



**Institutionen för mark och miljö**  
**Avd. för Biogeofysik och vattenvård**  
**Avd. för Biogeokemi**

## Metod för beräkning av kvävebehov - spannmål

Gunnar Torstensson och Lennart Mattsson

### **Bakgrund**

Ett viktigt verktyg i kampen att reducera kväveutlakningen är en mera lokalt anpassad metod för N-behovsberäkning för att effektivt utnyttja N-faktorn och reducera N-läckaget. Det ursprungliga projektet syftade till att starta utvecklingen en sådan metod för spannmål. Denna rapport redovisar resultaten av den mindre pilotstudie som beviljades medel.

Under senare år har stora insatser gjorts för att med tekniska lösningar som GPS i kombination med N-sensorer anpassa och fördela gödslingen inom fältet. I det stora hela är detta väl befoget. Det råder dock viss osäkerhet hur mycket detta reducerar kväveutlakningen från fältet som helhet. Metoden bygger i grunden på att grödans kvävebehov vid en viss skörd är känd eller kan beräknas. Den spatiala anpassningen bygger på platsbundna variationer i grödutveckling och kvävetillgång.

Idag uppskattas N-behovet till spannmål med utgångspunkt från en förväntad skörd på 5 ton  $\text{ha}^{-1}$  genom rätlinjig korrektion med  $\pm 15\text{-}20 \text{ kg N ha}^{-1}$  per ton avvikelse från denna skörd (Jordbruksverket 2008). Justeringar görs för regelbunden användning av stallgödsel och hänsyn tas bara schablonmässigt till förfrukten.

Dagens riktlinjer kan förfinas om metoder för att beakta variationer i nettomineralisering mellan områden, jordarter, gårdar och skiften utvecklas. Variationerna är ofta väl kända och har belysts i olika sammanhang. Bland annat har mullhaltens betydelse för nettomineralisering belysts med ett stort försöksmaterial baserat på ej N-gödslade försöksrutor (Mattsson 1999) och områdesvisa sammanställningar för N-effekter i korn och höstvetete har gjorts (Mattsson 2004, 2006). Ytterligare verifiering och validering krävs för att resultaten ska bli fullt användbara.

Dagens förfruktsvärden tar inte hänsyn till hur förfrukten gödslats, till eventuella fånggrödor efter förfrukten eller till tidpunkt för jordbearbetning mellan förfrukt och aktuell gröda. Det är väl dokumenterat att bearbetningstidpunkt i kombination med föregående gröda har stor betydelse för kväveutlakningens storlek, speciellt på lätta jordar. Därmed påverkas också förfruktens N-verkan på efterföljande gröda. Bl. a. resultaten från de långliggande försöken vid Mellby visar detta tydligt (Torstensson 2003, Torstensson & Aronsson 2008.).

Syftet med denna pilotstudie, som genomfördes i nära samarbete med Yara och de lokala försöksorganisationerna, var att se om markens kväveleverans, efter t.ex. olika förfrukter och gödslingshistoria, kan uppskattas med hjälp av kväveupptaget i 0N-parceller som avläses med hjälp av Yara's handburna N-sensor. Om kväveupptaget på ett för ändamålet acceptabelt kan skattas på detta sätt skulle användandet av 0N-parceller förenklas betydligt jämfört med traditionell grödprovtagning eller kärnskördebestämning. Sedan tidigare finns ett konstaterat samband mellan N-sensornvärde (S1) i stadium DC 37 och N-upptag i 0-rutor för höstvetete (Gruvaeus 2007), men underlaget för mätning i andra grödor är sämre underbyggt.

## Material och metoder

N-mineraliseringen mättes i rutor som inte var N-gödslade, s.k. 0-rutor med vårkorn resp. havre som mätgröda. Rutstorleken ska vara 25-30 m<sup>2</sup>. Ovanjordiskt N-innehåll bestämdes genom provtagning av grödan vid 3-4 olika tillfällen, samtidigt med provtagningen gjordes en avläsning med Yara N-sensor. Målsättningen vara att provtagning och mätning skulle ske i stadium DC 30 (begynnande stråskjutning), DC 37 (flaggbladet just synligt), DC 50 (axgång) och DC 60 (avslutad axgång). En sammanställning av i studien ingående ”led” visas i tabell 1.

Mätningarna utfördes dels i fyra pågående N-gödslingsförsök med normalgödslad (handelsgödsel) stråsäd som förfrukt där förlängda 0-rutor utnyttjades (mätgröda=havre), dels genom att lägga ut 0N-paceller (3 upprepningar/behandling) i befintliga storrutor i två olika utlakningsförsök vid Mellby.

