

INVERKAN AV OLIKA ANDELAR VALL I VÄXTFÖLJDEN PÅ MARKENS KOLBALANS

Thomas Kätterer & Martin A. Bolinder

BAKGRUND

Mängden organiskt kol i marken är större än allt kol i atmosfären och i all biomassa på land. Därför kan relativt små förändringar i markens kolförråd p.g.a. förändringar i landanvändning eller odlingssystem ha stor inverkan på koldioxidhalten i atmosfären. Ökningen av koldioxidkoncentrationen i atmosfären har lett till frågor såsom: Är marken en källa eller sänka för atmosfäriskt kol? Kan vi fastlägga mer kol i marken? Vad händer om temperatur- och nederbördsmonstren ändras? Vilken effekt har minskad jordbearbetning? Vilka grödor och växtföljder har störst potential för att lagra in kol i marken? (IPCC, 2006). I växthusgasdebatten har man nyligen uppmärksammat klimatpåverkan av nötkötts- och mjölkproduktionen, vilket är en viktig del av den svenska jordbrukssektorn med mycket vall i växtföljderna. Jämfört med årliga grödor producerar fleråriga vallar mera rotförna som leder till en stor tillförsel av kol till marken (Bolinder m. fl., 2007), samtidigt som nedbrytningen i många fall sker långsammare p.g.a. färre jordbearbetningstillfällen, lägre marktemperatur och lägre markvattenhalt (Paustian m. fl., 1997). Dessutom finns det indikationer på att en större andel av kol i rötter stabiliseras i marken jämfört med bidraget från ovanjordisk förna (Rasse m. fl., 2005; Kätterer m. fl., 2011). Förändringarna i markens kolförråd är en kvantitativt viktig men mycket osäker balanspost i de livscykelanalyser som har genomförts.

Dessa frågor belystes i detta projekt genom att utvärdera långliggande fältförsök i Norrland med hjälp av en kolbalansmodell (ICBM) som har utvecklats, kalibrerats och testats under svenska förhållanden (Andrén & Kätterer, 1997). ICBM-modellen används för Sveriges årliga rapportering av kolförändringar i svensk jordbruksmark till EU och klimatkommissionen (Andrén m. fl., 2008). Vår hypotes var att modellen med nuvarande parametersättning underskattar den positiva effekten som fleråriga vallar har på markens kolförråd. Resultaten från detta projekt har bidragit till att minska osäkerheten i dessa skattningar. Detta kunde åstadkommas genom att införa dels nya så kallade allometrisk (empiriska) funktioner för att skatta koltillförsel till marken för vall utifrån mängden skördad biomassa, samt också ny kunskap om de faktorer som styr nedbrytningshastigheten (jordbearbetning, temperatur, vattenhalt) i modellsystemet.

Syfte och målsättning med projektet

Syftet med detta projekt var att kartlägga i vilken utsträckning vall kan ha en positiv effekt på markens kol- och kväveförråd. Målsättningen var att korrigera för effekterna av klimat, jordart, gröda och jordbearbetning med hjälp av en kolbalansmodell (ICBM) för att kunna isolera effekten av vall på markens kolförråd. Vi testade också nya allometrisk funktioner för att skatta koltillförsel till marken för vall utifrån information om bärgad skörd.

MATERIAL OCH METODER

Norrländska långliggande växtföljdsförsök

De norrländska långliggande växtföljdsförsöken anlades i mitten på femtiotalet (Tabell 1, efter Ericson & Mattsson, 2000). Behandlingarna utgjordes av olika långa vallperioder i fyra stycken 6-åriga omlopp (A, B, C och D). Alla omlopp började med insått korn. På varje plats odlades grödorna i två försöksrutor och varje gröda i de olika leden fanns varje år, vilket ger totalt 48 rutor. Försöken i Röbbäcksdalen och Ås avslutades 1994, endast Offer återstod, men halverades 1987 (dvs. 24 rutor).

Tabell 1. Långliggande försök i Röbbäcksdalen, Offer och Ås. Startår 1957.

