve (C/N-kvot)

	Tot-C %	Tot-N %	C/N-kvot
Nollprov	43.30	3.11	13.91
2,5 cm sand	22.77	1.64	13.86
5 cm sand	17.79	1.04	17.04
2,5 cm gjuterisand	23.96	1.64	14.60
5 cm gjuterisand	11.57	0.65	17.89

Diskussion

Koldioxid

Koldioxidmätningarna relaterat vattenhalten visar tendenser till samma bågformade samband, som noterats i tidigare undersökningar där emissionerna först ökar för att sedan vid 75 cm minska i flödestakt (Norberg, 2017; Norberg et al, 2018). Vatteninnehållet i jorden visade sig ha stor inverkan för koldioxidutsläppen. Påverkan kan ses baserat på att alla prov hade liknande beteende och ett tydligt mönster i mängden utsläpp. Mönstret stämmer väl överens med resultat från tidigare undersökningar (Beyer *et al.* 2015). Vid dräneringsdjupen 37,5-50 cm hade samtliga prover sina största utsläpp med undantag för gjuterisand 5 cm. Detta beror troligtvis på att det är vid den dräneringsnivån tillgången på både vatten och syre är optimalt för mikroorganismerna i torven vilka kräver aeroba förhållanden för sin nedbrytning.

Inblandning av sand och gjuterisand påverkar också märkbart mängden utsläpp från jorden. De lägre emissionerna kan ha flera orsaker. För det första är det mindre mängd torv i de prover med sand och gjuterisand inblandat. Detta bör ha en betydande effekt eftersom sanden står för 15 % av totala volymen i inblandningen med 2,5 cm sand/gjuterisand och 30 % av totala volymen i inblandningen med 5 cm sand/gjuterisand. Med detta i åtanke bör utsläppen alltså redan där minska märkbart. Både sanden och gjuterisanden höjer dock pH-värdet i jorden vilket gynnar mikroorganismerna och påskyndar nedbrytningen och koldioxidutsläppen (Lindgren, 2017).

Lägst utsläpp utslaget över alla dräneringsdjup var för 5 cm sand. Utsläppen i nollproven var i samtliga fall förutom vid dräneringsdjup 37,5 cm mer än 30 % högre jämfört med 5 cm sand. Resultatet tyder på att sanden har en minskad effekt på torvens utsläpp. Även gjuterisand med 5 cm inblandning presterade lägre utsläpp än nollproven men var högre än 5 cm sand. Orsaken till detta skulle kunna vara att gjuterisand höjer pH-värdet mer än sanden gör och som nämnts ovan gynna levnadsmiljön för mikroorganismerna. Mer forskning och ett större kunnande om denna process krävs däremot för att med säkerhet kunna dra denna slutsats.

Lustgas- och metangas

Mätningen av lustgas och metangas gav inte något klart stöd för varken sand eller gjuterisand. De värden som uppmättes var i nivå med naturliga värden i luften. Emissionerna var låga men mätresultatet innebär inte att det inte kan finnas betydande utsläpp av dessa gaser. Det kan även vara på grund av något fel i mätningssmetoden. Koldioxid mättes även i dessa glasvialer och resultatet från mätningarna liknade inte resultaten från den andra metoden med endast koldioxidmätning.

Det bör dock tas med i beräkningen att mätning av lustgas och metangas skedde över en tidsperiod på 30 minuter medan koldioxidmätningen var klar efter endast 5 min. Det gör det svårt att göra en rättvis jämförelse mellan dessa två koldioxidmätningar. Andra möjligheter är att den mänskliga faktorn påverkade och hanteringen blev fel.

Kol/kväve-kvot

Bestämningarna av kol- och kväve gjordes med så pass små mängder jord att det var nödvändigt med flertalet upprepningar på samma sandinblandning. Upprepningarna gjordes

för att säkerställa att resultatet inte var beroende av att en slumpmässig klump sand skulle ge en felaktig bild av jordprovets kol/kväve-uppsättning. Det var på grund av en sådan situation ett av proven med 5 cm sand inblandat behövde strykas eftersom det var markant lägre kolinnehåll. De andra två upprepningarna var jämförbara och det var uppenbart en sandklump med i provet. I övrigt var proven tillräckligt lika varandra för att med säkerhet kunna presentera en trovärdig bild av hur jordblandningen var uppbyggd. Om möjligt så borde användning av större jordprover övervägas vid denna typ av mätning.

Slutsats

Torv är en svår jordart att studera eftersom den kan bete sig mycket olika beroende på sin kemiska sammansättning. Försöken i denna studie tyder på en minskande effekt på koldioxidutsläpp vid inblandning av både sand och gjuterisand, åtminstone i små cylindrar. Båda inblandningarna med 5 cm sand/gjuterisand visade på betydande skillnader från nollproven. Eftersom gjuterisanden presterade högre utsläpp än sanden kan det betyda att effekten åtminstone till viss del kan vara kemisk. Det höjda pH-värdet har potentiellt en betydande effekt på utsläppen. Här behövs fördjupade undersökningar för att dra en kvalificerad slutsats. Mer omfattande studier med statistiska tester mellan sand och gjuterisand behövs för att fastställa om skillnaden är signifikant eller bara en slump i det mindre urvalet i denna studie.