I det ena utlakningsförsöket med fastliggande gödslingsbehandlingar sedan 1984 och bearbetning tidigt på hösten studerade effekten av olika gödslingshistoria: 1) 0 kg N ha<sup>-1</sup>, 2) 90 kg N ha<sup>-1</sup> som handelsgödsel, 3) vårspriden svinflytgödsel (ca 180 kg Tot-N ha<sup>-1</sup>) plus 45 kg N ha<sup>-1</sup> som handelsgödsel under perioden 1984 till 2005 då stallgödseltillförseln avbröts för en efterverkanstudie, N-gödslingen 2006-2008 var 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Förfrukten var vårvete och mätgrödan var havre.

I det andra utlakningsförsöket studerades effekten av olika förfrukter efter vårplöjning. Försöksrutorna ingick i två odlingsystemförsök med inriktning som en svin- resp. mjölkko gård med historiskt sett likvärdig användning av stallgödsel, och där olika odlingsåtgärder vidtagits för att minimera kväveutlakningen. De studerade förfrukterna var: 1) gräsdominerad grölträda (0 kg N ha<sup>-1</sup>), 2) matpotatis (ca 80 kg N ha<sup>-1</sup> som handelsgödsel), 3) vall II (nötflytgödsel till 2:a skörd plus totalt 135 kg N ha<sup>-1</sup> som handelsgödsel).

### Grödprovtagning

I N-gödslingsförsöken klipptes 8 st 50 cm långa radbitar (0,5 m<sup>2</sup>) som sammanlades till ett prov per parcell. På utlakningsförsöken klipptes ett prov om 3x0,25 m<sup>2</sup> (0,75 m<sup>2</sup>) i varje parcell. Proverna torkades omgående och skickades till analys, där provets torrsubstansvikt och totalkvävehalt bestämdes.

Tabell 1. Översikt över provtagna led med bl.a. olika förfrukter och gödslingshistoria

Led	Förfrukt	Hg-N förfr.	STG förfr.	STG i växtf.	Bearb.-tid	Mätgröda	Anmärkning
<i>Led med olika förfrukter</i>							
1	Grölträda, gräs	0	Nej	Ja, svinfl.	Apr 09	Vårkorn	Roterande växtföljd
2	Matpotatis	80	Nej	Ja, svinfl.	Apr 09	Vårkorn	Roterande växtföljd
3	Vall II	135	Ja	Ja nötf.	Apr 09	Vårkorn	Roterande växtföljd
<i>Led med olika gödslingshistoria</i>							
4	Vårvete	0	Nej	Nej	Sep 08	Havre	Fast led 1984-
5	Vårvete	90	Nej	Nej	Sep 08	Havre	Fast led 1984-
6	Vårvete	45	Nej	Ja, svinfl.	Sep 08	Havre	Fast led 1984-2005*
<i>Led med 0N i 1-åriga gödslingsförsök</i>							
7	Stråsäd	Normal	Nej		Höst -08	Havre	BC1 (0N)
8	Stråsäd	Normal	Nej		Höst -08	Havre	R1 (0N)
9	Stråsäd	Normal	Nej		Höst -08	Havre	R2 (0N)
10	Stråsäd	Normal	Nej		Höst -08	Havre	U3 (0N)

\* Tillfälligt avbruten flytgödseltillförsel för mätning av efterverkans effekter på skörd och utlakning.

### Avläsning med N-sensor

Grödans tillväxt och utveckling registrerades med handburen, passiv, N-sensor (Yara). Varje parcell avlästes från fyra håll och i enlighet med Yara's instruktioner. Den passiva sensorn fungerar enligt uppgift bäst vid mätning under soliga förhållanden och med relativt hög solvinkel. Varierande ljusförhållanden kan därför ha påverkat de enskilda mätresultaten.

De primära mätresultaten från N-sensorn kontrollerades och utvärderades av Yara, som sedan levererade framtagna värden för S1 (S1CER) och därifrån beräknade värden för grödans kväveinnehåll (SN), beräknade med hjälp av Yara's egen funktion.

### Databearbetning och utvärdering

På resultaten från grödprovtagningarna i N-gödslingsförsöken beräknades vid varje provtagningstillfälle försöksvisa medelvärden och på data från utlakningsrutorna beräknades medelvärden per förfrukt eller tidigare gödslingshistoria. Motsvarande medelvärden beräknades på S1-resp. SN-värdena från N-sensormätningarna. Inga egentliga statistiska utvärderingar har gjorts på det begränsade materialet från denna pilotstudie.