Växtföljdsomlopp			
A	B	C	D
Insått korn	Insått korn	Insått korn	Insått korn
Vall år 1	Vall år 1	Vall år 1	^b Vall år 1
Vall år 2	Vall år 2	Vall år 2	Höst råg
Vall år 3	Vall år 3	Höst råg	Ärtor
Vall år 4	^a Grönfoder	^a Grönfoder	Potatis
Vall år 5	Grönfoderraps	Potatis	Moröttter

^aBlandning av havre och ärtor. ^bOdlad som gröngödsel.

Sammanställning av arkiverad försöksinformation

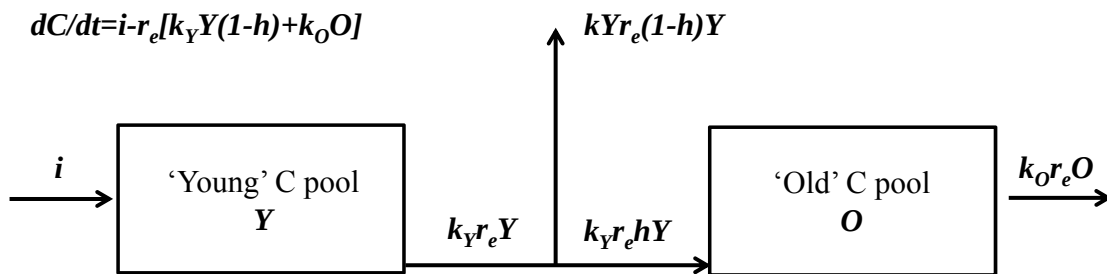
Vi kompletterade den digitala databasen med avkastningsdata för varje ruta och år för de tre långliggande växtföljdsförsöken utifrån arkiverade anteckningar och fältkort. Den informationen användes sedan i de nya allometrisk funktionerna för att skatta koltillförsel till marken. Vi använde data på markkol (kg C m^{-2}) för att kvantifiera skillnaderna emellan behandlingarna genom tiden (1957–1987) för Ås och Röbbäcksdalen samt 1957–2008 för Offer. En detaljerad beskrivning av jordprofilerna i Röbbäcksdalen och Offer sammanställdes i samarbete med prof. Holger Kirchmann och har presenterats tidigare (Bolinder m. fl. 2010; «Appendix A – Supplementary data»).

Markprovtagningar och analyser

En markprovtagning utfördes på hösten 2008 i det långliggande försöket i Offer. Prover togs för volymsbestämning i två skikt i matjordslagret, 0 till 12,5 cm samt 12,5 till 25 cm. Tre prover togs i varje försöksruta, totalt 144 prover (3 prover x 24 rutor x 2 skikt). Alla prover torkades i laboratoriet och skrymdensiteten beräknades. Därefter blev proverna analyserade med avseende på organiskt kol och kväve m.h.a. torrförbränningsmetoden (LECO). Ytterliga en markprovtagning genomfördes under hösten 2010 som också inkluderade alven (0 till 100 cm djup).

ICBM – Kolbalansmodell

ICBM-modellen (Figur 1; Andrén & Kätterer, 1997) användes för att beräkna markens kolbalans i det långliggande försöket i Offer. Modellen bygger på idén att fem parametrar och två variabler (Y och O, som står för 'Young' respektive 'Old' kol i marken) är tillräckliga för att beskriva förändringen av mängden kol (dC/dt) i marken under några decennier.



Figur 1. Schema och beskrivning av ICBM modellen: i = årlig tillförsel av kol till marken (skörderester, rötter, stallgödsel etc.); k_Y och k_O = första ordningens nedbrytningshastigheter (år^{-1}); h = humifieringskoefficient, dvs. den andel av det tillförda materialet som stabiliseras i marken; r_e = faktor som bestäms av nedbrytningsmiljön (t.ex. fukt, temperatur, jordbearbetning).

Faktor r_e beräknades utifrån dagliga standardiserade klimatdata från närmaste meteorologiska station och information om jordart och gröda. Pedotransferfunktionerna som används till detta har tidigare utvecklats från databaser över svenska jordbruksjordar (Kätterer m.fl., 2006; Kätterer & Andrén, 2009). De dagliga r_e -värdena integrerades sedan för att få ett värde per år. Beräkningen av kolmängden i marken gjordes med årliga tidssteg utifrån information om försökets grödor och skördar. För att beräkna årlig tillförsel av kol till marken (i) testade vi nya allometrisk funktioner som skattar mängden kol i växtrester utifrån information om bärgad skörd (se avsnittet Resultat och diskussion nedan för närmare beskrivning av metoden).