Referenser

- Berglund, Ö. & Berglund, K. (2008). *Odlad organogen jord i Sverige 2003 – Areal och grödfördelning uppskattad med hjälp av digitaliserade databaser*. Uppsala: SLU, Inst. för markvetenskap, avd. för hydroteknik. (Rapport; 7). ISSN 1653-6797
- Berglund, K. (2008). Torvmarken, en resurs i jordbruket igår, idag och även imorgon. I: Runefelt, L. (Ed.) *Svensk mosskultur – Odling, torvanvändning och landskapets förändring*. s. 484. Eskilstuna: Enheten för de Areella Näringarnas historia, KSLA. (Skogs- och Lantbrukshistoriska meddelanden 41)
- Berglund, K. & Berglund, Ö. (2016). *CO2 emissions from cultivated peat soil with sand addition, a CAOS project. I/In: 15th International Peat Congress, 15-19 August, 2016, Kuching, Malaysia*. Tillgänglig: <https://pub.epsilon.slu.se/14937/> [2018-03-29]
- Berglund, Ö. & Berglund, K. (2010). Distribution and cultivation intensity of agricultural peat and gyttja soils in Sweden and estimation of greenhouse gas emissions from cultivated peat soils. *Geoderma*, 154, 173–180.
- Berglund, Ö. & Berglund, K. (2011). Influence of water table level and soil properties on emissions of greenhouse gases from cultivated peat soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 43, 923–931
- Beyer, C., Liebersbach, H. & Höper, H. (2015). Multiyear greenhouse gas flux measurements on a temperate fen soil used for cropland or grassland. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 178, 99–111.
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I., Simonsson, M., (2011). *Marklära*. 1:1 uppl. Lund. Studentlitteratur AB.
- Jönsson, R., Krona J., Persson M., Ryd E., Svanberg N., Söderberg P. (2014). *Påverkan på bärighet hos torvjord vid inblandning av gjuterisand samt effekt på koldioxidemission ur marken*. Uppsala universitet. Miljö- och vattenteknikprogrammet.
- Leiber-Sauheitl, K., Fuß, R., Voigt, C., Freibauer, A. (2014). High CO2 fluxes from grassland on histic Gleysol along soil carbon and drainage gradients. *Biogeosciences: Katlenburg-Lindau* Vol. 11, Iss. 3, (2014)
- Lindgren, A. (2017). *Mineralinblandning i torv och dess påverkan på koldioxidutsläpp*. Sveriges lantbruksuniversitet. Agronomprogrammet – mark/växt (Kandidatarbete 2017:13)
- Lindsay, B. J., Logan, T. J. (2005). Agricultural Reuse of Foundry Sand. *Journal of Residuals and Science & Technology*, Vol. 2, No. 1 January 2005.
- Norberg, L. (2017). *Greenhouse Gas Emissions from Cultivated Organic Soils*. Diss. Uppsala: Sveriges Lanbruksuniversitet.
- Norberg, L., Berglund, Ö., Berglund, K. (2018). Impact of drainage and soil properties on carbon dioxide emissions from intact cores of cultivated peat soils. *Mires and Peat*, Volume 21 (2018), Article 03, 1–14.
- Pahkakangas, S., Berglund, Ö., Lundblad, M. & Karlton, E. (2016). *Land Use on Organic Soils in Sweden - a Survey on the Land Use of Organic Soils Within Agriculture and Forest Lands During 1983–2014*. Report 21, Department of Soil and Environment, Uppsala, 37 pp.

- Regeringskansliet. (2018). *Övergripande mål och svenska mål inom Europa 2020*.
Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/sverige-i-eu/europa-2020-strategin/overgripande-mal-och-sveriges-nationella-mal/> [2018-05-06]
- Renger, M., Wessolek, G., Schwarzel, K., Sauerbrey, R. & Siewert, C. (2002). Aspects of peat conservation and water management. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde*, 165, 487– 493.
- Tiemeyer, B., Pfaffner, N., Frank, S., Kaiser, K. (2017). Pore water velocity and ionic strength effects on DOC release from peat-sand mixtures: Results from laboratory and field experiments. *Geoderma* Volume 296, 15 June 2017, Pages 86-97
- Zhang, H., Wang, Y., Wang, J., Huang, T., Xiong, Y. (2013). Environmental toxicity of waste foundry sand. *Huan Jing ke Xue Huanjing Kexue*. 01 Mar 2013, 34(3):1174-1180
- Zhang, H., Su, L., Li, X., Zuo, J., Liu, G., Wang, Y. (2014). Evaluation of soil microbial toxicity of waste foundry sand for soil-related reuse. *Front. Environmenal Science Eng*. 2014, 8(1): 89–98