



# LUSTGAS I DRÄNERINGS- VATTEN FRÅN ÅKERMARK

## Resultat del 2

Marie Magnheden, Marie Mattsson, Siegfried Fleischer, Maria Berglund, Erik Ekre & Helena Aronsson  
2014

Högskolan i Halmstad, Hushållningssällskapet Halland och SLU



# Förord

Denna rapport sammanfattar resultaten och erfarenheterna från projektet ”Lustgas i dräneringsvatten från åkermark” som drevs av Hushållningssällskapet Halland, Högskolan i Halmstad och SLU. Hushållningssällskapet Halland gjorde provtagningar i dräneringsvatten mellan september 2012 och april 2014 i utlakningsförsöken på Lilla Böslid och i Mellby. Proverna analyserades och resultaten sammanställdes därefter av Högskolan i Halmstad.

Projektet (H1133232) är en fortsättning på ett ettårigt projekt (H0933255) med samma namn, som också finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning. Vi vill härmed rikta vårt tack till finansiären.

Erfarenheterna från det tidigare projektet har legat till grund för detta fortsättningsprojekt som förutom fortsatta provtagningar och analyser av dräneringsvatten från Lilla Böslid och Mellby också har mätt lustgaskoncentrationer i markatmosfären och lustgasemission från markytan.



# Sammanfattning

Mätningar av lustgaskoncentrationer och uttransport med dräneringsvatten utfördes under avrinningsperioden hösten 2012 till våren 2014 på Lilla Böslids och Mellbys utlakningsförsök. På Lilla Böslid togs vattenprover från fyra olika led med olika grödor och gödsling; led B med korn som gödslats med mineralgödsel, led C med korn som gödslats med svinflytgödsel, led G med korn och insådd vall som gödslats med nötflytgödsel samt led I med vall som gödslats med nötflytgödsel. Samtliga gödselgivor motsvarade ca 90 kg växttillgängligt kväve per hektar och år, utom vallen som fått nötflytgödsel samt 175 kg mineralgödselkväve/ha och år. På Mellby togs vattenprov från två gödslade led med och utan fånggröda samt från en ogödslad kontroll.

Lustgasavgången via dräneringsvattnet kännetecknades av relativt korta och höga toppar och långa perioder med låg avgång, d v s ett likartat mönster som tidigare visats vid mätningar av lustgasavgång från markytan. Den högsta lustgasavgången per dygn uppmättes vid hög avrinning. Generellt fanns ett tydligt samband mellan avrinning (mm) och mängd lustgas i dräneringsvattnet (g/ha).

Lustgasavgången på Lilla Böslid hösten 2012 och våren 2013 visade sig vara ännu lägre än 2 år tidigare (5 till 16 g lustgas per hektar för avrinningsperioden jämfört med 20 till 60 g lustgas per hektar 2010-11). Resultaten uppvisar trots de låga värdena stora skillnader mellan de olika försöksleden. Skillnaden var särskilt stor mellan ledet gödslat med mineralgödsel och ledet med vall. Detta indikerar att det är fördelaktigt med en växande gröda under hösten för att minimera lustgasavgång via dräneringsvatten. Detta resultat kunde styrkas av ett liknande resultat på Mellby försöksfält.

Kvantifierbara mätningar av emissionen i *closed chambers* var svåra att genomföra eftersom koncentrationerna i marken ofta låg mycket nära den ovanstående atmosfärens koncentration. De få mätningar som genomfördes indikerar trots detta att lustgasavgången via dräneringsvattnet var en liten del av den totala lustgasavgången.

Resultaten visar att metoden att mäta lustgas i dräneringsvatten fungerar och är tillförlitlig och kan påvisa intressanta skillnader mellan behandlingar i fältförsök. Även om endast en liten andel av den lustgas som totalt lämnar ett markavsnitt går ut via dräneringsvattnet är metoden väl ägnad som jämförelse mellan olika markavsnitt. Provtagningar i dräneringsvattnet är förhållandevis enkla att genomföra och representerar en större integrerad yta än vad utplacerade *closed chambers* gör. Sådana provtagningar kan därför ge indikationer om när lustgasavgången är som störst och vid vilka årstider åtgärder bör vidtas som kan vara effektiva för att minska dessa.



# Innehållsförteckning

<b>Inledning .....</b>	<b>1</b>
<b>Material och metod.....</b>	<b>3</b>
<b>Resultat och diskussion .....</b>	<b>7</b>
<b>Slutsatser.....</b>	<b>13</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>15</b>





# Inledning

Lustgas är en av jordbrukets stora miljöutmaningar. Lustgas från mark anses stå för hälften av den svenska jordbrukssektorns växthusgaspåverkan. Kunskapen brister dock om de lustgasbildande processerna i marken. Lustgasmätningar i jordbruket är ibland förknippade med stor osäkerhet eftersom bildningen av lustgas är en process som är styrd av en mängd olika faktorer och lustgas-mätningar är svåra och kostsamma att utföra. De flesta mätningar görs idag antingen med hjälp av slutna kammare (*closed chambers*) och analys av gasprover på laboratoriet eller med mikrometeorologiska metoder. Man mäter därmed lustgasavgången från markytan till atmosfären.

I detta projekt har vi framför allt mätt lustgasavgången via dräneringsvattnet, kompletterat med mätningar från markytan, i två pågående fältförsök på Lilla Böslid (mellanlera) och Mellby (sandig mojord) i Halland. Målet med detta projekt är att öka förståelsen om mekanismer bakom lustgasavgång från mark, om skillnader mellan odlingssystem och effekter av odlingsåtgärder. Denna metod bör också kunna användas som ett angreppssätt för att förstå de bakomliggande mekanismerna för lustgasavgång och för att kunna utarbeta rekommendationer för hur jordbruket ska kunna minska lustgasavgången.

Projektet har även undersökt om mätningar i dräneringsvattnet kan vara ett enkelt och billigt sätt att mäta och övervaka lustgasavgången från mark under perioder med avrinning. Detta projekt var en fördjupning och fortsättning av SLF-projektet HO933255 (Magnheden et al. 2012), eftersom vi här har mätt lustgasavgången under fler år, på två platser och delvis även mätt avgången från markytan.