RESULTAT OCH DISKUSSION

Förändring i markens totala kol och kväveförråd (Bolinder m.fl., 2010)

Markens kolförråd styrs av balansen mellan tillförsel av organiskt material och nedbrytning av lagrat kol i marken. Tillförseln kommer ifrån växtrester (rötter och halm) och varierar i mängd beroende på gröda och avkastningsnivå, samt från annat tillfört organiskt material som t.ex. stallgödsel. De långliggande försöken visar tydligt att förändringarna i markens totala kolförråd är beroende av antalet år med vall i de sexåriga växtföljdsomloppen (Figur 2a). Växtföljderna A, B och C fick även en stallgödselgiva, motsvarande 0,75 ton kol per ha och år i A och B, och 0,50 ton kol per hektar och år i C (endast D fick ingen stallgödsel), vilket också bidrog till att uppehålla eller t.o.m. höja kolförråden. Den kombinerade effekten av vall och stallgödsel var mer eller mindre

konstant för alla tre försöksplatserna, men trenden var inte lika tydlig för Röbbäcksdalen. Eftersom C/N-kvoten i markens organiska material förblev oförändrad över försökstiden så kunde samma trender också observeras för markens totala organiska kväveförråd (Figur 2b).

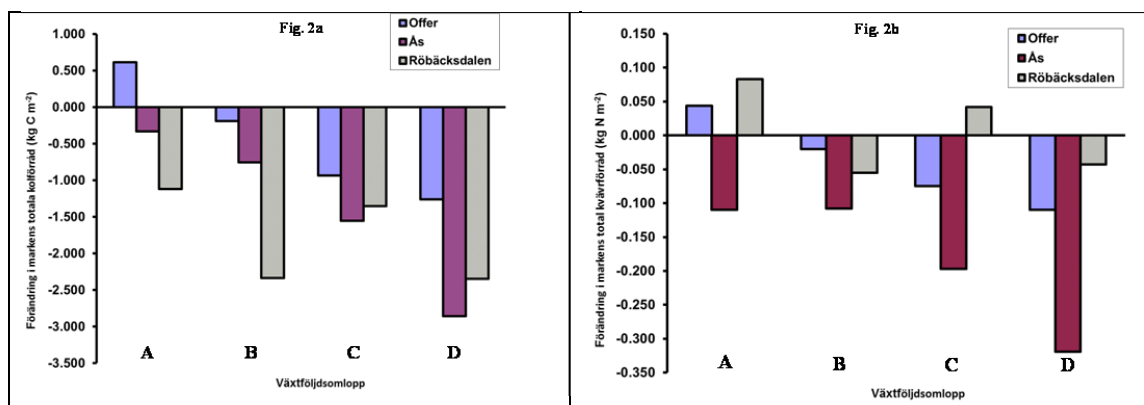
Försöket i Offer representerade den längsta tidsperioden (1957 – 2008). Markens totala kolförråd ökade totalt med ungefär 5 ton kol per ha under denna 52-årsperiod i växtföljdsomlopp A som hade fem år med vall, var mer eller mindre oförändrad i B som hade tre år med vall, men minskade med ca 1 ton kol per hektar i växtföljdsomlopp C och D som hade minst antal år med vall. Kolmängden i matjorden var 19 ton större i behandling A jämfört med behandling D (Tabell 2). Denna skillnad motsvarar en inlagring av 365 kg kol per ha och år.

Vid provtagningen i Offer 2008 var kolkoncentrationen 1% högre i matjordslagret (0–25 cm) i växtföljdsomlopp A (3,2% C) jämfört med D (2,2 % C). Den ursprungliga kolkoncentrationen på försöksplatsen 1957 var 2,8%. När man uppskattar förändringar i det totala kolförrådet för jordbruksmark tar man hänsyn till skrymdensiteten i beräkningarna. I vissa fall kan effekten av skrymdensiteten ha större betydelse än variationerna i kolkoncentration när man jämför olika behandlingar. Därför gjorde vi också beräkningar där vi jämförde det totala kolförrådet på samma mängd jord, dvs. för alla de fyra olika växtföljderna på varje plats. Resultaten visade att de relativa skillnaderna mellan växtföljderna inte ändrades, även om skrymdensiteten hade minskat något i omlopp A och B som fick den högsta tillförseln av stallgödsel.

