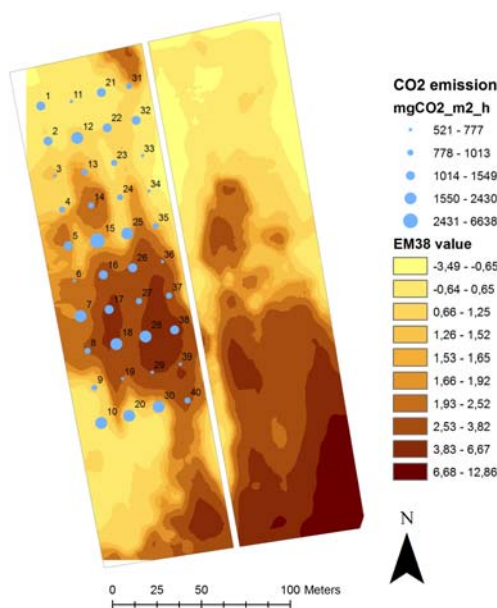


# Inomfältsvariation i markegenskaper och koldioxidavgång Pilotprojekt på odlad torvjord

Örjan Berglund och Kerstin Berglund



---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för mark och miljö  
Hydroteknik

Rapport 14  
Report

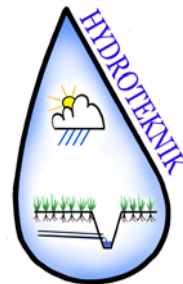
Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil and Environment  
Hydrotechnics

Uppsala 2010

---

Denna serie rapporter utges av Hydroteknik, Institutionen för mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien publiceras endast elektroniskt och är en fortsättning på serien Rapporter (ISSN 1653-6797) utgiven åren 2006-2009.

This series of Reports is published by Hydrotechnics, Department of Soil and Environment, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The reports are only published electronically and are a continuation of the former Reports (ISSN 1653-6797).



# Inomfältsvariation i markegenskaper och koldioxidavgång Pilotprojekt på odlad torvjord

**Örjan Berglund och Kerstin Berglund**

---

**Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för mark och miljö  
Hydroteknik**

**Rapport 14  
Report**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil and Environment  
Hydrotechnics**

**Uppsala 2010**

---



# Innehåll

Bakgrund.....	4
Problemställning.....	4
Material och metoder.....	5
Resultat.....	5
Hösten 2008.....	5
Våren 2009.....	10
Slutsatser.....	12
Referenser.....	13
BILAGA 1.....	14
BILAGA 2.....	15

## Bakgrund

I naturligt tillstånd sker en anhopning av organiskt material i våra torvmarker vilket gör att de binder stora mängder kol. Hastigheten varierar mellan 5 och 50 g C/m<sup>2</sup> och år. Vid dränering och uppodling av en torvmark ökar genomluftningen av jorden, vilket i sin tur medför att det organogena materialet bryts ned snabbare än om marken lämnats orörd. Vid nedbrytningen av det organogena materialet frigörs växthusgaser som t.ex. CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O och CH<sub>4</sub> (Kasimir-Klemedtsson et al., 1997). CO<sub>2</sub> emissionerna dominerar vid god syretillgång medan CH<sub>4</sub> främst avges under anaeroba förhållanden. De organogena jordarna (8 % av all odlad jord) dominerar växthusgasemissionerna från odlad jord i Sverige. Växthusgasförlusterna från dessa jordar bidrar med så mycket som 10 % (Eriksson, 1991) av de totala antropogena utsläppen (där fossila bränslen står för huvuddelen) och påverkar i hög grad jordbrukssektorns bidrag av växthusgaser. Idag baseras dessa uppskattningar på osäkra uppgifter både avseende arealen organogen jord och jordarnas växthusgasbidrag per ytenhet (Berglund, 1996; Berglund och Berglund, 2008). Gasemissionsmätningar från odlad mark sker ofta på ett fåtal punkter per fält eller genom integration över ett större område med mikrometeorologiska metoder (Campbell et al., 2004), vilket ger en stor osäkerhet i uppskattningen av gasavgången. En lysimeterundersökning som genomfördes 2002-2005 visade på stora variationer i CO<sub>2</sub> emission mellan olika platser, torvtyper och dräneringsdjup (Berglund et al., 2007), samtidigt som fältförsök under samma period visade på mycket stor rumslig variation inom samma fält. Detta kan bero på att de organogena jordarna uppvisar mycket stor spatial variation i fysikaliska och kemiska egenskaper, ofta större än på mineraljordarna. Ett sätt att skaffa sig information om denna variation är genom att mäta den elektriska konduktiviteten i marken med en EM38 (Geonics Ltd, Mississauga, Ontario, Kanada), vilken är känslig för skillnader i halten organiskt material och den vattenhållande kapaciteten (Delin och Berglund, 2005). Ett annat sätt att uppskatta vattenhaltsvariationen är att mäta den naturliga gammastrålningen från <sup>40</sup>K, som avges från berggrund/mineraljord och som avskärmas av vatten, vilket gör att ytor som innehåller mycket vatten inte ger något eller mycket lågt utslag vid gammadetektormätningar (Ek et al., 1992). Utifrån dessa variationer identifieras delområden med likartade markförhållanden. Inom dessa mer homogena zoner mäts sedan CO<sub>2</sub> emission och ett antal markegenskaper såsom vattenhalt, skrymdensitet, marktemperatur, glödförlust och pH. I denna pilotundersökning är målsättningen är att finna bättre metoder för att beräkna växthusgasavgången från odlade organogena jordar.