## Bakgrund

Lustgas ( $N_2O$ ) bildas huvudsakligen genom två biologiska processer. Den ena är nitrifikation som omvandlar ammonium ( $NH_4^+$ ) till nitrat ( $NO_3^-$ ) och den andra är denitrifikation som huvudsakligen omvandlar nitrat till kvävgas samtidigt som koldioxid avges. Båda processerna kan under vissa omständigheter avge lustgas. Lite förenklat anses bl a att om nitrifikationen ska bilda lustgas krävs att syretillgången är låg och för att denitrifikationen delvis ska avstanna vid lustgas krävs att det inte är helt syrefritt i marken. Större delen av den lustgas som frigörs härstammar sannolikt från denitrifikationen som är en mycket vanlig process i marken och en viktig del av nedbrytningen av organiskt material. Vid denitrifikation frigörs framför allt koldioxid.

Många faktorer påverkar emellertid på olika sätt lustgasavgången. Viktigast av alla är kanske innehållet av växttillgängligt kväve (ammonium och nitrat) i marken som kan stimulera lustgasbildningen (Rodhe et al 2006, Petersen, 2014). Tillgången på syre inverkar på lustgasbildningen men också markens struktur och halten organiskt material påverkar. Markpackning, vilken försämrar syretillförseln från atmosfären och avrinningen, kan indirekt ge upphov till lustgas och mulljordar har uppvisat särskilt hög lustgasavgång. Vilken gröda som odlas och om marken är bevuxen under stor del av året har också visat sig ha betydelse för lustgasavgången (Kasimir-Klementsson, 2009).

Atmosfärens koncentration av lustgas har ökat de senaste hundra åren, till stor del på grund av förändringar i jordbruket världen över (IPCC, 2007). Idag anses lustgas vara den största källan till det svenska jordbrukets växthusgasutsläpp och står för mer än hälften av den växthusgaspåverkan som uppstår i den svenska jordbrukssektorn (Naturvårdsverket, 2013).

Syftet med projektet var dels att öka förståelsen kring mekanismerna (biologiska och fysikaliska) bakom lustgasavgång från mark men också att mäta om skillnader mellan odlingssystem och effekter av odlingsåtgärder kan påverka lustgasavgången. Målet är alltså inte att ta fram absoluta värden på

lustgasavgången per hektar och år, utan att identifiera kritiska faktorer och åtgärder för att minska lustgasavgången.

Några viktiga frågor som vi avsåg att besvara i projektet var:

*Påverkas lustgasförlusterna via dräneringsvattnet av spridningstidpunkten för flytgödsel och kan lantbrukaren i så fall påverka denna förlust genom sitt val av gödslingsstrategi?*

*Hur påverkas lustgasförlusterna av bearbetningstidpunkt och mängd restkväve?*

*Samband mellan lustgasavgång och andra kväveflöden.*

*Kan mätningar i dräneringsvattnet vara ett relativt enkelt och billigt sätt att mäta och övervaka lustgasavgången från mark under perioder med avrinning?*

# Material och metod

Provtagningarna gjordes i Hushållningssällskapet Hallands fältförsök på Lilla Böslid där varje ruta har ett separat dräneringssystem med mängdregistrering av avrinnande vatten. Mängden avrinnande vatten registreras kontinuerligt med dubbelsidiga vippkärl kopplade till en datalogger. Provtagningarna för lustgasmätningarna gjordes manuellt ur dräneringsrören för fyra av försöksleden (B, C, G och I) i fältförsöket (Tabell 1). Varje led består av fyra parallella rutor randomiserade i försöket. Led B, C, och I plöjdes sent på hösten (november), medan led G var bevuxen.

Den nedersta delen av dräneringsröret utgörs av en krök som vänds uppåt inför provtagning, och provtogs från vattnet som ansamlats där. Vid mycket låg avrinning ( $<0,1 \text{ l/m}^2$ ) togs inga prov eftersom tillförlitligheten på provtagningen då minskar genom att lustgasutbyte kan ske med omgivande atmosfär. Vid provtagningen samlades 6 ml dräneringsvatten upp i glasrör (12 ml exetainers) som sedan förseglades direkt. Det var viktigt att undvika bubbling i samband med provtagningen. Rören frystes direkt efter provtagning i väntan på analys med s.k. headspaceteknik. De frysta proven tinades och tempererades i vattenbad till en konstant temperatur. Gasfasen analyserades vid Högskolan i Halmstad med gaskromatograf i kapillärkolonn och EC-detector (electron capture). Den totala mängden lustgas beräknades med en modifikation av Henrys lag.

Mätningarna genomfördes från september 2012 till och med februari 2013. Provtagningsintervallet sattes till en gång i veckan, men med intensivare provtagning under perioder med hög avrinning. Resultatet beräknas som gram lustgas per hektar. Avrinningsdata och nitratutlakningsdata erhöles från SLU (Aronsson, 2012). Statistisk behandling utgjordes av korrelationsberäkningar och ANOVA-test.

**Tabell 1: Lilla Böslid-försöket med samtliga försöksled, grödor och gödslingsinformation (stg.= stallgödsel). I detta försök användes endast led B, C, G och I (fetstil).**

Led	Gröda, 2012-	Gödslingstidpunkt, teknik	Mineralgödsel (kg/ha)	
			P	N
<i>Referensled: Ingen stallgödsel</i>				
A	Vårsäd	Mineralgödsel före sådd	0	90
<b>B</b>	<b>Vårsäd</b>	<b>Mineralgödsel före sådd</b>	<b>20</b>	<b>90</b>
<i>Svingård: Flytgödsel från svin</i>				
<b>C</b>	<b>Vårsäd</b>	<b>Stg: Före sådd, nerharvad</b> <b>Mineralgödsel: vår</b>	<b>20</b>	<b>90 - 0,9*stg-NH<sub>4</sub>-N</b>
D	Vårsäd	Stg: Efter sådd, på ytan Mineralgödsel: vår	20	90 - 0,7*stg-NH <sub>4</sub> -N
E	Vårsäd	Stg: Mitten av sept., ej myllning Mineralgödsel: vår	20	90
F	Vårsäd	(P-giva från septembergödsling i E-led) mineralgödsel, vår. Stg: hösten före led F.	0	90 - 0,25*stg-NH <sub>4</sub> -N
<i>Mjölkgård: Flytgödsel från nöt</i>				
<b>G</b>	<b>Vårsäd+ insådd</b>	<b>Stg: Före sådd, nerharvad</b> <b>Mineralgödsel: vår</b>	<b>20</b>	<b>90 - 0,9*stg-NH<sub>4</sub>-N</b>
H	Vall I	Stg: Mitten sept., ej myllning Mineralgödsel: vår + efter resp vallskörd	20	80 + 70 + 50 + stg-N
<b>I</b>	<b>Vall II</b>	<b>Stg: Efter 1:a skörd, ytmyllad</b> <b>Mineralgödsel: vår + efter resp vallskörd</b>	<b>20</b>	<b>80+45+50+stg-N</b>