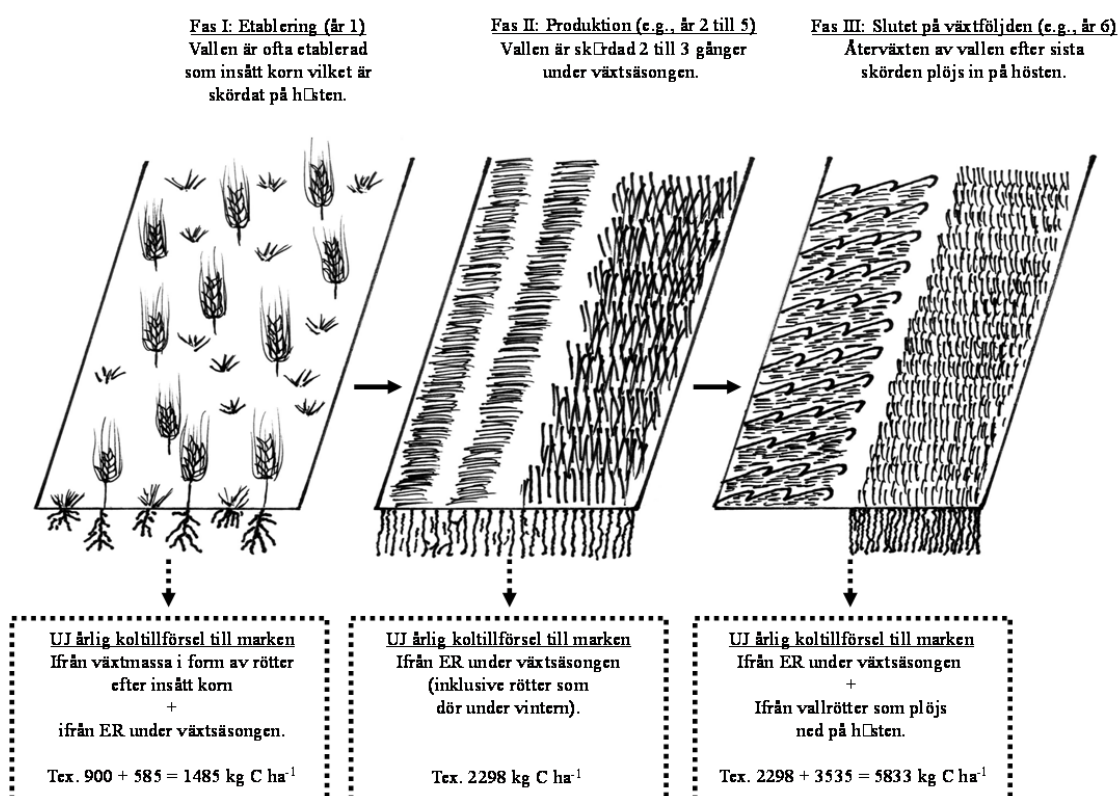
Ekosystemmodellering (Bolinder m.fl., 2012)

Vi gjorde en detaljerad ekosystemanalys för växtföljd A och D med hjälp av kolbalansmodellen ICBM samt nya allometrisk funktioner för att skatta mängden kol i ovanjordiska växtrester och rötter. Tillförseln av kol från växtrester och rötter är en av de viktigaste variablerna i modellering av mulluppbyggnad. Denna komponent i vår ekosystemanalys är baserad på funktioner utvecklade tidigare av Bolinder m.fl. (2007) men har nu kompletterats med en mera fullständig litteraturgenomgång tillsammans med vissa justeringar i de underliggande hypoteserna. Ekvationerna är enkla och de drivs enbart av grödornas avkastning (bärgad skörd). De implementerades i ICBM-modellens struktur för att skatta koltillförsel till marken som variabel i .