## Problemställning

CO<sub>2</sub> emissionen från odlade torvjordar uppvisar en stor rumslig variation vilket ger osäkra uppskattningar av gasavgången.

Hypoteser:

- CO<sub>2</sub> emissionen varierar med markens egenskaper
- Den spatiala variationen i markegenskaper på en odlad torvjord kan kartläggas genom att mäta den elektriska konduktiviteten eller gammastrålning
- Genom att korrelera CO<sub>2</sub> emissionen med olika markegenskaper kan en bättre uppskattning av gasavgången från de odlade torvjordarna göras.

## Material och metoder

Försöksplatsen var en kärrtorvjord med ett torvdjup på ca 1 meter. Jord från fältet har tidigare använts i växthusgasmätningar i lysimetrar inom EUROPEAT, ett EU-projekt som pågick mellan 2002 och 2006 (Berglund et al., 2007). Google karta!

EM38 är ett instrument som mäter markens elektriska ledningsförmåga (konduktivitet) (Söderström, 2004). Vid kartering dras instrumentet efter en 4-hjuling samtidigt som positionen mäts med DGPS (positionsnoggrannhet < 2m) och data från EM38 och GPS registreras kontinuerligt. EM38 skapar ett elektromagnetiskt fält som ger upphov till ett sekundärt magnetfält som registreras och förhållandet mellan dessa magnetfält är en funktion av konduktiviteten. Beroende på om instrumentet vinklas horisontellt eller vertikalt, mäter man konduktiviteten främst i markytan, 0-50 cm eller i det senare fallet 0-100 cm med en maximal respons på ca 40 cm djup (Sudduth et al., 2001). I detta försök mätte vi konduktiviteten med båda metoderna. Konduktiviteten påverkas av t ex mullhalt och markvattenhalt, så variationer i konduktivitet visar på variationer i dessa egenskaper, som i sin tur påverkar CO<sub>2</sub> emissionen. CO<sub>2</sub> emissionen mättes (BILD) genom att cirkulera atmosfär från en 28 cm hög mörk kammare som ställs på markytan, genom en koldioxidanalysator (Vaisala GMP343) och under 3 minuter mäta CO<sub>2</sub> koncentrationsökningen (Figur 1). Vattenhalten mättes dels gravimetriskt (0-10 och 30-40 cm) med volymsäkra prov och dels med en Profile Probe (Delta-T Devices Ltd) som mäter den dielektriska konstanten på djupen 10, 20, 30 och 40 cm. Vid mätningar våren 2009 användes även en ”mullvad” (*the Mole* – Mullvaden, The Soil Company - [www.soilcompany.com](http://www.soilcompany.com)) som mäter gammastrålning från <sup>40</sup>K, <sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th, och <sup>137</sup>Cs (Söderström et al., 2008).



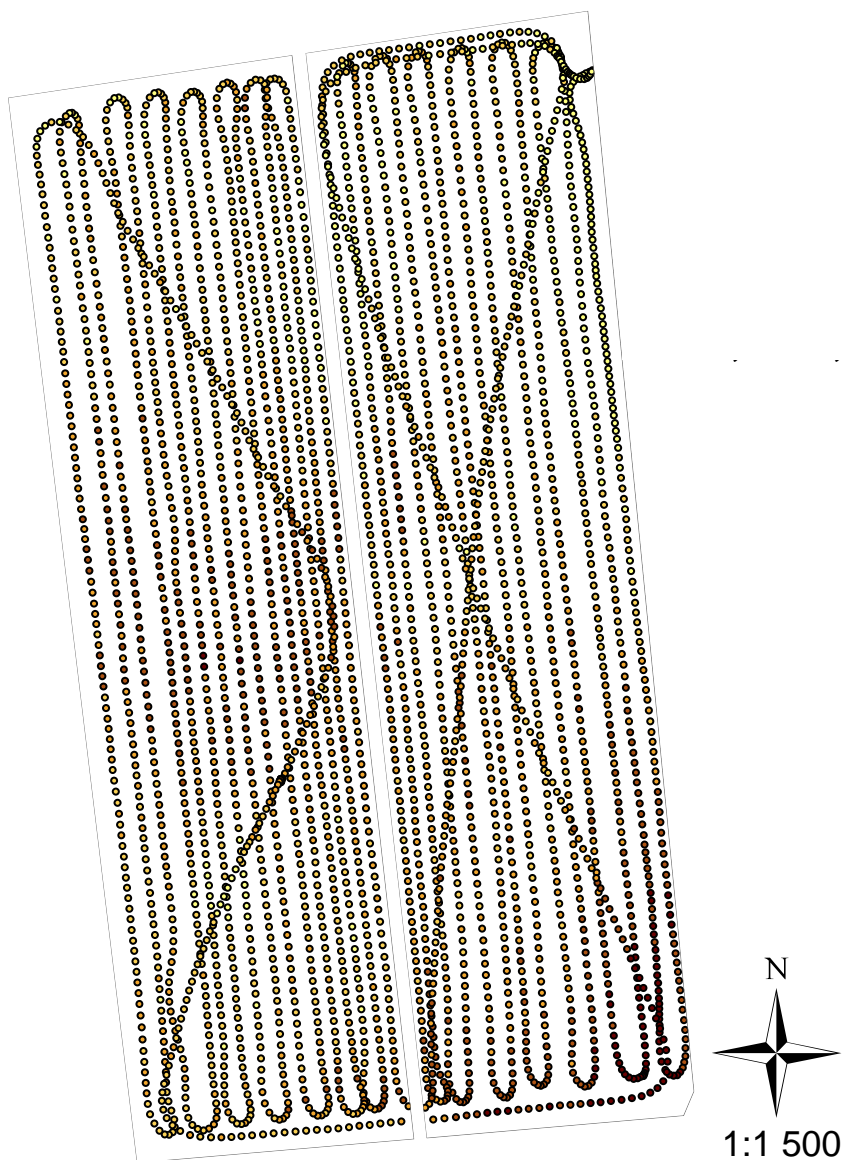
**Figur 1.** Huv och Vaisala GMP 343 för CO<sub>2</sub> mätning.