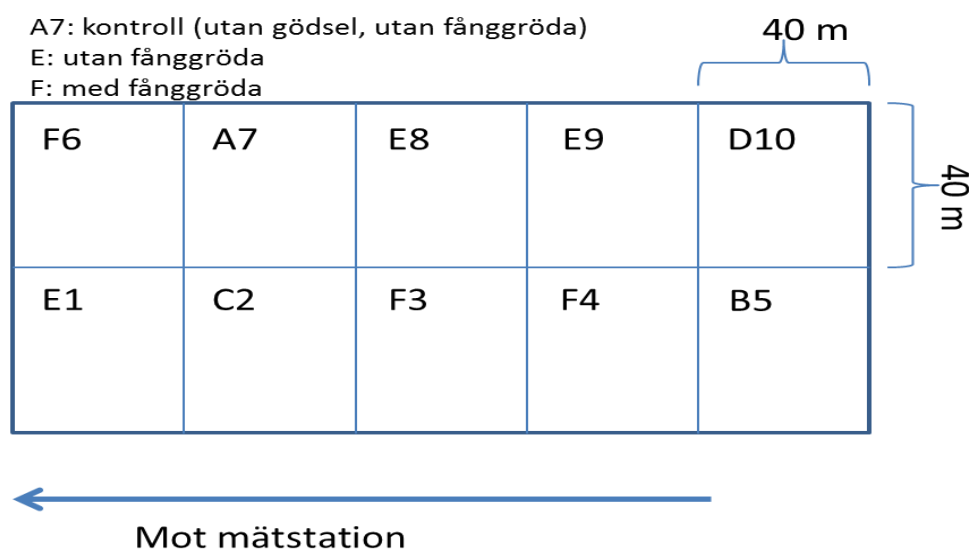
På grund av förändringar i fältförsökets upplägg på Lilla Böslid avslutades lustgasmätningarna efter avrinningssäsongen 2012/2013, och istället påbörjades provtagningar på Mellby redan våren 2013 vilket var tidigare än vad som angivits i ansökan. Förändringarna förankrades med SLF (Kjell Ivarsson).

Våren 2013 var ovanligt torr och tjälen gick ur marken utan att det blev någon som helst avrinning i vippkärlen vare sig på Lilla Böslid eller på Mellby. Därmed blev inga mätningar av lustgas i dräneringsvatten utförda under våren 2013.

På Mellby genomfördes provtagningar i dräneringsvattnet från september 2013 till april 2014 i led med/utan fånggröda (dvs även bearbetning tidig vår/sen höst, Figur 1) och dessutom i referensled. Provtogs från led A (ref utan fånggröda, utan gödsling), E (med stallgödsel, utan fånggröda) och F (med stallgödsel, med fånggröda). Behandling E och F har 3 rutor (40x40 m) vardera medan behandling A endast har en ruta (40x40 m). Totalt innebar detta att 7 vattenprov togs per provtagningstillfälle.

För att kontrollera att ingen lustgas bildades från provtagningen till analysen genomfördes ett test där nitrat i två olika koncentrationer tillsattes direkt i rören med dräneringsvatten i samband med provtagningen.

Emission av lustgas från marken har översiktligt undersökts med *closed chambers*. En stålring som sluter tätt vid marken avgränsar ett markavsnitt. När ett lock läggs på vid försöksstart (tiden 0) innesluts en luftvolym av 34,3 liter. Ett rör med 2 mm diameter kompenserar tryckförändringen (Livingston et al. 1995). Omrörning i luftmassan sker hela tiden med en liten propeller i den inneslutna gasvolymen för att kontinuerligt blanda in den lustgas som emitteras från marken. Detta ska garantera att gas som emitteras från marken kontinuerligt blandas in i luftmassan vilket är nödvändigt för att korrekt beräkna emissionen. Provtas ut i glasrör (exetainers) från den inneslutna volymen var femte minut under de första 15 min och sedan mer sällan och försöket kan pågå i upp till 90 minuter. Lustgaskoncentrationen i glasrören mäts därefter på laboratoriet med gaskromatografi. Koncentrationen av den emitterade lustgasen ökar enligt ett samband där hastigheten fås från kurvans lutning (derivatan vid tiden 0, Figur 2). Endast resultat från de få tillfällen som en tydlig uppgång kunde observeras har tagits med i redovisningen.

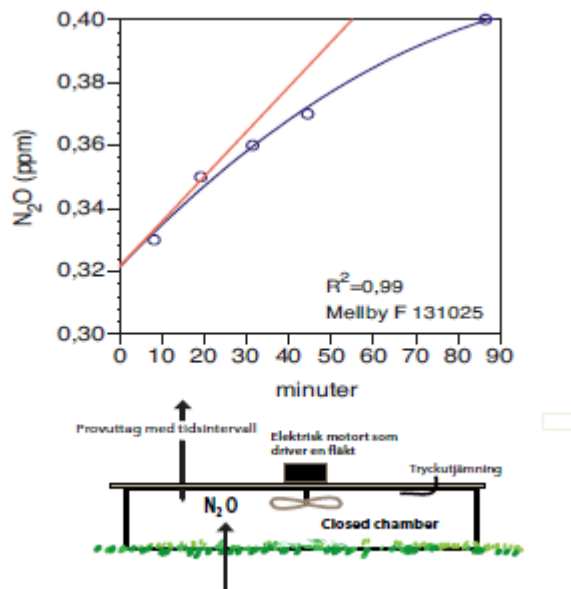


Figur 1. Försöksrutor på Mellby.

Emissionsmätningar med *closed chambers* utfördes både på Lilla Böslid och Mellby under våren 2013. Utrustningen för parallell provtagning i fyra *chambers* utprovades och gasprov analyserades vid ett tillfälle från två försöksled samtidigt (B och G) på Lilla Böslid. Dessa hade tidigare gödslats olika (B med endast mineralgödsel och G med både stallgödsel och mineralgödsel i motsvarande mängd) och G hade dessutom en insådd fånggröda. Från och med våren 2013 hade dessa olikheter upphört och alla försöksled fick en enhetlig behandling.