Koltillförseln till marken beräknas relativt bärgad skörd. Summan av kol i bärgad skörd (C_P), halm eller annan ovanjordisk växtmassa (C_S), rötter (C_R) och (ER ; se nedan) utgör den totala nettoprimärproduktionen (dvs. $NPP = C_P + C_S + C_R + C_E$). Respektive andelar av NPP motsvaras av koefficienterna $R_P = C_P/NPP$, $R_S = C_S/NPP$, $R_R = C_R/NPP$ och C_E/NPP . Extra-Rot (ER) kol definieras som omsättning av rötter, avslitna celler från rotvävnader samt substanser som utsöndras av rötterna under växtsäsongen. Parametrarna C_S , C_R och C_E beräknas sedan utifrån avkastningsnivå som $C_S = (R_S/R_P) \times C_P$, $C_R = (R_R/R_P) \times C_P$ och $C_E = (R_E/R_P) \times C_P$. Den totala koltillförseln (C_i) motsvaras av $C_i = (C_P \times S_P) + (C_S \times S_S) + (C_R \times S_R) + C_E$, där S_S representerar den del av C_P som inte bortförts (S_P kan exempelvis vara mellan 0,20 – 0,40 för en vall, dvs. stubben); S_S kan vara 0,30 - 0,40 om halmen för en stråsädesgröda som bortförs; S_R är 1,0 för annuella grödor eftersom rötterna då alltid blir kvar i åkern.



Figur 2. Förändring i markens totala kolförråd (a) och kvävförråd (b) i matjordslaget (0 till 25 cm) för varje långliggande försök och växtföljdsomlopp. Skillnad uppskattad mellan 2008 och 1956 för Offer, mellan 1957 och 1987 för Ås, samt mellan 1958 och 1987 för Rönneby (Bolinder m.fl., 2010).



Figur 3. Beskrivning av underjordisk (UJ) koltillförsel i de tre olika faserna för en vall under nordiska klimatförhållanden enligt de nya allometrisk funktionerna (Bolinder m.fl., 2012).

Den underjordiska koltillförseln är av särskild betydelse för växtföljder med vall. Representativa värden för tre olika faser i en vall visas i figur 3. Dessa värden bygger på en litteraturgenomgång som visade att medelvärden för koltillförsel via rötter var nästan fyra gånger så stora för vall jämfört med stråsåd.

Tabell 2 visar resultaten efter att kolbalansmodellen parameteriserats med dagliga klimatdata samt beräkningar av koltillförsel utifrån information om försökets grödor och skördevärden för växtföljderna A och B. De med ICBM estimerade slutliga totala kolförråden avvek i genomsnitt mindre 0,5 kg C m⁻² från de uppmätta.

Eftersom skörderesterna brukades ner i växtföljd D så blev den totala tillförseln av kol till marken ungefär lika som i växtföljd A (2,8 ton C per ha och år i genomsnitt). De högre slutliga totala kolförråden i A kunde hänföras främst till stallgödselgivan men också till en något lägre nedbrytningshastighet i A (Figur 4). I medeltal över hela tidsperioden var $r_e = 0,88$ i A jämförbart med $r_e = 0,92$ i D. Utan några specifika anpassningar av modellen låg de simulerade kolförråden ganska nära de uppmätta. Skillnaderna mellan växtföljderna A och D underskattades dock något av modellen.

