



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö

Mineralinblandning i torv och dess påverkan på koldioxidutsläpp

Mineral admixture in peat and its impact on carbon dioxide emissions

Anna Lindgren



Kandidatuppsats i biologi
Agronomprogrammet – mark/växt

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU
2017:13

Uppsala 2017

Mineralinblandning i torv och dess påverkan på koldioxidutsläpp

Mineral admixture in peat and its impact on carbon dioxide emissions

Anna Lindgren

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

Biträdande handledare: Kerstin Berglund, 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 biologi - kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronomprogrammet – mark/växt 270 hp

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Torvborr med torv från Broddbo. Foto författaren, 2016.

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delnummer i serien: 2017:13

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

Nyckelord: sand, vattenhalt, torvdjup, organogena jordar, miljöpåverkan

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Sammanfattning

Sveriges torvjordar är högproduktiva jordar om de dikas och sköts med omsorg. Stora problem med bland annat bärighet och ständig omdikning har gjort att de idag anses vara mindre attraktiva för lantbrukare. Vetskapen om att torvjordar och andra organogena jordar också bidrar till utsläpp av växthusgaser har startat diskussioner om organogena jordar bör fortsätta odlas, eller läggas i träda. Enligt Sveriges nationella klimatmål skall mängden utsläpp av växthusgaser minska 17 % till 2020 jämfört med 2005. De organogena jordarna står för ca 10 % av det svenska lantbrukets CO₂ – emissioner (Eriksson 1991 se Berglund, Ö. & Berglund, K. 2010 s. 4). Möjligheter att minska CO₂ – emissioner från organogena jordar är idag få men behöver undersökas.

Den här uppsatsens syfte är att undersöka om sandinblandning har förmåga att minska CO₂ – emissioner från organogena jordar. Torvdjupet har också undersökts för att ta reda på om det kan ha inverkan på utsläpp. Jordcylindrar hämtades från försöksplatsen Broddbo, Björklinge. Där fanns parceller utan sand, med 2,5 cm sand och med 5 cm sand som frästs ned i de övre 20 cm. Försöket genomfördes på labb där vattenhalt och koldioxidavgång mättes.

Resultatet av mätningarna var att de cylindrar från cellerna med mest sand hade lägre CO₂ – emissioner. Vattenhalten sjönk efter tid då torven torkade. Dock kunde ingen skillnad i vattenhalt uppmätas mellan de olika leden. CO₂ – emissionen i torven sjönk inte i samma hastighet som vattenhalten. CO₂ – emissionen ökade när vattenhalten sjönk i början, för att sedan sjunka när vattenhalten närmade sig 50 %. Att koldioxidemissionen först ökar och sedan sjunker beror troligtvis på ökad syretillgång till mikroorganismerna i porerna.

Nyckelord: sand, vattenhalt, torvdjup, organogena jordar, miljöpåverkan

Abstract

Swedish peat soils are highly productive provided they're drained and handled with care. However, the peat soils' lack of buoyancy and their need for constant draining have resulted in them being viewed as less attractive by farmers. The evidence that organic soils also contribute to emission of greenhouse gases (GHG) has sparked discussions about whether organic soils should continue to be cultivated or fallowed. Sweden's national climate goals include reducing the emission of GHG 17% from 2005 to 2020. Emissions from organic soils account for approximately 10% of the total CO₂ – emissions from Swedish agricultural activities (Eriksson 1991 see Berglund, Ö. & Berglund, K. 2010 s. 4). As of today, there are no known techniques for reducing CO₂ - emissions from peat soils. However, further research on the topic is needed.

This essay examines if blending sand into peat soils results in reduced CO₂ - emissions. Furthermore, the effect of peat soil depth on emissions has also been examined. Soil cylinders were taken from the field site Broddbo, Björklinge. At the field site, cells with different amounts of mineral admixture were placed. There were parcels without sand, parcels with 2.5 cm sand and parcels with 5 cm sand. The sand was rotary cultivated down into the upper 20 cm of the soil. The experiment was conducted in a lab where the water content and carbon dioxide emissions were measured.

The results of the experiment were that the cylinders from the cells with 5 cm sand produced lower CO₂ - emissions. The water content decreased with time when the peat dried. However, no difference in water content could be measured between the different treatments. CO₂ - emissions from the peat soil did not decrease at the same rate as the water content. CO₂ - emissions increased when the water content declined initially, then decreased when the water content approached 50%. The reason for the initial increase and eventual decrease in CO₂ emissions is likely a result of increased oxygen supply to the microorganisms in the pores.