Förutom provtagning i dräneringsvatten och emissionsmätningar med *closed chambers* togs också gasprover direkt ur markatmosfären. Denna provtagning innebär att ett stålrör med en öppning i sidan för provinflöde förs ner i marken (10 cm) och med hjälp av en handdriven vakuumpump sugas markatmosfären upp till en exetainer som sedan analyseras med gaskromatografi.

För att kontrollera att lustgasen i dräneringsvattnet inte bildas i proven på väg till analysen genomfördes ett test där två olika mängder nitrat (20 och 100  $\mu\text{l}$   $\text{KNO}_3$ ) tillsattes direkt efter provtagningen.



**Figur 2. Principskiss för mätning och beräkning av gasemission med hjälp av *closed chamber*-teknik. Skissen visar mätning av  $\text{N}_2\text{O}$  men gäller även principiellt för  $\text{CO}_2$  under förutsättning att skalan ändras på y-axeln. Exemplet avser Mellby, led F, 2013-10-25.**



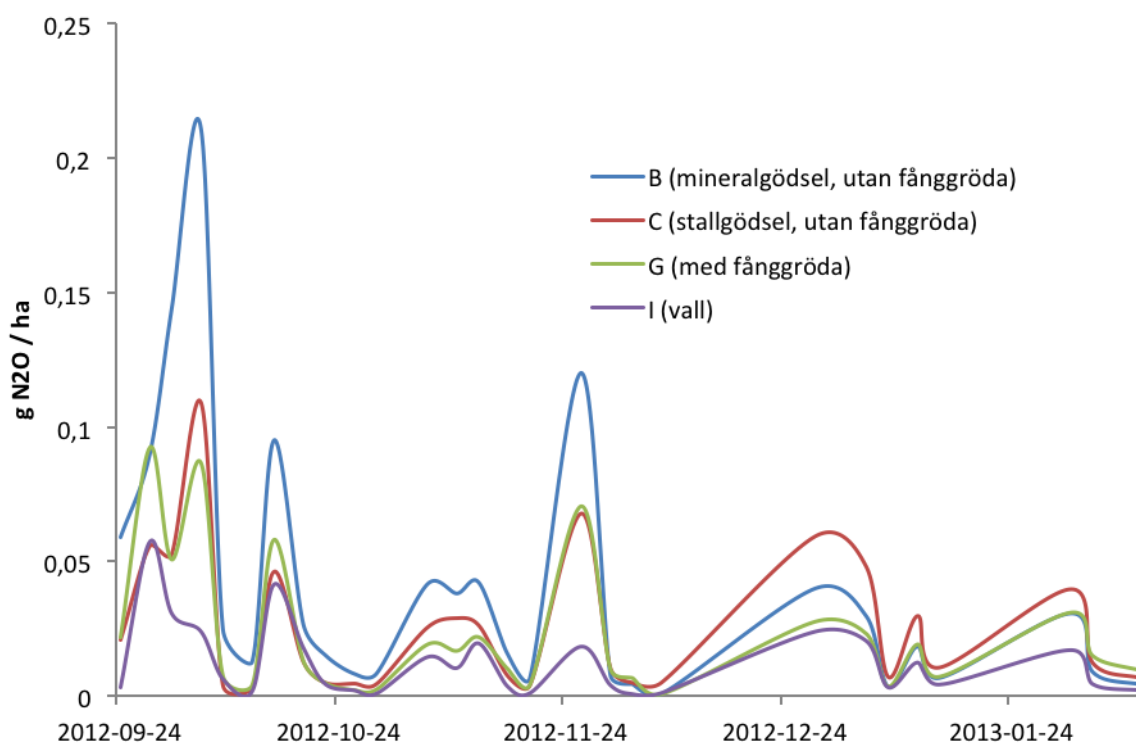
## Resultat och diskussion

Analyserna av vattenproverna tagna från dräneringsvattnet på Lilla Böslid säsongen 2012-13 visade avsevärt lägre lustgasavgång jämfört med tidigare mätningar säsongen 2010-11 (Magnheden et al. 2012). Relativt få vattenprov ligger till grund för mätningarna eftersom avrinningen var liten. Trots detta ses samma mönster som vid tidigare mätningar. Led B och C uppvisar högre lustgasavgång jämfört med led G och I. Liksom tidigare kännetecknades lustgasavgången av korta, höga toppar och däremellan av perioder med mycket låg lustgasavgång (Figur 3).

Mätning av emission från markytan kan göras genom att *closed chambers* installeras vid varje tillfälle mätningar ska genomföras, eller genom fast installerade *chambers*. Det senare har inte varit möjligt i detta projekt eftersom dessa *chambers* inte kunde vara kvar vid brukningsåtgärder som gödsling, markberedning mm. Båda metoderna har för- och nackdelar.

En fast installation medför risk för att i sig själv genom sin konstanta närvaro på samma yta påverka markprocesserna. En följd av detta kan bli avvikande hydrologiska förhållanden (markfuktighet, dränering, evaporation) och förändrad vindexponering. En källa till osäkerhet är dessutom om den fasta installationen är placerad så att den verkligen är representativ för det område som undersöks (jfr figur 7). Samtidigt är tätning vid marken lättare att säkerställa med fast installerad *closed chamber*.

Å andra sidan medför vårt tillvägagångssätt med tillfälligt installerade *chambers* att problem kan uppstå med tätningen runt metallringen. På lerjorden i Lilla Böslid var detta ett uppenbart problem, inte minst efter plöjning. Djupa fåror/ojämheter i marken inom en *closed chamber* medför dessutom att en säker volym innesluten atmosfär, som är nödvändig för korrekt beräkning av emissionen, inte kan garanteras. Utjämning av markytan för att uppnå känd volym har inte gjorts eftersom detta skulle



**Figur 3: Lustgasavgång i g/ha från september 2012 till februari 2013 för fyra behandlingar i dräneringsförsök på Lilla Böslid. Dygnsmedelvärden från fyra rutor med samma behandling.**

ha inneburit ett direkt ingrepp i det studerade systemet och påverkat resultatet. Svårigheterna har i sin helhet medfört att endast resultat från tillfällena då mätningarna bedömts säkra har tagits med. *Closed chambers* installerades inte på samma ställe i försöksrutan varje gång, vilket kan ses som en fördel genom att undvika upprepad påverkan på markprocesserna inom samma område.