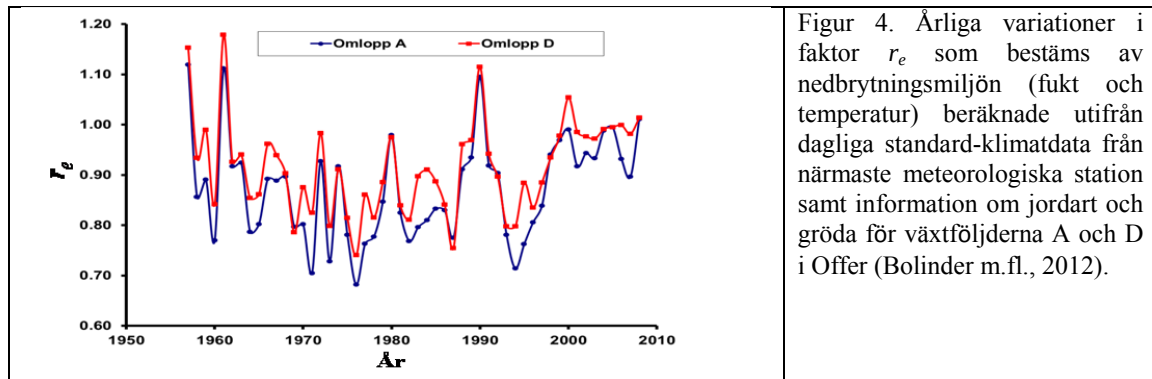
Tabell 2. Uppmätta och simulerade totala kolförråd (kg C m⁻²) enligt ICBM-modellen i matjordslagret 2008 (0 till 25 cm) i varje försöksruta i Offer med växtföljderna A och D.

Försöksruta							
	1	2	3	4	5	6	Medel
Växtföljd A							
Mätvärde	10.1	8.8	8.6	7.4	8.6	9.0	8.8
ICBM ^a	8.5	8.7	8.8	8.5	8.4	8.6	8.6
Växtföljd D							
Mätvärde	7.2	6.8	6.3	7.6	6.7	6.9	6.9
ICBM ^a	7.3	7.5	7.6	7.5	7.2	7.1	7.4

^aDet slutliga totala kolförrådet med kolbalansmodellen (ICBM) beräknades utifrån årliga medelvärden av kol i bärgad skörd samt årliga värden av factor r_e för tidsperioden 1956 till 2008 (se texten för mera detaljer).

Två olika processer som inte finns med i modellen är tänkbara orsaker till detta: 1) högre nedbrytningshastighet i växtföljd D p.g.a. en mera intensiv jordbearbetning, och 2) en större andel av rötter 'humifieras' (bildar stabil mull) jämfört med ovanjordiska skörderester. Den finns stöd för den senare hypotesen (Kätterer m.fl., 2011). En optimering visar att den mera intensiva jordbearbetningen i växtföljd D skulle ha lett till en 20% högre nedbrytningshastighet om man antog att enbart jordbearbetning skulle förklara skillnaden. Reducerad jordbearbetning kan leda till kolfastläggning under vissa förutsättningar, förmodligen främst under semi-arida förhållanden och där det inte leder till lägre skördar (Ogle m.fl., 2012; VandenBygaart m.fl., 2003). Generellt verkar dock effekten ha överskattats (Baker m.fl., 2007). En tidigare svensk studie har inte påvisat

några signifikanta effekter av jordbearbetning på markens totala kolförråd (Etana m.fl. 1999). Det skulle dock behövas en ny genomgång av de långliggande svenska jordbearbetningsföroken för att kunna utvärdera effekten under svenska förhållanden.



SLUTSATSER

- Resultaten för de tre långliggande försöken i Norrland ger klara indikationer på de positiva effekter som andelen vall (och stallgödsel) i växtföljder har på markens kol- och kvävebalans.
- Behandling A (fem års vall i den sexåriga växtföljden) kunde med fördel användas för att validera allometrisk funktioner som skattar vallodlingens bidrag till markens kolförråd utifrån information om bärgad skörd. När dessa ekvationer användes som komponenter i kolbalansmodellen ICBM kunde de slutliga totala kolförråden efter 52 års tid simuleras med relativt hög precision.
- Om man antar att hela skillnaden mellan de uppmätta och simulerade kolförråden berodde på skillnaden i jordbearbetning, som är mera frekvent i växtföljd D (bara en ettårig vall var sjätte år), så skulle jordbearbetning öka nedbrytningshastigheten med ungefär 20%, vilket stämmer överens med tidigare hypoteser. Effekten kan dock alternativt också förklaras med en högre humifiering av rotrester jämfört med ovanjordisk förna.
- Resultaten har väsentligt bidragit till att förbättra ICBM-modellen.
- Marken reagerar långsamt och det tar lång tid innan skillnaderna mellan olika behandlingar är mätbara. En stor fördel för projektet var att försöken hade pågått under så lång tid och skillnaderna mellan behandlingarna var tydligt etablerade.