Keywords: sand, water content, peat depth, organic soils, environmental impact

Innehållsförteckning

Figurförteckning	5
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Mineralinblandning	8
1.3 Bältinge mossar	8
1.4 Torvdjup	9
1.5 Syfte	9
2 Material och metoder	10
2.1 Jordprov och CO ₂ emission	10
2.2 Vattenhalt	12
2.3 Torvdjup	12
2.4 Uträkningar	12
3 Resultat	13
3.1 CO ₂ emission	13
3.2 Vattenhalt	14
3.3 Torvdjup	14
4 Diskussion	16
5 Slutsats	17
Referenslista	18
Referenser	18

Figurförteckning

Figur 1. Försökskarta.	11
Figur 2. Koldioxidemission från de olika cylindrarna med standardavvikelse.	13
Figur 3. Vattenhalt i % med standardavvikelse.	14
Figur 4. Karta över torvdjupet. (Karta: Örjan Berglund, SLU.)	15

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Av Sveriges totala landareal är 15 % klassad som torvmark. För att en jord skall klassas som torvjord krävs ett organogent jordlager på 30 cm (Fredriksson 1996 s 137, 256). Under 1800-talets senare del dikades mycket av denna areal torvmark för att förse Sveriges ökade behov av spannmålsproduktion (Berglund, K. 2008 s. 484). Den högsta uppodlade arealen noterades under 1940-talet och uppskattades då vara kring 705 000 ha, ca 20 % av den totala åkerarealen i landet (Hjertstedt 1946 s. 256). 2003 genomfördes en omfattande kartläggning av den organogena åkerarealen i Sverige. Den uppskattades då till 301 487 ha odlad torvareal, ca 8,7 % av den totala odlade åkerarealen i Sverige (Berglund, Ö. & Berglund, K. 2008).

De organogena jordarna i Sverige bildades efter den sista istiden då Litorinahavet sakta började krympa. Gyttja bildades då organiskt material och små organismer som plankton ansamlades på botten i större utsträckning än vad som förmultnade. Torven bildades efter gyttjan, när det fria vattnet minskar. Olika arter av främst mossor och gräs ackumuleras men bryts ej ned på grund av det kalla klimatet och bristen på syre. Beroende på vilket geografiskt läge våtmarken bildats på och vilka arter torven består av, får torvjorden olika egenskaper. Det finns därför ett stort antal olika torvjordar i Sverige (Mc Afee, M. 1985).

Vid dikning och uppodling av torvjord sker i huvudsak 4 olika processer. När grundvattenytan sänks kommer det mekaniska stödet som vattnet ger att försvinna för jorden ovanför grundvattenytan, det gör att jorden kommer att sätta sig. Vid dikning sker också en konsolidering av jordlager under grundvattenytan. Jorden kommer i första skedet att hålla vattnet kapillärt, och trycket på jorden under grundvattenytan ökar. När vattnet sedan minskar i jordlagret kommer det att krympa på grund av uttorkning och nedbrytning av det organiska materialet. Alltså sker en ytsänkning, också kallad bortodling, vid dikning och odling av organogena jordar (Berglund, K. 1989). Vid odling kan gödning och markbearbetning gynna mikroorganismer och därmed öka den mikrobiella nedbrytningen. En konsekvens av mikrobiell nedbrytning är mikrobernas respiration som resulterar i CO₂ - utsläpp (Maljanen et al. 2004). Enligt Sveriges nationella klimatmål skall mängden utsläpp av växthusgaser minska 17 % till 2020 jämfört med 2005 (Miljörådet, 2016). De organogena jordarna står för ca 10 % av det svenska lantbrukets CO₂ - emissioner (Eriksson 1991 se Berglund, Ö. & Berglund, K. 2010 s. 4), och åtgärder behövs för att det svenska lantbruket skall komma att klara de nationella klimatmålen.