Mätningarna med *closed chambers* på de sandiga jordarna i Mellby visade sig vara extra svåra att genomföra eftersom emissionen av lustgas var låg (mätvärden nära koncentrationen i atmosfären). I tabell 2 redovisas avgång som bedömts säkert kvantifierad. Mätningarna från Lilla Böslid i maj 2013 uppvisade ungefär samma lustgasavgång från led B (utan fånggröda) som från led G (med fånggröda). Eftersom dessa data ligger efter avrinningssäsongen kan vi inte jämföra denna lustgasavgång med avgången med dräneringsvattnet. Dock indikerar dessa mätningar att den mängd lustgas som avgår med dräneringsvattnet är en liten del av det totala.

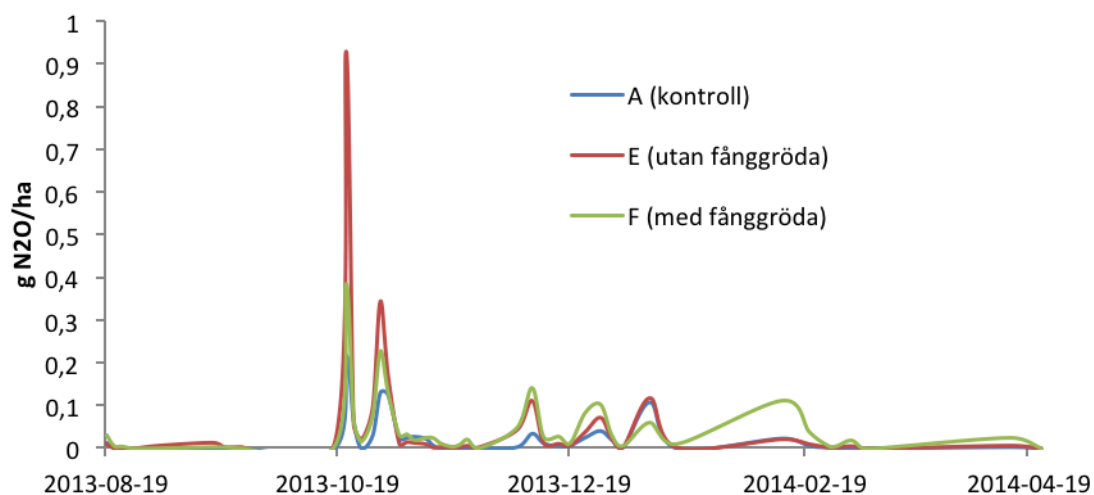
Mätningar med *closed chambers* genomfördes också på Mellby från oktober 2012 till mars 2014 och de mätningar som redovisas (Tabell 2) uppvisade endast ca en tiondel av den avgång som uppmättes på Lilla Böslid. Inget entydigt kan sägas om fånggrödans betydelse utifrån dessa data. Liksom på Lilla Böslid utgör lustgasavgången med dräneringsvattnet en liten del av den totala lustgasavgången (Tabell 2, Figur 4).

Även på Mellby visade mätningarna i dräneringsvattnet att lustgasavgången tycks ske i korta, höga toppar och däremellan perioder med mycket låg lustgasavgång (Figur 4). Ett fel upptäcktes på provtagningsutrustningen (vipkärnen) för ruta E1 vilket ledde till att avrinningen för ruta E1 fick beräknas som ett medelvärde för rutorna E8 och E9. Totala avrinningen för säsongen (aug-13 till april-14) var i allmänhet mellan 250-300 liter/m<sup>2</sup> men även efter korrigeringen för ruta E1 framstår ruta A7 med en total avrinning på endast 140 liter/m<sup>2</sup> som en svårklarad avvikelse. Även på Mellby kunde skillnader mellan behandlingar som gödsling och förekomst av fånggröda urskiljas (Figur 4), dvs ett likartat mönster som från tidigare mätning på Lilla Böslid. Gödslade rutor (E och F) visade betydligt högre lustgasavgång än den ogödslade kontrollen. Total lustgasavgång för avrinningsperioden var högre för E (utan fånggröda, 11,8 g/ha) än för F (med fånggröda, 7,0 g/ha) men effekten var tydligast under hösten och avtog senare under säsongen (Figur 4). Den ogödslade kontrollen hade en total lustgasavgång på endast 2,9 g/ha. Total kvävetransport uppvisade också en tydlig skillnad mellan E (37,6 kg N/ha) och F (26,0 kg N/ha) och en mycket låg kvävetransport för kontrollen A (6,3 kg N/ha). En analys av avrinningsdata för hela året visade att avrinningen under mätperioden (aug-april) fångade den största delen av årets avrinning. Både den högsta lustgasavgången och totalkvävetransporten per dygn uppmättes generellt vid hög avrinning.

**Tabell 2. Emissionsmätningar med *closed chamber* som visar lustgasavgången från marken direkt till atmosfären för olika led på Mellby och Lilla Böslid.**

Led		Datum	g N <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> dygn <sup>-1</sup>
Mellby E	Mojord/utan fånggröda	121008	17,8
Mellby E	Mojord/utan fånggröda	130507	13,9
Mellby E	Mojord/utan fånggröda	130905	9,2
Mellby E	Mojord/utan fånggröda	131025	12,7
Mellby F	Mojord/med fånggröda	131025	6,7
Mellby F	Mojord/med fånggröda	140306	11,0
Lilla Böslid G	Mellanlera/med fånggröda	130515	133
Lilla Böslid B	Mellanlera/utan fånggröda	130516	125