## Resultat

Mätningarna utfördes den 21 oktober 2008 och den 14 maj 2009 för att kunna jämföra variationskartorna vid olika årstider och vattenhalt.

### **Hösten 2008**

Konduktivetsmätningarna med EM38an ger ca ett värde per 2,5 meter i körriktningen och man kör med en spårvidd av ca fem meter. På fältet så mättes 3448 punkter. I figur 2 visas alla mätpunkter från EM38-körningen. Anledningen till att man kör lite sick-sack är för att kunna se att EM38 värdet är stabilt under hela körningen.



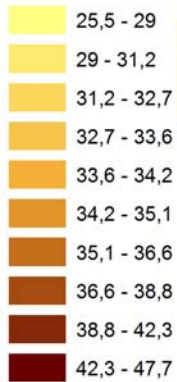
**Figur 2.** Alla mätpunkter vid EM38 körning vid Örke 21 oktober 2008.

För att få värden för hela fältet så interpolerades värdena med metoden kriging (Oliver et al., 1989). I figur 3 jämförs de ytliga värdena (0-50 cm) med de djupare (0-100 cm). Värdena för den djupare mätningen visar på samma mönster som den ytliga fast med högre värden.



**Ordinary Kriging shallow  
Prediction Map**

**Filled Contours**



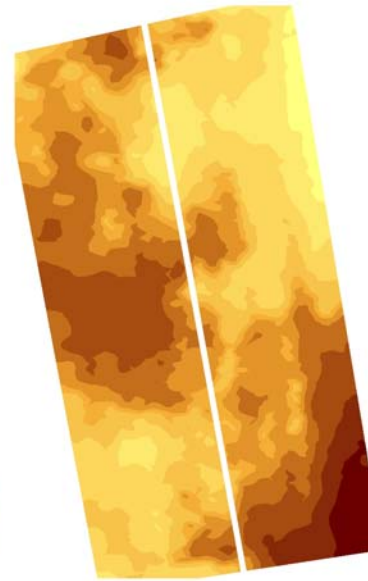
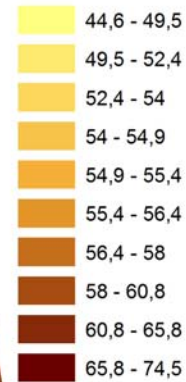
Shallow

1:3 000

Deep

**Ordinary Kriging deep  
Prediction Map**

**Filled Contours**



**Figur 3.** Interpolerade värden från den ytliga (shallow, 0-50 cm djup) och den djupa (deep, 0-100 cm djup) EM38 mätningen vid Örke 21/10/2008.

Vid höstmätningen mättes även jordens dielektriska egenskaper (en form av vattenhaltsmätning) med en Profile Probe från Delta-T. Vi gjorde 2 transekter över fälten och i figur 4 kan man se Profile Probevärdet (mv) och EM38 värdet från den djupare körningen. Trots att både EM38 värdet och Profile Probevärdet skall vara ett mått på vattenhalten, så var sambandet inte helt tydligt, med ganska låga  $R^2$ -värden. Man kan dock se att den djupare EM38 mätningen (0-100 cm) gav bäst överensstämmelse med Profile Probe mätningen (figur 5).