1.2 Sandinblandning

Det stora problemet med odling av torvjordar är ofta bärighet. De jordprover som undersöks i detta arbete är tagna i försöksblock med sandinblandning. Sandinblandning, eller mineraljord, förbättrar torvjordens fysikaliska egenskaper. Sand gör att torven blir tyngre, och därmed fastare vilket förenklar överfarter med jordbruksmaskiner. Bärigheten förbättras alltså. Sanden skapar också ett tryck på torvjorden. Det gör att torvjordens vattenledande förmåga ökar. Vatten leds alltså bort i en större hastighet (Osvald, H. 1937). Värmeledningsförmågan för torv varierar beroende på vattenhalt. En torvjord innehållande *sphagnum* har en värmeledningsförmåga på $0,5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ vid vattenmättnad, och $0,05 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ när torven är luft torr (Heiskanen, J. 2000). Sand har en värmeledningsförmåga på $0,58 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ vid torrt tillstånd, och upp $1,94 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ vid tillsats av vatten (Abu-Hamdeh, NH., Reeder, RC. 2000). Vatten och luft har $0,6 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ respektive $0,026 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (Björck et al. 2008). Sanden gör alltså att värmeledningsförmågan ökar. Att minska vattenhalten och öka den värmeledande förmågan gör att jorden torkar upp snabbare och blir varm snabbare på våren. Sanden gör att värmekapaciteten minskar och det går därför åt en mindre värmemängd för att värma upp jorden.

Sanden luckrar även strukturen, vilket gör det till en mer trivsamt miljö för kulturväxter. Genom att strukturen blir mer lucker ökar också syresättningen i jorden vilket mikroorganismerna trivs med (Osvald, H. 1937).

1.3 Bälinge mossar

Bälinge mossar är ett område på 16 km^2 i närheten av Björklinge, 2,5 mil NV om Uppsala. Området domineras av kärrtorv, men det finns även områden med mossar. Bälinge mossar började dikas ut i början av 1900-talet efter ett mödosamt arbete att få ett godkännande från alla markägare. Under 1900-talets första hälft odlades marken i de flesta områdena, men odlingen avtog sedan under andra hälften av 1900-talet på grund av att dräneringen försämrades i och med ytsänkningen. Nya försök att samla markägarna för att förbättra diken och dränering gjordes, men lyckades inte. En del markägare valde att satsa på ny dränering och dikning, och därför odlas en del mark än idag (Berglund, K. 2008). I Broddbo, beläget i området Bälinge mossar, finns ett försöksfält där SLU har försöksparceller. På försöksfältet finns parceller där sand blandats in i olika mängder för att se hur det påverkar koldioxid-emissionerna och vattenhalten i jorden. Sanden har blandats in i matjorden i ett 20 cm skikt från markytan.

1.4 Torvdjup

Torvdjup har betydelse för utsläpp eftersom det säger hur mycket kol som är bundet i marken. Ett mäktigt torvlager kommer att bidra till koldioxidutsläpp under en längre tid och större volymer än ett torvlager på 10 cm eftersom det rymmer mer inlagrat kol. Men även kvaliteten genom torven påverkar utsläppet. Vilken slags torv (torvslaget) det är, vilket dräneringsdjup samt odlingsintensiteten styr främst nedbrytningen (Kasimir-Klemedtsson, Å et al. 1997).

1.5 Syfte

Försökets syfte var att klargöra betydelsen av sandinblandning i torv för koldioxidemissioner och därmed torvens nedbrytning. För att avgöra variationer inom fältet med avseende på torvdjup så gjordes även mätningar på torvdjupet.