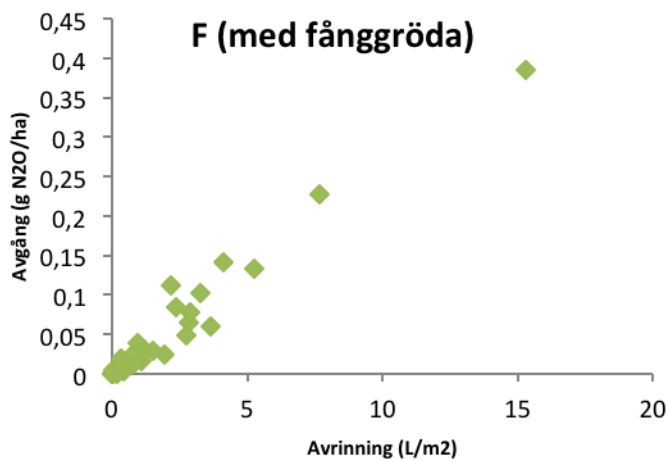
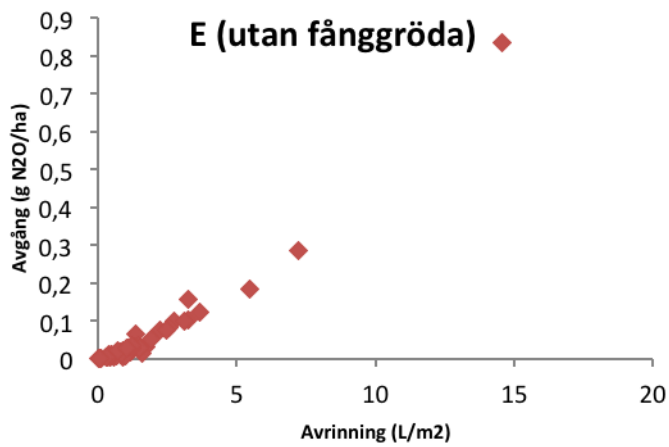
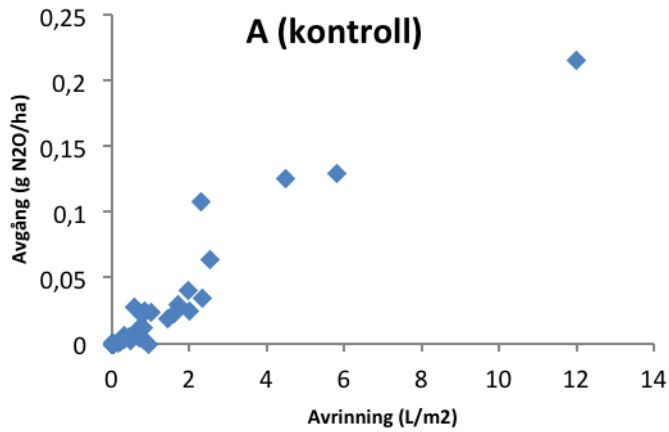
**Figur 4. Lustgasavgång i g/ha från september till april för tre behandlingar i dräneringsförsök på Mellby. För E och F redovisas dygnsmedelvärden från tre rutor med samma behandling.**

Liksom i tidigare mätningar hösten 2010 erhöles ett tydligt samband mellan avrinning och lustgasavgång både säsongen 2012-13 på Lilla Böslid (ej redovisat) och på Mellby (Figur 5).

Lustgasavgången uppvisade också ett likartat samband med totalkväveutlakningen (Tabell 3). R<sup>2</sup>-värdena är höga för samtliga rutor av de tre behandlingarna.

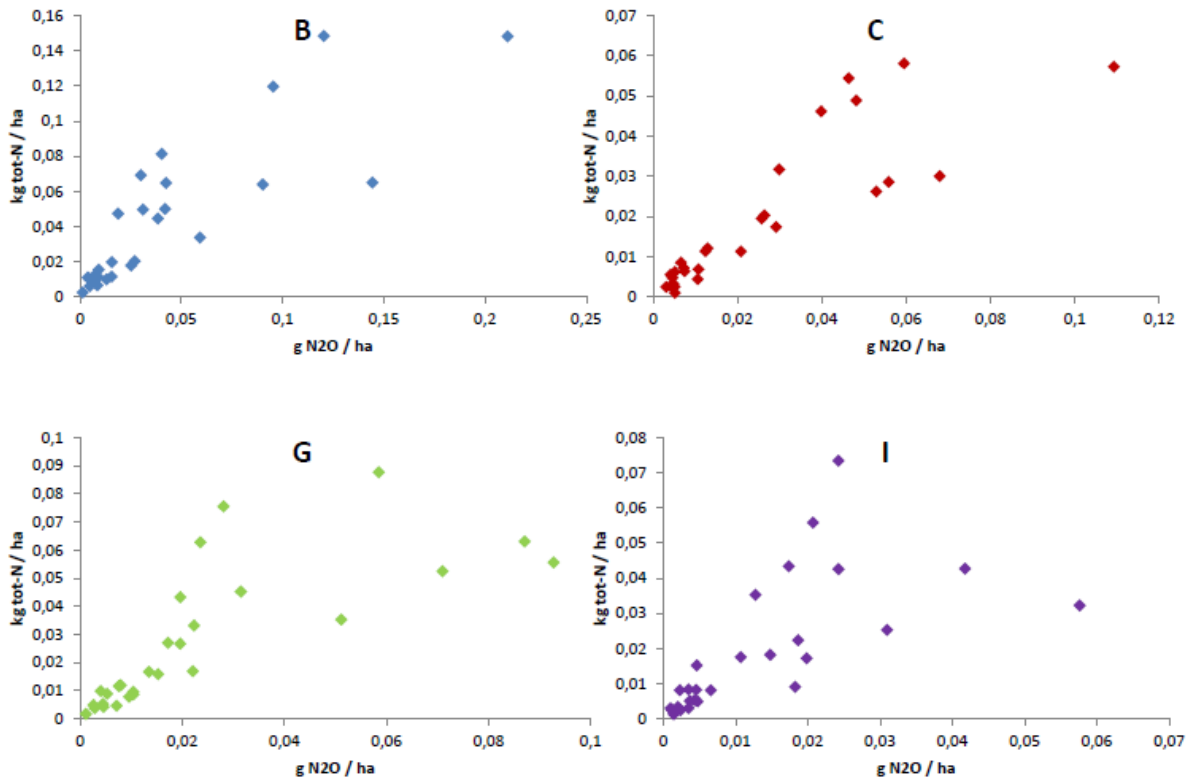
**Tabell 3. R<sup>2</sup> värden för samband mellan kvävetransport och lustgasavgång för avrinningsperioden 2013-2014 på Mellby försöksfält. A7=ogödslad kontroll, E = gödslad utan fånggröda och F=gödslad med fånggröda.**

Ruta	R <sup>2</sup>
A7 (kontroll)	0,92
E1	0,90
E8	0,92
E9	0,87
F3	0,88
F4	0,87
F6	0,90