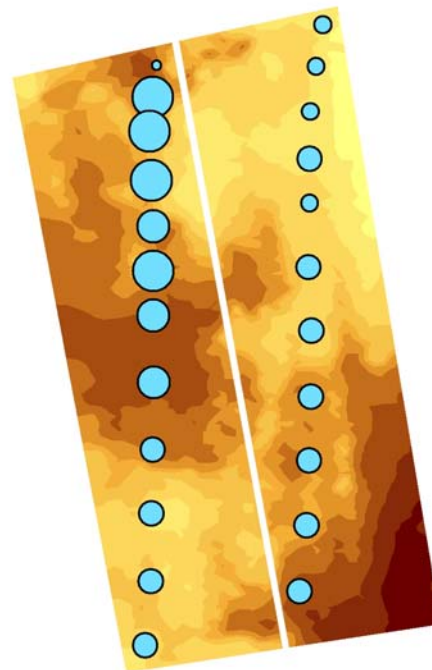
**vattenhalt 30 cm djup**

- 424,0
- 424,1 - 484,3
- 484,4 - 518,3
- 518,4 - 538,3
- 538,4 - 553,3

**Ordinary Kriging deep  
Prediction Map**

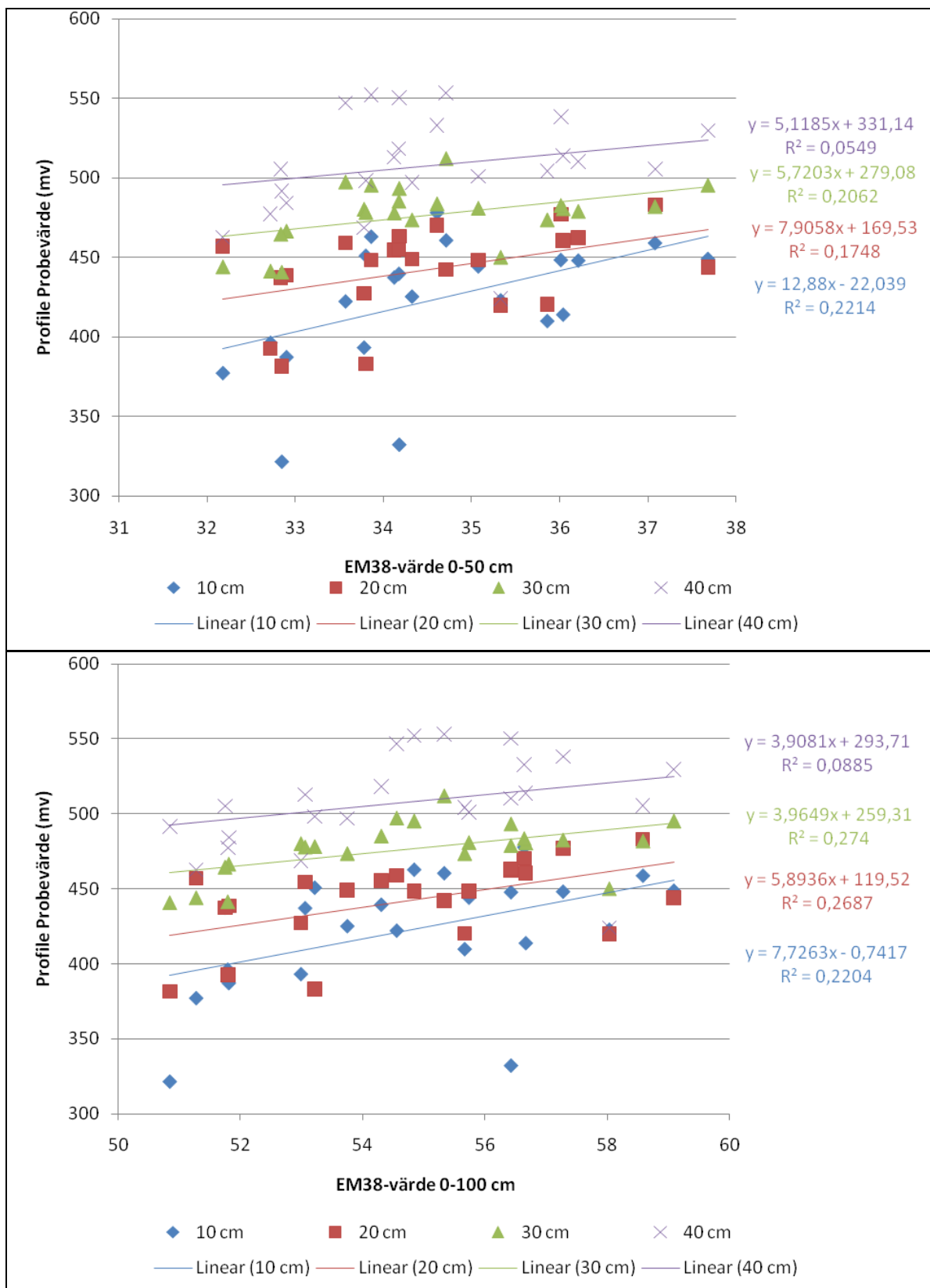
**Filled Contours**

- 44,6 - 49,5
- 49,5 - 52,4
- 52,4 - 54
- 54 - 54,9
- 54,9 - 55,4
- 55,4 - 56,4
- 56,4 - 58
- 58 - 60,8
- 60,8 - 65,8
- 65,8 - 74,5