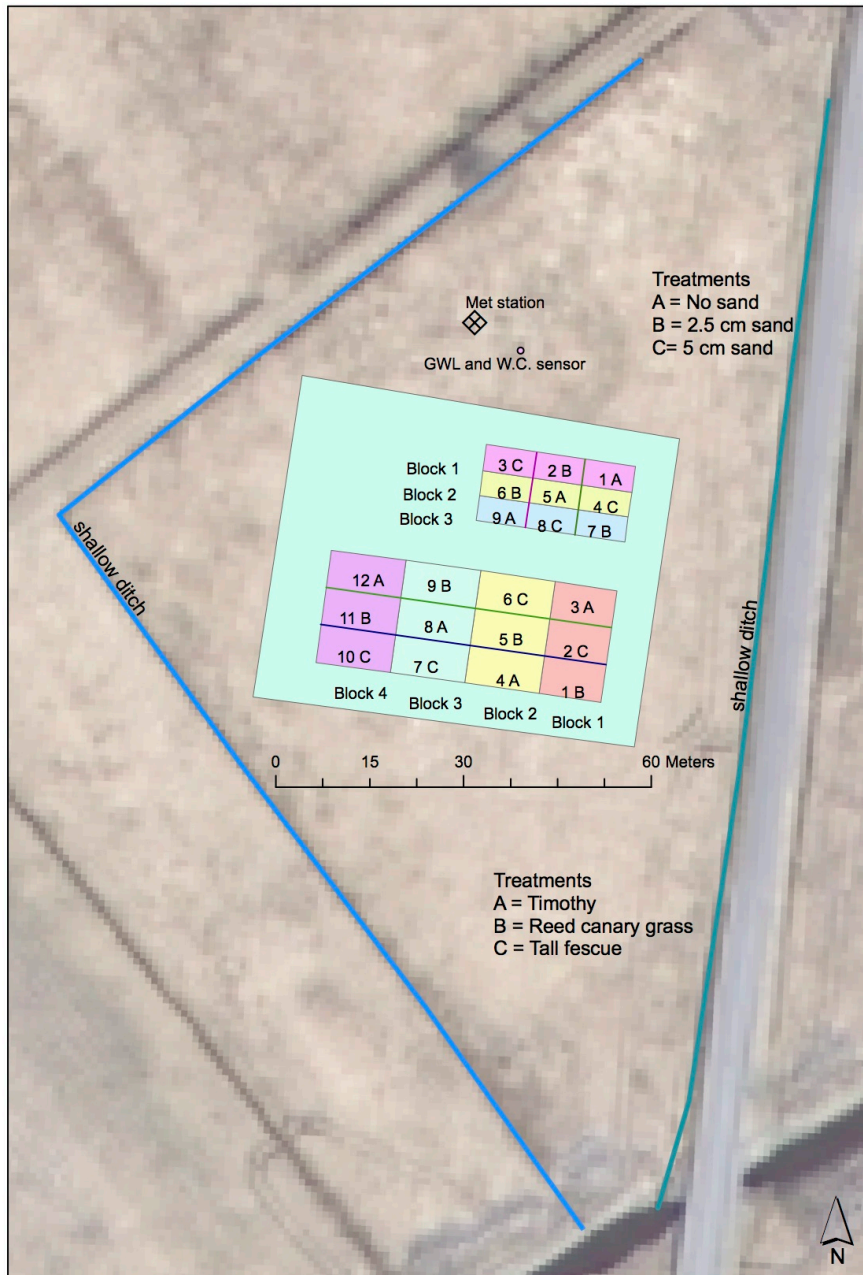
2 Material och metoder

2.1 Jordprov och CO₂ emission

Jordcylindrar togs från 3 olika försöksled i block 1 i det nordligt belägna försöket (Figur 1).

3 stycken PVC-cylindrar (18 cm höga och 17 cm i diameter) togs från varje led. Provtagsplatsen i rutan var ca 1 m in från fältkanten. Cylindrarna slogs ned i marken med hjälp av slägga och grävdes upp för att bibehålla jordens struktur och fysikaliska egenskaper. Lock sattes på botten och toppen av cylindern. Överflödigt jord på toppen av cylindern skars bort med kniv för att få jämn yta och för att kunna sätta på locket.

Cylindrarna ställdes sedan inomhus på laboratorium där mätningarna skulle genomföras. Locken togs av för att jorden skulle börja torka. Mätningarna av CO₂ emissionen genomfördes med en Vaisala GMP-343 CO₂ analysator och en mörk kammare (lock) som placerades ovanpå cylindern.



Figur 1. Parcellutlägg med olika sandinblandning över fältet Broddbo.

2.2 Vattenhalt

Vid varje tillfälle som CO₂ mätningarna utförde mättes även vattenhalten i cylinderna. Vattenhalten mättes genom att använda en WET-sensor från Delta-T som visade volymetrisk vattenhalt i procent. 3 upprepade mätningar genomfördes på olika platser i varje cylinder. Medelvärdet av de tre upprepade mätningarna i varje cylinder räknades ut och redovisas i figur 3.

2.3 Torvdjup

Torvdjupet mättes med en torvborr på 12 punkter spridda över fältet. Torvdjupet mättes från ytan där svålen (förmån av gräs) togs bort och ned till gyttjan som fanns under torven. De 12 olika punkterna positionerades med en GPS för att kunna göra en GIS-karta och torvdjupet interpolerades med IDW (Figur 4) (inverse distance weighted interpolation).