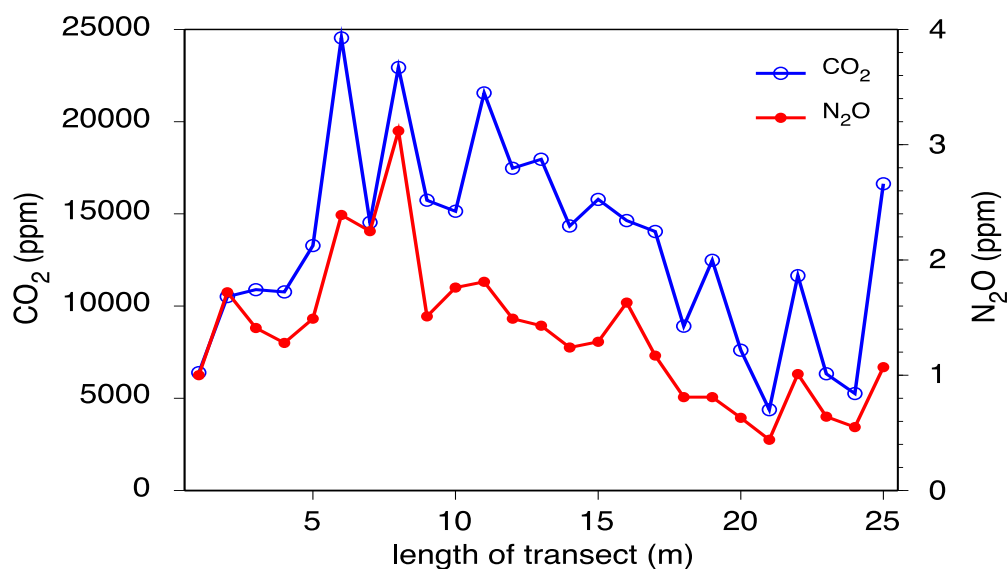
**Figur 5. Samband mellan avrinning i l/m<sup>2</sup> och lustgasavgång i g N<sub>2</sub>O/ha som dygnsmedelvärden för avrinningsperioden 2013-2014 på Mellby försöksfält. A7=ogödslad kontroll, E = gödslad utan fånggröda och F=gödslad med fånggröda**

Jämförelse mellan lustgasavgång och totalkvävetransport på Lilla Böslid säsongen 2012-2013 (Figur 6) visade ett samband med hög signifikans men det kan trots detta konstateras att vissa mätpunkter avviker vilken kan indikera att också andra förklaringar är av betydelse i sammanhanget.

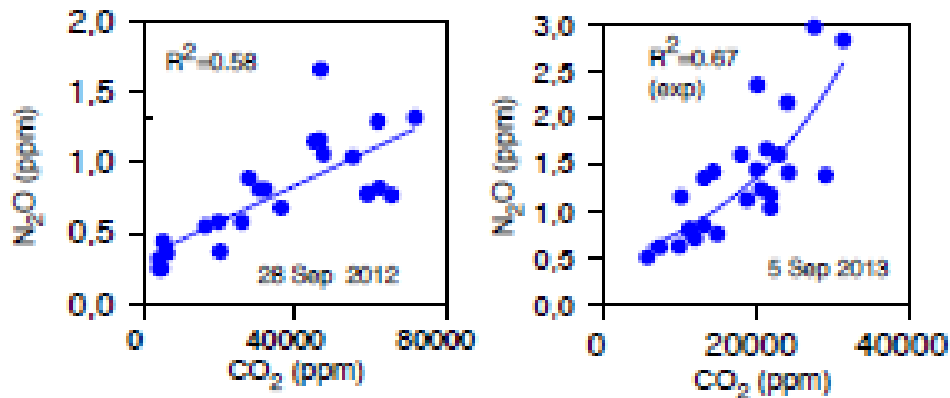


**Figur 6. Samband mellan kvävetransport i kg tot-N/ha och lustgasavgång i g N<sub>2</sub>O/ha som dygnsmedelvärden för avrinningsperioden 2012-2013 på Lilla Böslids försöksfält. B=gödslad, C = gödslad utan fånggröda, G=fånggröda och I=gödslad vall.**

Som ett komplement till det fåtal *closed chamber*-mätningar som kunde genomföras mättes också koncentrationen av N<sub>2</sub>O och dessutom CO<sub>2</sub> direkt i markatmosfären. Dessa mätningar genomfördes ofta längs en linje i fältet (transect) för att illustrera lokala variationer i fältet. Dessa variationer kan vara betydande och lustgaskoncentrationen kan ändras från 1 till 3 ppm på bara några få meter (figur 7). Ett tydligt samband kunde ses mellan koldioxid- och lustgaskoncentrationerna i markatmosfären.



**Figur 7. Lustgas och koldioxid i markatmosfären på 10 cm djup längs en 25 m lång linje.**



**Figur 8. Samband mellan lustgaskoncentrationer och koldioxidkoncentrationer i markatmosfären på Mellby E1 (utan fånggröda) i september 2012 (vänster)och 2013 (höger).**

Ett sätt att illustrera detta är genom att plotta lustgaskoncentration mot koldioxidkoncentration (figur 8). Dessa är exempel från en pågående mer omfattande studie i olika jordar och visar att även om både lustgas- och koldioxidhalter varierar vid tidpunkter eller behandlingar så kvarstår sambandet i marken mellan dessa två växthusgaser som starkt.

Högre lustgaskoncentrationer har kunnat uppmätas efter kraftiga regn i t ex augusti jämfört med de mycket låga koncentrationer som uppmättes under den torra sommaren. När vattenhalten ökar i markprofilen gynnas denitrifikationen, en process som medför avgång av såväl koldioxid som lustgas (Figur 8) och också kan vara betydelsefull i jordbruksmark. Denna samvariation av CO<sub>2</sub> och N<sub>2</sub>O i markatmosfären har konstaterats vid samtliga tillfällen som både lustgas och koldioxid analyserats samtidigt i markatmosfären i led G och B på Lilla Böslid och i led E på Mellby, med början i september 2012. Resultaten indikerar en gemensam process, sannolikt denitrifikation, som i första hand ger upphov till lustgasen som produceras. Detta kan tolkas som att denitrifikationen i denna kvävegödslade jord spelar en betydande roll vid nedbrytningen av organiskt material vid sidan om den ”vanliga” markrespirationen. Mer mätningar under kontrollerade förhållanden behövs för att klargöra denna gemensamma process.

För att kontrollera att ingen lustgas bildades från provtagningstillfället till analysen genomfördes ett test där två olika koncentrationer nitrat tillsattes till proven (Tabell 4). Testet visade att ingen produktion av lustgas från nitrat förekom i rören i samband med provtagningen.