**EM38 Deep (0-100 cm)**

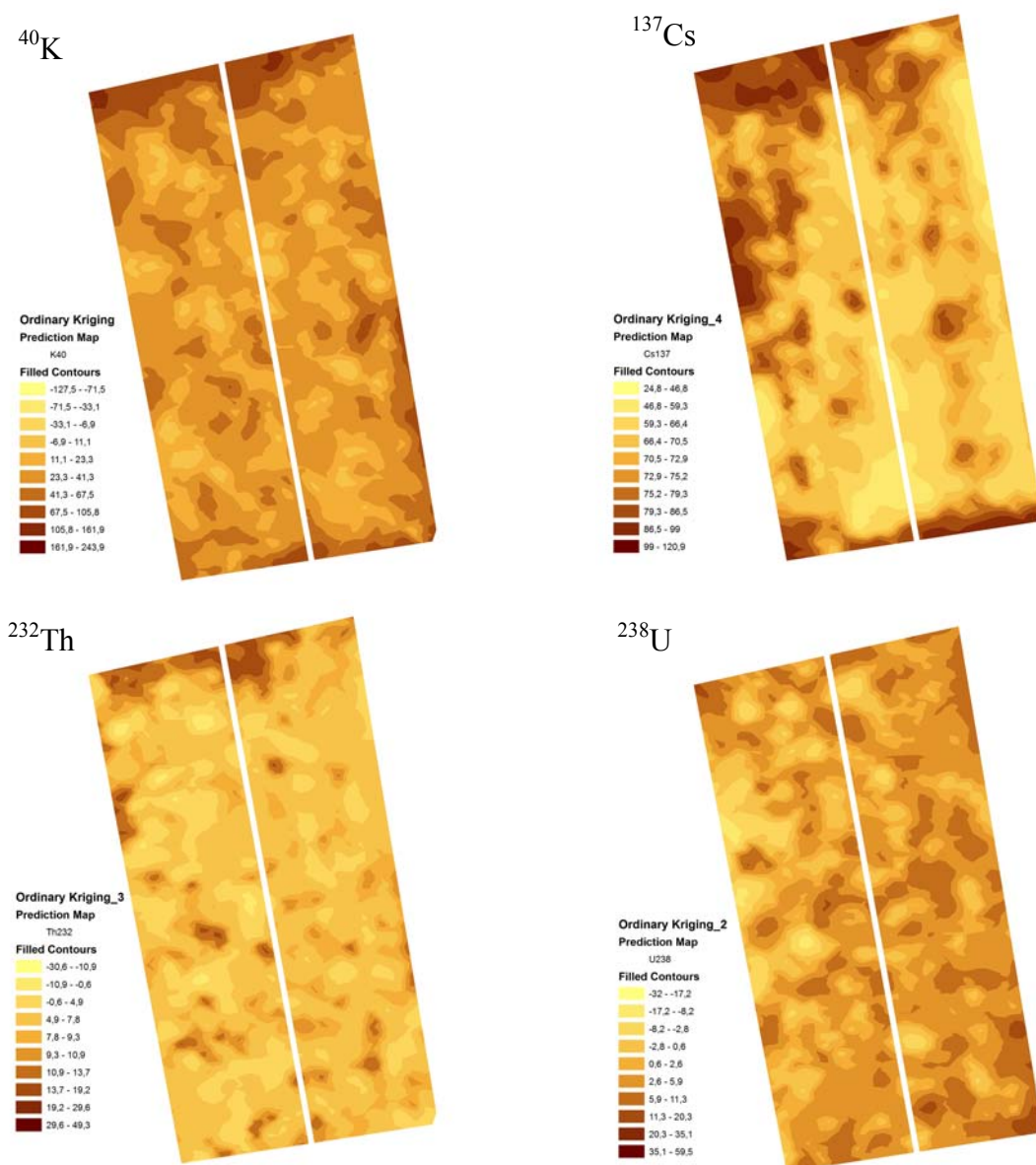
**Figur 4.** EM38 mätning 0-100cm och Profile Probemätning på 30 cm djup.



**Figur 5.** Ytlig (0-50 cm) och djup (0-100 cm) EM38 mätning mot Profile Probevärde på djupen 10, 20, 30 och 40 cm

## Våren 2009

Under våren (14/5/09) genomfördes en mer utförlig undersökning där EM38 mätningen kompletterades med gammastrålningsmätning med mullvad (figur 6). Man kan i korrelationstabellen (tabell 1) se att EM38 värdena visar på liknande variation både på djupet och mellan höst och vår men man inte hitta några samband mellan de olika gammastrålningarna. Intressant dock med de höga  $^{137}\text{Cs}$  värdena som antagligen härstammar från Tjernobylyolyckan. Samtidigt som EM38mätningen genomfördes även en fältundersökning i 40 punkter i vilka även bl.a.  $\text{CO}_2$  emission, vattenhalt (gravimetriskt), vattenhalt (ProfileProbe), C, N, pH, torvdjup (19 punkter) mättes (Bilaga 1).