REFERENSER

- Andrén, O., Kätterer, T. 1997. ICBM – the Introductory Carbon Balance Model for exploration of soil carbon balances. *Ecol. Appl.* 7: 1226-1236.
- Andrén, O., Kätterer, T., Karlsson, T., Eriksson, J., 2008. Soil C balances in Swedish agricultural soils 1990-2004, with preliminary projections. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 81, 129-144.
- Baker, J.M., Ochsner, T.E., Venterea, R.T. and Griffis, T.J. 2007. Tillage and soil carbon sequestration—What do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 1–5.
- Bolinder, M.A., Janzen, H.H., Gregorich, E.G., Angers, D.A., VandenBygaart, A.J. 2007. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. *Agr. Ecosyst. Environ.* 118: 29–42.
- Ericson, L., Mattsson, L. 2000. Soil and crop management impact on SOC and physical properties of soils in northern Sweden. In: R Lal, JM Kimble and BA Stewart. *Advances in Soil Sci.* CRC Press LLC, pp. 123-135.
- Etana, A., Håkansson, I., Zagal, E. and Bučas, S. 1999. Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. *Soil & Tillage Research* 52: 129-139.
- IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe. (Eds). IGES, Japan.
- Kätterer, T., Andrén, O. 2009. Predicting daily soil temperature profiles in arable soils from air temperature and leaf area index. *Acta Agric Scand. Sec. B* 59: 77-86. DOI:10.1080/09064710801920321
- Kätterer, T., Bolinder, M.A., Andrén, O., Kirchmann, H., Menichetti, L. 2011. Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agric. Ecosyst. Environ.* 141: 184-192.
- Kätterer, T., Andrén, O., Jansson, P-E. 2006. Pedotransfer functions for estimating plant available water and bulk density in Swedish agricultural soils. *Acta Agric Scand. Sec. B* 56: 263-276.
- Ogle, S.M. Swan, A. and Paustian, K. 2012. No-till management impacts on crop productivity, carbon input and soil carbon sequestration. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 149: 37-49.
- Paustian, K., Andrén, O., Janzen, H.H., Lal, R., Smith, P., Tian, Tiessen, G., Van, H., Noordwijk, M., Woomer, P.L. 1997. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use Manage.* 13: 230–244.
- Rasse, D.P., Rumpel, C., Dignac, M.-F. 2005. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilization. *Plant Soil* 269: 341–356.
- VandenBygaart, A.J., Gregorich, E.G. and Angers, D.A. 2003. Influence of agricultural management on soil organic carbon: A compendium and assessment of Canadian studies. *Canadian Journal of Soil Science* 363-380.

RESULTATFÖRMEDLING

Vetenskapliga artiklar

Bolinder, M.A., Kätterer, T., Andrén, O., Parent, L.E. 2012. Estimating carbon inputs to soil in forage-based crop rotations and modeling the effects on soil carbon dynamics in a Swedish long-term field experiment. *Can. J. Soil Sci.* (in press).

Bolinder, M.A., Kätterer, T., Andrén, O., Ericson, L., Parent, L.E., Kirchmann, H. 2010. Long-term soil organic C and N dynamics in forage-based crop rotations in Northern Sweden (63-64 °N). *Agric. Ecosyst. Environ.* 138: 335-342. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2010.06.009>

Poster och muntliga presentationer vid vetenskapliga konferenser

Thomas Kätterer, Holger Kirchmann, Gunnar Börjesson. 2012. Short- and long-term effects of different organic carbon inputs on crop yields and soil fertility evaluated in Swedish long-term field experiments. Oral presentation by T Kätterer, Eurosoil congress 1-6 July 2012, Bari, Italy. Conference proceedings p. 411.

Kätterer, T., Kirchmann, H., Börjesson, G, Bolinder, M.A. 2012. Long-term effects of agricultural management on crop yields and soil properties – highlights from Swedish long-term field experiments. CSSS-AQSSS joint meeting, Soils under a changing climate : Friend or foe?, Manoir Saint-Castin, June 3 to 8, 2012.