2.4 Uträkningar

Utifrån mätningar av koldioxid pottades koldioxidkoncentrationen mot tiden. På så sätt kunde emissionen räknas ut genom linjär regression och formeln:

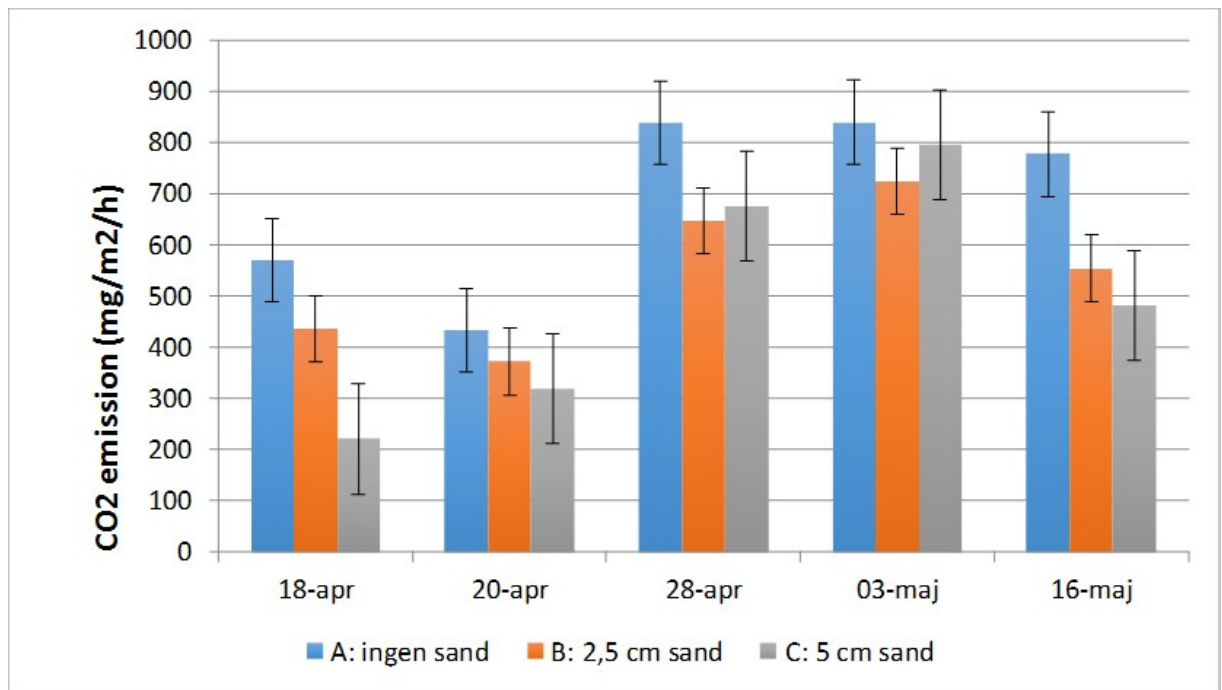
$$F = \rho \times V / A \times \Delta c / \Delta t \times 273 / (T + 273)$$

där F är flödet (mg m⁻² h⁻¹), ρ densiteten av gasen (mg m⁻³), V volymen av cylindern (m³), A är bottenarean av cylindern (m²), $\Delta c / \Delta t$ genomsnitt av skillnaden i koncentration med tiden (ppmv h⁻¹) och T är temperaturen i cylindern (°C)(Berglund, Ö., 2011).