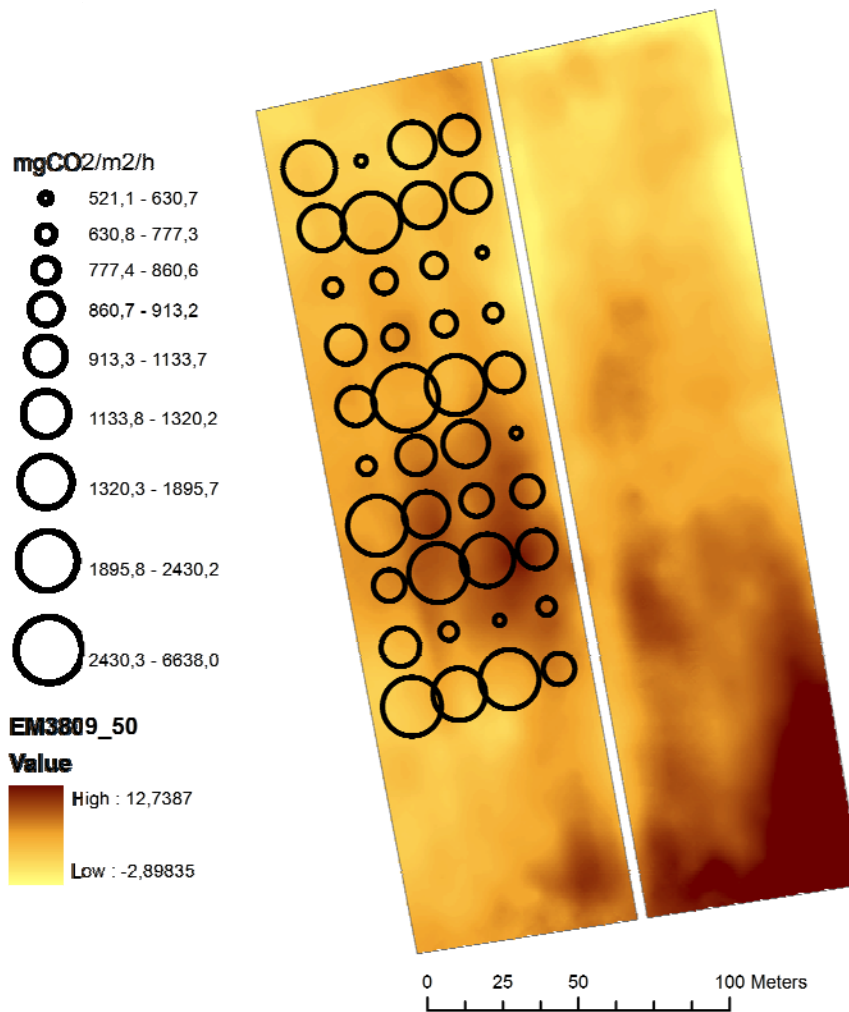


**Figur 6.** Gammastrålningskartor från  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{232}\text{Th}$  och  $^{238}\text{U}$ .

I princip kan man bara se en korrelation mellan C och N samt mellan vattenhalterna på olika nivåer (Bilaga 2). Figur 7 visar de 40 provpunkterna och CO<sub>2</sub> avgången från dessa. Det är stor variation i gasavgång mellan punkterna, från 521 mg CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> till 6 638 mg CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Vi fann inget samband mellan gasavgången och någon av de andra parametrarna vi mätte. Vi delade in fältet i 8 konduktivitetsszoner (EM38) och erhöll då en bättre korrelation mellan konduktiviteten och vattenhalten mätt med Profile Probe (Bilaga 3). Om man bortser från två extremvärden (outliers) blir sambandet mellan EM38-värdet och ProfileProbe-värdet på 20 cm djup mycket bättre ( $R^2 = 0.89$ ), men vi fick fortfarande inget samband mellan EM38-värdet och CO<sub>2</sub> emissionen eller torvdjup.

**Tabell 1.** Korrelation mellan den djupa EM38 mätningen 2008 (08EM38 100), den ytliga 2008 (08EM3850), den ytliga 2009 (09EM3850) och gammastrålning från kalium (K40), torium (Th232), uran (U238) och cesium (Cs137)

Layer	08EM38 100	08EM38 50	09EM38 50	K40	Th232	U238	Cs137
08EM38 100	1	0.95	0.87	0.04	-0.01	0.10	0.10
08EM38 50		1	0.91	-0.05	-0.05	0.12	0.05
09EM38 50			1	-0.05	-0.08	0.21	-0.09
K40				1	0.26	-0.16	0.41
Th232					1	-0.37	0.09
U238						1	-0.28
Cs137							1



**Figur 7.** Karta över fältet vid Örke som visar EM38 värdena som bakgrund och CO<sub>2</sub> emissionerna från de 40 punkterna som cirklar.