Thomas Kätterer, Holger Kirchmann, Gunnar Börjesson. 2011. Short- and long-term effects of organic amendments applied to soil on crop yields and soil fertility – highlights from Swedish field experiments. Key-note presented by Kätterer at the NJF-seminar “Utilisation of manure and other residues as fertilizers”, Falköping, Sweden, 29-30 Nov. 2011. Extended abstract in NJF Report 7(8): 4-6.

Kätterer 2011 Highlights from long-term field experiments in Sweden for evaluating options for C sequestration. Global Research Alliance, Cross-cutting Activity C-N Cycles. Leuven 13-14 July 2011.

Kätterer T. 2011. Overview and selected results regarding management impact on soil C stocks in Sweden. GHG-Europe workshop: Quantifying response processes and the vulnerability of C pools and GHG fluxes on agricultural lands in relation to management and site properties. 17-18 February 2011, Paris, France.

Thomas Kätterer, Martin A. Bolinder, Olof Andrén, Holger Kirchmann and Lorenzo Menichetti. 2011. Roots contribute relatively more than above-ground residues to refractory soil organic matter. Oral presentation by T. Kätterer. NJF-congress 2011, Uppsala.

Martin A. Bolinder, Thomas Kätterer, Olof Andrén and Holger Kirchmann. 2011. Estimating annual C inputs for forage-based crop rotations – A case study from a long-term field experiment in Northern Sweden. Poster presented at the NJF-congress 2011, Uppsala.

Bolinder, M.A., Kätterer, T., Andrén, O., Kirchmann, H. 2011. Plant carbon allocation and humification coefficients based on long-term field experiments – case studies from Sweden. 25ième congrès de l'Association Québécoise de Spécialistes en Sciences du Sol (AQSSS). 25 au 27 mai 2011 à l'Hôtel-Musée des Premières nations, Wendake (QC) sous le thème : Science du sol au 21^e siècle : défis à relever pour une ressource à préserver.

Kätterer, T., Andrén, O., Kirchmann, H., Bolinder, M.A. 2010. Effects of land use and management on soil carbon stocks in Swedish arable land. Invited oral presentation at the

International scientific symposium “soil organic matter dynamics in long-term field experiments and their modeling”. Russian Academy of Agricultural Sciences, Kursk 14-17 September 2010.

Kätterer T. Effects of land use and management on soil carbon stocks in Swedish arable land. Invited talk. Instituto Frontera del Sur. Campeche, October 2010, Mexico

Bolinder, M.A., Kätterer, T., Andrén, O., Ericson, L., Parent, L.E., Kirchmann, H. 2010. Modeling long-term soil organic C dynamics in forage-based crop rotations in Subarctic Sweden. 19th World Congress of Soil Science: Soil solutions for a changing world. Brisbane, Australia, 1-6 August 2010.

Populärvetenskapliga presentationer vid möten i Sverige

Thomas Kätterer, Holger Kirchmann, Gunnar Börjesson. 2011. Fosfor- och kväveinteraktioner samt mulluppsbyggnad i svenska långliggande försök. Föredrag T. Kätterer vid Regional Växtodlings- och Växtskyddskonferens i Växjö 6-7 dec. 2011; Extended abstract in Dave Servin (ed.). 2011. Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet Nr. 64 sidor 25:1-25:10.

Thomas Kätterer, Holger Kirchmann, Gunnar Börjesson. 2012. Fosfor- och kväveinteraktioner samt mulluppsbyggnad i svenska långliggande försök. Föredrag vid Regional Växtodlings- och Växtskyddskonferens i Uddevalla 12-13 jan. 2012; Utökad abstract, 10 sidor.

Kätterer T. 2012. Bördighet, mull, växtföljder, skörderester. Inbjuden talare vid ett seminarium organiserat av HS Kristinastad, Österlen 14 feb. 2012.

Kätterer T. 2012. Inbjuden talare vid seminariet ”Stallgödsel och biogödsel på bästa sätt” organiserat av Partnerskap Alnarp och SLU, 27 mars 2012.

Kätterer T. 2012. Hur kan vi påverka och mäta förändringar i jordbruksmarkens kolförråd? Inbjuden talare vid seminariet ”Från kolkälla till kolfälla. Om framtidens klimatsmarta jordbruk” organiserat av SIANI and KSLA, Kulturhuset Stockholm, 8 May 2012.