3 Resultat

3.1 CO₂ emission

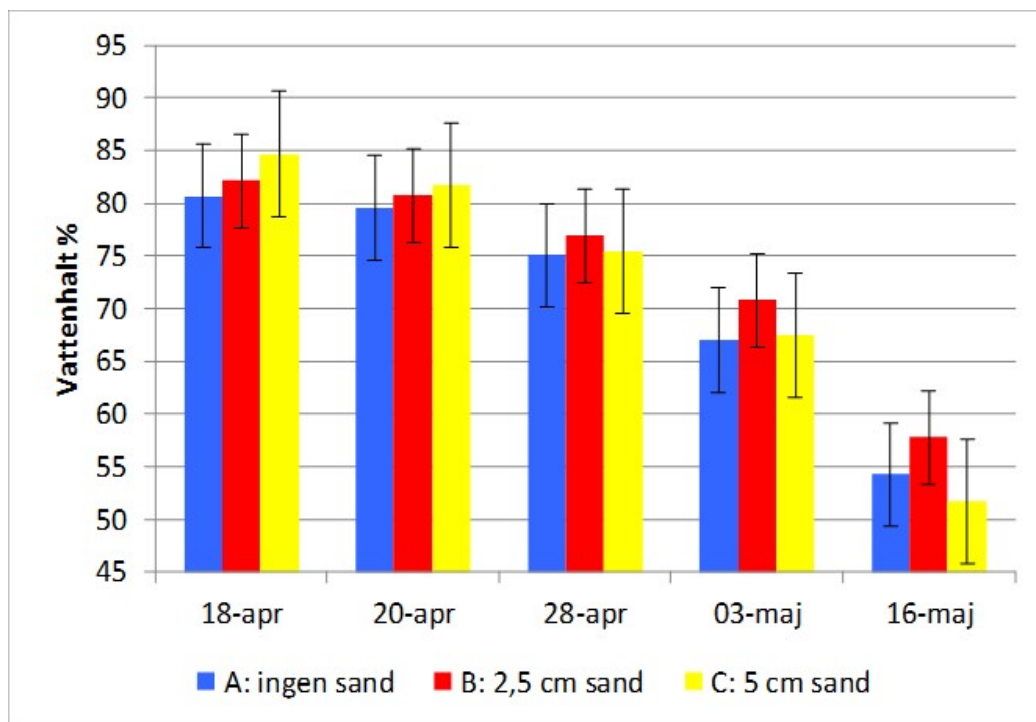
Emissionerna är olika för behandlingarna (Figur 2). Det obehandlade ledet (A) har högst utsläpp. De två andra leden B och C har lägre.



Figur 2. Koldioxidemission från de olika behandlingarna. Standardavvikelsen visas med felstaplar.

3.2 Vattenhalt

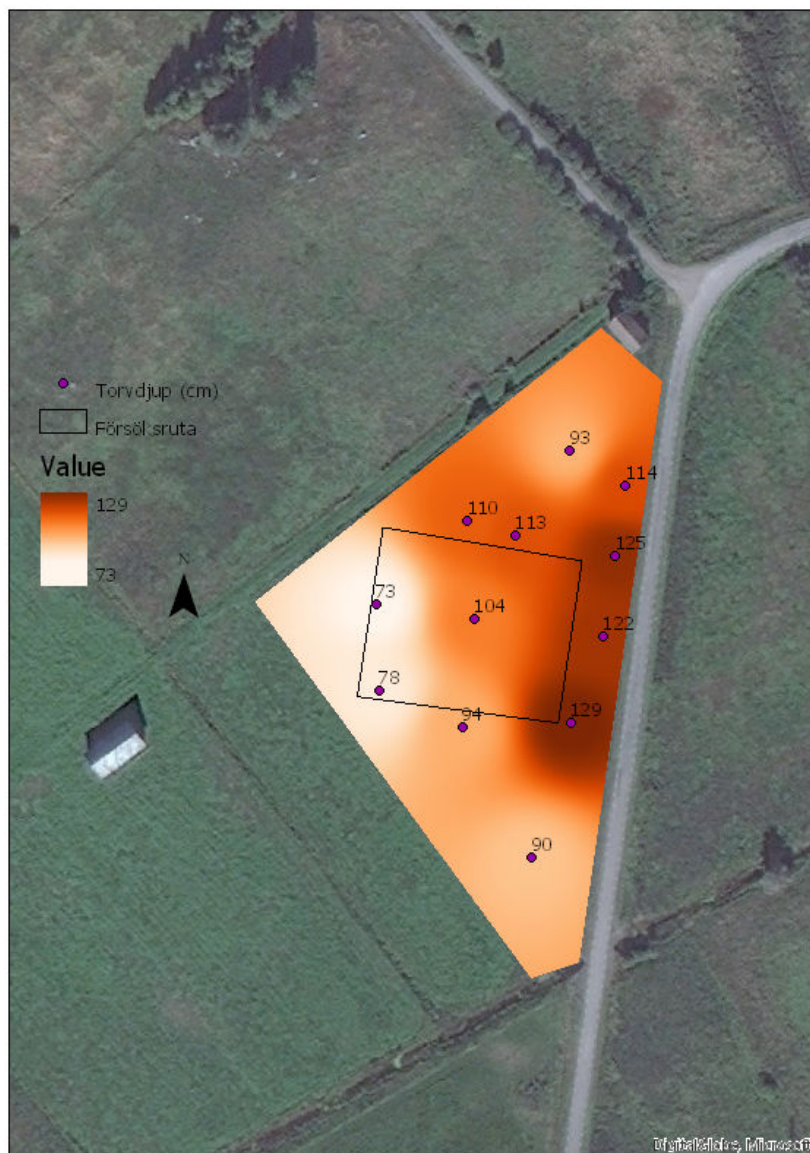
Vattenhalten har under försökets gång minskat. Skillnaden mellan behandlingarna och cylindrarna med samma behandling är dock varierande och inga signifikanta skillnader finns mellan behandlingarna.