## Slutsatser

Kartorna från EM38 körningen visar att det finns en variation i konduktivitetsegenskaper som är bestående mellan djup och årstid. Vi hittar ett visst samband mellan EM38värdena och vattenhalten mätt med Profile Probe, men i övrigt så fann vi inga samband mellan de olika parametrarna (EM38, CO<sub>2</sub>emissioner, pH, torvdjup,  $\gamma$ -strålning, C, N, och skrymdensitet). Det måste således vara någon faktor som vi ej mätt som påverkar variationen som EM38 kartan visar. Liksom i tidigare studier kan vi se att CO<sub>2</sub> emissionerna uppvisare en stor variation, men vi har inte med denna pilotundersökning kunnat hitta någon samvariation med de parametrar vi mätt. Framtida undersökningar bör även innehålla mikrobiella parametrar för att eventuellt hitta sambanden där.

## Referenser

- Berglund, K., 1996. Cultivated Organic Soils in Sweden: Properties and Amelioration. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 39 pp.
- Berglund, Ö. and Berglund, K., 2008. Distribution and cultivation intensity of agricultural organic soils in Sweden and an estimation of greenhouse gas emissions, *Geoderma*, In Press, Corrected Proof. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil Sciences, Uppsala, pp. 1-14.
- Berglund, Ö., Berglund, K. and Klemedtsson, L., 2007. A lysimeter study on the effect of temperature on CO<sub>2</sub> emission from cultivated peat soils, Sent to *Geoderma*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil Sciences, Uppsala, pp. 1-18.
- Campbell, D., Smith, J. and Thornburrow, B., 2004. Net ecosystem exchange of CO<sub>2</sub> in New Zealand peat wetlands, The 7th INTECOL International Wetlands Conference. Internet, Utrecht, The Netherlands.
- Delin, S. and Berglund, K., 2005. Management Zones Classified With Respect to Drought and Waterlogging. *Precision Agriculture*, 6(4): 321-340.
- Ek, B.-M., Aaro, S. and Näslund-Landenmark, B., 1992. Utnyttjande av flygradiometriska data och IR-bilder vid inventering av sumpskogar och andra våtmarker, SGU och Lantmäteriverket, Uppsala.
- Eriksson, H., 1991. Sources and sinks of carbon-dioxide in Sweden. *Ambio*, 20(3-4): 146-150.
- Kasimir-Klemedtsson, Å. et al., 1997. Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: A review. *Soil Use and Management*, 13(4): 245-250.
- Oliver, M., Webster, R. and Gerrard, J., 1989. Geostatistics in physical geography. Part I: theory. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 14(3): 259-269.
- Sudduth, K.A., Drummond, S.T. and Kitchen, N.R., 2001. Accuracy issues in electromagnetic induction sensing of soil electrical conductivity for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 31(3): 239-264.
- Söderström, M., 2004. Inomfältvariation en nyckelfaktor vid precisionsodling, Jordbrukskonferensen, 23-24 november 2004. Stiftelsen Lantbruksforskning, Jordbruksverket, SLU Uppsala.
- Söderström, M., Gruvaeus, I. and Wijkmark, L., 2008. Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält, Avdelningen för precisionsodling, Skara.