**Tabell 4. N<sub>2</sub>O innehåll i prov efter tillsatser av nitrat (20 och 100 µl 0,01 M KNO<sub>3</sub>) i samband med provtagningen.**

	<b>Kontroll</b>	<b>Tillsats 20 µl 0,01 M NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>Tillsats 100 µl 0,01 M NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
	<b>ppm N<sub>2</sub>O</b>	<b>ppm N<sub>2</sub>O</b>	<b>ppm N<sub>2</sub>O</b>
A7	0,64	0,63	0,63
E1	4,0	4,34	4,34
F6	1,82	1,87	1,82

## Slutsatser

Tekniken för att provta och analysera dräneringsvattnet visade sig fungera tillfredsställande och resultaten visade på intressanta skillnader mellan olika jordar och behandlingar. Provtagningar i dräneringsvattnet är förhållandevis enkla att genomföra och representerar en större yta än vad utplacerade *closed chambers* gör. Tekniska problem med anläggningen på Mellby gjorde att avrinningsdata fick räknas om men sammantaget har projektet haft stor nytta av att kunna utnyttja försöken på Lilla Böslid och Mellby. Projektets ambition att kunna jämföra lustgasavgången via dräneringsvattnet med lustgasemissionen direkt från marken kunde endast i begränsad omfattning genomföras eftersom koncentrationen i marken ofta låg mycket nära den ovanstående atmosfärens koncentration. Resultaten indikerar emellertid att en mycket liten del av den redan låga lustgasavgången avgår via dräneringsvattnet.

Trots detta kan skillnader mellan olika behandlingsled tydligt urskiljas. Liksom i det tidigare projektet som genomförde mätningar på Lilla Böslid 2010-11 visar säsongen 2012-13 betydligt högre lustgasavgång från de led som gödslats med mineralgödsel eller naturgödsel men inte haft fånggröda jämfört med de led som haft fånggröda eller vall. Trots att vallen hade gödslats mer än övriga led var lustgasavgången med dräneringsvattnet lägst från detta led vilket tydligt visar betydelsen av att hålla marken bevuxen över vintern. Gödselgivans storlek samt tillförsel av stallgödsel ser i detta sammanhang ut att ha haft mindre betydelse. Däremot var den totala lustgasavgången över säsongen för samtliga led betydligt lägre 2012-13 jämfört med 2010-11 (Magnheden et al 2012). Detta kan bero på en efterverkan på hela fältet av en vall som plöjdes ned 2009. Denna kan ha gett upphov till en tillfällig pool av kväve som sedan klingat av de nästkommande åren. Andra studier har visat att skörderester som plöjs ner kan ge upphov till stor lustgasavgång (Chen et al 2013).

På Mellby genomfördes mätningar i två led med likartad gödsling men med och utan fånggröda samt med en ogödslad kontroll som jämförelse. Också här minskade fånggrödan lustgasavgången via dräneringsvattnet. De båda gödslade leden hade också betydligt högre lustgasavgång jämfört med den ogödslade kontrollen. Resultaten var till viss del något mer osäkra på Mellby och en tendens till högre lustgasavgång med fånggröda på våren kunde urskiljas. Den totala avgången för säsongen var dock fortfarande lägre med fånggröda.

Ett råd till lantbrukare är alltså att hålla marken bevuxen under vintern. Dessa tre säsonger av lustgasmätningar, som visserligen visade på låg avgång, ger dock en fingervisning om att åtgärder som minskar kväveläckaget också är positiva för att begränsa lustgasavgången. Tydliga samband (stark signifikans) mellan totalkväveläckage och lustgasavgång har visats för samtliga säsonger på både Lilla Böslid och Mellby.

Samtidiga mätningar av lustgas och koldioxidemission på Mellby visade också att den "växthusdrivande" gasen praktiskt taget helt är koldioxid. Hänsyn till lustgasens GWP (Global Warming Potential) har då tagits. Den begränsade mätning av lustgasemission till atmosfären som gjordes på Lilla Böslid visade en jämförbar avgång från de två leden och uppgår endast till ca 1 % av den totala klimatpåverkan från detta försöksled. Vid en jämförelse med förlusterna av lustgas till atmosfären från jordbruk på dikade våtmarker (som mest över 2 kg N<sub>2</sub>O per ha och dygn) framgår tydligt de studerade minerogena jordarnas relativt obetydliga roll för lustgasproduktionen. Berglund et al (2014) har också visat att de organogena jordarna (torvmark samt dikade sjöar och våtmarker) har stor benägenhet att avge lustgas.



# Referenser

Aronsson, Helena. Personlig kommunikation, Institutionen för mark & miljö, SLU, Uppsala

Berglund Ö., Berglund K., Norberg L., 2014. N<sub>2</sub>O emissions from peat soils under arable cropping. NJF seminar 480. Falkenberg, Sweden, 9 September 2014.

Chen H., Li X., Hu F., Shi W., 2013. Soil nitrous oxide emission following crop residue addition: a meta-analysis. *Global change biol.* 29, 2956-2964.

Livingston GP, GL Hutchinson. 1995. Enclosure-based measurement in trace gas exchange: applications and sources of error. In Matson PA, RC Harriss (eds) *Methods in ecology: Biogenic trace gases measuring emissions from soil and water*. Blackwell Science, 14-51.

IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

Kasimir Klemedtsson, Å. 2009. Hur mycket lustgas blir det vid odling av biobränslen på åkermark i Sverige? Rapport till Energimyndigheten 2009.

Magnheden, M., Mattsson, M., Fleischer, S., Berglund, M., Ekre, E. och Aronsson, H. 2012. Lustgas i dräneringsvatten. SLF-rapport H0933255.

Naturvårdsverket. 2013. National inventory report Sweden 2013. Naturvårdsverket, Stockholm.

Petersen SO., 2014. N<sub>2</sub>O emissions from organic and conventional crop rotations. NJF seminar 480. Falkenberg, Sweden, 9 September 2014.

Rodhe L., Pell M., Yamulki S., 2006. Nitrous oxide, methane and ammonia emissions following slurry spreading on grassland. *Soil use and management* 22, 229-237.

**Maria Berglund**

[www.hushallningssallskapet.se](http://www.hushallningssallskapet.se) | 035-465 00 | [maria.berglund@hushallningssallskapet.se](mailto:maria.berglund@hushallningssallskapet.se)

Hushållnings  
sällskapet