Figur 3. Vattenhalt i vol-% med standardavvikelsen inom felstaplarna.

3.3 Torvdjup

Torvdjupet varierade över försöksytan. Inomfältvariation förekom vid mätning av torvdjupet, vilket ses utifrån GIS-kartan (Figur 4). Störst mäktighet på torvlagret finns vid den östra delen av fältet. Fler punkter skulle ge ett mer exakt resultat, men kräver då en maskins hjälp vid provtagningen på grund av mäktigheten.



Figur 4. Karta över torvdjupet interpolerat med IDW (Karta: Örjan Berglund, SLU).

4 Diskussion

En torvjords vattenhalt har inverkan på CO₂-emissioner, men den största inverkan på emissionerna har jordens fysikaliska egenskaper genom profilen (Berglund, Ö., Berglund, K). Sandinblandningen kan ha en effekt på CO₂-emissioner genom dess strukturförbättrande effekt och förändrade vattenhållande egenskaper. Enligt studier som genomförts i Finland på två olika torvjordar med olika sandinblandningar och torvdjup ökar koldioxidemissionerna vid sandinblandning (Maljanen, M et. al). Det kan förklaras genom att sandinblandning höjer pH och höjer näringsstatus i torven. Det ger mikroberna en förbättrad levnadsmiljö och nedbrytningen sker då alltså med en högre hastighet (Kasimir-Klemedtsson, Å et al.). De mätningar som jag genomfört i denna rapport visar på den motsatta effekten, att sandinblandning kan ha en reducerande effekt. Anledningen till att jag har fått en reduktion i koldioxidemission kan bero på att andelen torv minskar i och med sandinblandning. Koncentrationen organiskt material minskar och därmed minskar också nedbrytningen av organiskt material.

Standardavvikelsen som kan ses med hjälp av felstaplarna i figur 2 är stor och fler mätningar skulle behövas för att påvisa att det finns en signifikant skillnad.

Koldioxidemissionen är som störst i mätningarna för 28/4 och 3/5. Möjligtvis kan detta vara biologiskt optimum för mikroorganismer. Annorlunda typer av mätningar skulle behövas för att konstatera detta, exempelvis att undersöka vilka mikroorganismer som förekommer i jordprovet.

En anledning till att koldioxidemissionerna ökar med tiden när vattenhalten sjunker kan vara att bakterierna är aeroba, de kräver syre för att kunna leva med full kapacitet. När vattenhalten sjunker exponeras mer torv utav luft och aeroba bakterier vaknar till liv. När torven i cylindrarna torkar kan även sprickor uppstå och öka porositeten i jorden. Små skillnader syns i figur (3), men vid mätningar så kunde stora variationer uppstå. Även inom samma cylinder så kunde variansen vara stor. Variansen inom samma cylinder kan bero utav att mossklumpar eller dylikt växtmaterial som var betydligt blötare/torrare träffades av proben vid mätning. En orsak till att de sandinblandade jordcylindrarna inte hade lägre vattenhalt kan bero på att de var blötare vid start. Den mest troliga orsaken kan dock vara att vattenhaltsmätaren inte var rätt kalibrerad för en blandning av torv och sand. Detta kan ha gett missvisande data. Om cylindrar med ett djupare mått hade använts, eller om provtagning skett i andra skikt på försöksplatsen, hade annat resultat kunnat nås. Det eftersom sanden endast var inblandad i de översta 20 cm i jorden. Enligt figur 4 finns en variation mellan 73 och 129 cm i torvmäktigheten. Alltså påverkas inte hela profilen.