# BILAGA 2

	Depth 5-15 cm										Depth 15-25 cm					Depth 50 cm				
	WC_10cm (mv)	WC_20cm (mv)	WC_30c m (mv)	WC_40cm (mv)	WC_10c m (vol)	WC30cm (vol)	PeatDepth h (m)	pH	Tot-N (%)	Tot-C (%)	Skrym- densitet (g/cm3)	pH	Tot-N (%)	Tot-C (%)	Skrym- densitet (g/cm3)	U238	Th232	K40	Cs137 (mv)	EM38
mgCO2/m2/h	0.03	0.01	0.01	0.00	0.04	0.03	0.10	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01	0.09	0.01	0.03	0.00
WaterC_mv10	1	0.47	0.28	0.02	0.08	0.08	0.13	0.05	0.00	0.01	0.13	0.09	0.01	0.00	0.03	0.01	0.02	0.08	0.00	0.01
WaterC_mv20	0.47	1	0.67	0.00	0.23	0.13	0.01	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	0.05	0.10	0.03	0.01	0.08
WaterC_mv30	0.28	0.67	1	0.03	0.18	0.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.11	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00
WaterC_mv40	0.02	0.00	0.03	1	0.01	0.04	0.24	0.02	0.02	0.00	0.20	0.01	0.01	0.00	0.03	0.10	0.01	0.01	0.07	0.00
WaterC_10crr	0.08	0.23	0.18	0.01	1	0.04	0.00	0.12	0.04	0.00	0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.09	0.04	0.07	0.05	0.00
WaterC_30crr	0.08	0.13	0.11	0.04	0.04	1	0.02	0.00	0.02	0.03	0.08	0.00	0.06	0.00	0.22	0.01	0.04	0.02	0.03	0.00
PeatDepth_m	0.13	0.01	0.00	0.24	0.00	0.02	1	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.02	0.05	0.14	0.19	0.04	0.01	0.00	0.01
pH5-15	0.05	0.01	0.00	0.02	0.12	0.00	0.00	1	0.13	0.04	0.02	0.50	0.11	0.01	0.07	0.00	0.09	0.01	0.07	0.00
Tot-N%_5-15	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.02	0.07	0.13	1	0.72	0.14	0.09	0.24	0.02	0.11	0.00	0.07	0.04	0.01	0.05
Tot-C%5-15	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	0.72	1	0.05	0.05	0.21	0.03	0.03	0.01	0.01	0.07	0.00	0.09
Skrymdensite	0.13	0.09	0.01	0.20	0.09	0.08	0.00	0.02	0.14	0.05	1	0.02	0.00	0.00	0.00	0.19	0.02	0.35	0.17	0.10
ph25-35	0.09	0.01	0.01	0.01	0.07	0.00	0.00	0.50	0.09	0.05	0.02	1	0.39	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00
Tot-N%25-35	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.06	0.02	0.11	0.24	0.21	0.00	0.39	1	0.00	0.06	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Tot-C%25-35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	1	0.12	0.00	0.09	0.01	0.04	0.01
Skrymdensite	0.03	0.03	0.11	0.03	0.00	0.22	0.14	0.07	0.11	0.03	0.00	0.01	0.06	0.12	1	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00
U238	0.01	0.05	0.02	0.10	0.09	0.01	0.19	0.00	0.00	0.01	0.19	0.02	0.00	0.00	0.03	1	0.25	0.23	0.28	0.05
Th232	0.02	0.10	0.06	0.01	0.04	0.04	0.04	0.09	0.07	0.01	0.02	0.00	0.01	0.09	0.03	0.25	1	0.01	0.00	0.01
K40	0.08	0.03	0.00	0.01	0.07	0.02	0.01	0.01	0.04	0.07	0.35	0.00	0.00	0.01	0.01	0.23	0.01	1	0.20	0.01
Cs137	0.00	0.01	0.00	0.07	0.05	0.03	0.00	0.07	0.01	0.00	0.17	0.06	0.01	0.04	0.00	0.28	0.00	0.20	1	0.12
EM38_50cm_	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.09	0.10	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.01	0.01	0.12	1



## Förteckning över utgivna nummer i rapportserien 2006-

List of publications in the Report series 2006 -

- 1 Anna Krafft. 2006. The effect of urban runoff on the water quality of the Sweetbriar Brook, Ampthill, UK. (Dagvattnets effekt på vattenkvaliteten i Sweetbriar Brook, Ampthill, Storbritannien). 66 p.
- 2 Karin Pettersson. 2006. Root development of *Lolium Perenne* in diesel contaminated soil. (Rotutveckling hos *Lolium Perenne* i dieselkontaminerad jord). 54 p.
- 3 Emma Lennmo. 2006. Växters upptag av spårämnen från rödfyr – ett odlingsförsök vid tre rödfyrshögar i Västra Götalands län. 65 s.
- 4 Jenny Johansson. 2006. Marktäckande, lågväxt vegetation på ställverksmark – en biologisk bekämpningsmetod mot ogräs. 81 s.
- 5 Stig Ledin. 2006. Metoder för växtetablering på sandmagasinet vid Aitik – miljöeffekter av rötslam som jordförbättringsmedel. 158 s.
- 6 Ingrid Wesström & Abraham Joel. 2007. Lustgasavgång från åkermark vid reglering av grundvattennivån – en litteraturstudie. Slutredovisning av SJV projekt 25-6828/04. 43 s.
- 7 Örjan Berglund & Kerstin Berglund. 2008. Odlad organogen jord i Sverige – areal och grödfördelning uppskattad med hjälp av digitaliserade kartor. 46 s.
- 8 Kerstin Berglund & Anna Gustafson Bjuréus. 2008. Markstrukturtest i fält: beskrivning och instruktioner. 44 s.
- 9 Waldemar Johansson & Eva-Lou Gustafsson. 2008. Effekter av ny matjord och marktäckning på vattenomsättning och tillväxt hos korn på fen lerjordar. (Effects of surface amendments on barley water dynamics and growth on five Swedish clay soils). 177 s.
- 10 Stina Adielsson, Pär Wennman & Stig Ledin. 2008. Plant beds for constructed meadows in urban areas. 25 s.
- 11 Stina Adielsson, Stig Ledin & Pär Wennman. 2008. Development of sown plant species in constructed sloping meadow with varying moisture conditions. 25 s.
- 12 Örjan Berglund & Kerstin Berglund. 2009. Organogen jordbruksmark i Sverige 1999-2008. 26 s.
- 13 Waldemar Johansson. 2009. Biogasprojektet Växtkraft från idé till verklighet. 77 s.

Sveriges lantbruksuniversitet (Swedish University of Agricultural Sciences)  
Institutionen för mark och miljö (Department of Soil and Environment)  
Hydroteknik (Hydrotechnics)  
P.O.Box 7014  
S-750 07 Uppsala, Sweden

Tel. 018-67 10 00  
[www.mark.slu.se](http://www.mark.slu.se)