5 Slutsats

Torvdjupet varierar mellan 73 och 129 cm. Även om sand blandas in i de övre 20 cm så kommer inte sanden att påverka hela profilen. Sandinblandning i torvjord höjer inte CO₂-emissionerna i detta försök, utan förefaller snarare att minska emissionerna. Fler försök krävs för att bevisa detta, då variationen var stor i mätningarna. Om samma mätningar genomförts på horisonten under 20 cm hade troligtvis andra resultat uppnåtts eftersom sandinblandning enbart skett i de övre 20 centimetrarna. Vattenhalten i de cylindrar som innehöll mineral i form av sand hade inte en lägre vattenhalt. Det kan bero på att vattenhaltsmätaren inte var kalibrerad för torvjord med sandinblandning. I framtiden bör vattenhaltsmätare kalibrerad för torvjord med sandinblandning användas för att få bättre data.

Referenslista

Referenser

- Abu-Hamdeh, NH., Reeder, RC. (2000). *Soil thermal conductivity: Effects of density, moisture, salt concentration and organic matter*. Soil science society of America journal, vol. 64 (4) s. 1285-1290. Tillgänglig: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/64/4/1285> [2016-09-21].
- 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. (1989). *Ytsänkning på mosstorvjord*. Uppsala: SLU, Inst. för Markvetenskap, avd. för hydroteknik. (Avdelningsmeddelande; 89:3). Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/5122/1/berglund_k_100915.pdf
- 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 <http://pub.epsilon.slu.se/3197/1/rapport7.pdf>
- Berglund, Ö. & Berglund, K. (2010). *Inomfältvariation i markegenskaper och koldioxidavgång – Pilotprojekt på odlad torvjord*. Uppsala: SLU, Inst. för Markvetenskap, avd. för hydroteknik. (Rapport; 14). ISSN 1653-6797 http://pub.epsilon.slu.se/4529/1/Berglund_o_et_al_100210.pdf
- 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*, vol. 43 (5), s. 923-931. Tillgänglig: [2016-05-16].
- Björck, L., Brolin, H., Pilström, H., Alphonse, R. (2008). *Formler och tabeller*. Stockholm: Natur och kultur.
- Fredriksson, D., ”Peat resources in Sweden”, i E. Lappalainen (red), *Global Peat Resources*, Jyskä 359 s. + 7 bilagor.
- Kasimir-Klmedtsson, Å., Nilsson, M., Sundh, I. & Svensson, Bo. (2000). *Växthusgasflöden från myrar och organogena jordar*. Naturvårdsverket. Rapport nr 5132. 54 s.
- Kasimir-Klmedtsson, Å., Berglund, K., Martikainen, P., Silvola, J., Oenema, O. (1997). *Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review*. Soil use and management, vol. 13 s. 245-250. Tillgänglig: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00595.x/epdf> [2016-09-20]
- Heiskanen, J. (2000) Thermal conductivity of low decomposed Sphagnum peat used as growth medium. *Suo* (Helsinki), vol. 51 (1), s. 11-14. Tillgänglig: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=General-Search&qid=3&SID=N1mDP6nDbhD7uCTWveD&page=1&doc=3 [2016-09-21]
- Hjertstedt, H., De organogena odlingsjordarnas beskaffenhet i olika län med avseende på torvslag, förmultningsgrad och reaktion samt innehåll av kalk och kväve, kali och fosforsyra organisk substans, seskvioxider och svavelsyra, *Svenska Vall och Mosskulturföreningens Kvartalsskrift*, s 255-277.
- Maljanen, M., Komulainen, V.-M., Hytönen, J., Martikainen, P.J. & Laine, J. (2004). Carbon dioxide, nitrous oxide and methane dynamics in boreal organic agricultural soils with different soil

- characteristics. *Soil Biology & Biochemistry*, vol. 36 (11), s. 1801-1808. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071704002123> [2016-03-29].
- Mc Afee, M. (1985). The rise and fall of Bälunge Mossar. Institutionen för markvetenskap. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. (Rapport; Institutionen för markvetenskap. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik). http://pub.epsilon.slu.se/3721/1/mcafee_m_090506.pdf
- Miljörådet. (2016). *Utsläpp av växthusgaser till år 2020*. Tillgänglig: <https://www.miljomal.se/sv/etappmalen/Begransad-klimatpaverkan/Utslapp-av-vaxthusgaser-till-ar-2020/> [2017-02-22]
- Osvald, H. (1937). *Myrar och myrodling*. Stockholm: Kooperativa förbundets bokförlag.