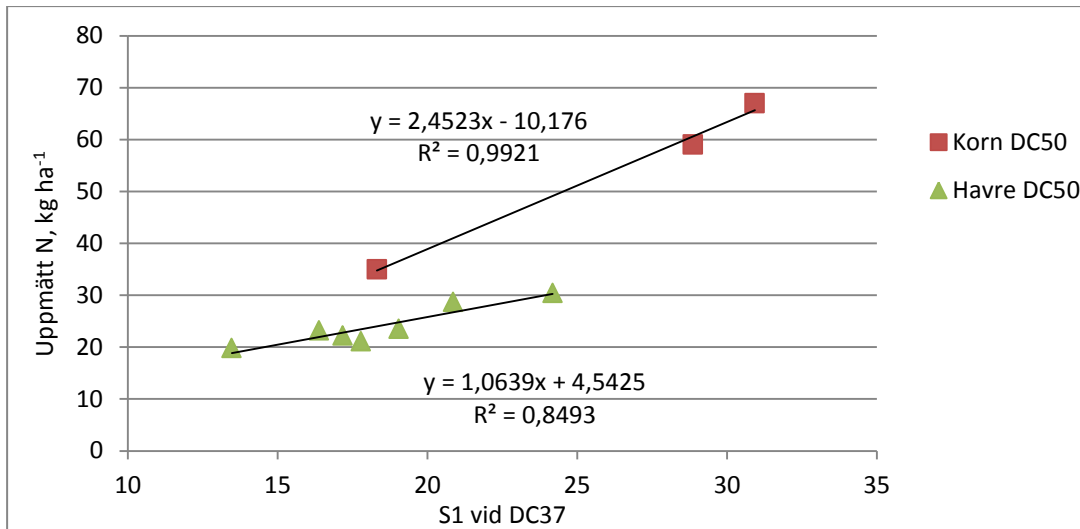
Utvärderingen har i första hand gått ut på att se om det verkar finnas något acceptabelt samband mellan någon av N-sensoravläsningarna och "maximala" kväveinnehåll i vårkorn resp. havre, och att få en uppfattning om storleksordningen på återspeglade skillnaderna mellan olika förfrukter eller andra systemskillnader.

### Resultat och diskussion

En sammanställning av "primära" mätvärden från N-sensormätningen (S1), med Yara's funktion beräknade kväveinnehåll (SN) och resultat från grödprovtagningarna presenteras i tabell 2. Ojämna bestånd och en snabb utveckling vid Mellby medförde att den planerade provtagningen vid DC 30 fick uteslutas. För alla försöksplatserna gäller att avläsning och provtagning sällan skedde exakt vid avsett utvecklingsstadium, ofta skedde provtagning något senare än avsett. En del av variationen hos S1-värdena kan antagligen tillskrivas inverkan av skiftande solljusförhållanden, men i senare utvecklingsstadium kan förmodligen grödfärgsskiftningar i samband med axgång, och ibland t.o.m. begynnande mognad, spela viss roll. N-sensorn är i första hand utvecklad och kalibrerad för att mäta beståndets status i relativt tidigt utvecklingsstadium (runt DC 37).

Tabell 2. Resultat av mätningar och provtagningar, N-sensors mätvärde (S1), därifrån beräknat N-innehåll (SN, kg ha<sup>-1</sup>) samt N-innehåll i provtaget växtmaterial (N(prov), kg ha<sup>-1</sup>)

Led	Förfrukt	Provtagning 1 (DC30)			Provtagning 2 (DC37)			Provtagning 3 (DC50)			Provtagning 4 (DC60)		
		S1	SN	N(prov)	S1	SN	N(prov)	S1	SN	N(prov)	S1	SN	N(prov)
<i>Led med olika förfrukter</i>													
1	Grönträda	-	-	-	29	62	61	25	48	59	24	47	58
2	Matpotatis	-	-	-	18	29	38	19	31	35	13	18	44
3	Vall II	-	-	-	31	71	56	30	66	67	24	47	68
<i>Led med olika gödslingshistoria</i>													
4	Vårvete	-	-	-	18	28	22	13	16	21	13	17	21
5	Vårvete	-	-	-	21	37	33	14	20	29	16	23	28
6	Vårvete	-	-	-	24	47	33	16	25	30	15	20	31
<i>Led med ON i 1-åriga gödslingsförsök</i>													
7	Stråsäd	15	21	7	17	26	15	17	26	22	-	-	26
8	Stråsäd	14	19	10	16	24	16	18	29	23	22	40	34
9	Stråsäd	14	19	8	13	18	13	16	23	20	22	38	31
10	Stråsäd	18	30	15	19	31	20	19	31	24	22	39	36



Figur 1. Förhållandet för vårkorn resp. havre mellan N-sensornvärde, S1 vid provtagning 2 (DC 37) och uppmätt ovanjordiskt kväveinnehåll vid provtagning 3 (DC 50).

En ibland påtaglig kärnbildning vid den sista provtagningen medför också att analysosäkerheten ökar betydligt vid analys av ett sam-malet grödprov, där man inte skiljer på kärna och halm. Osäkerheterna vid provtagning 4 (DC 60) har gjort att vi valt att i första hand använda provtagningensresultaten från provtagning 3 (DC 50), vilket medfört att upptaget av kväve i några av leden med havre som mätgröda kan ha underskattats.

#### *Möjliga samband mellan N-sensornvärden och kväveupptag*

Resultaten indikerar att avläsning med N-sensorn vid DC 37 (provtagning 2) kan ge för ändamålet acceptabla skattningar av grödans kväveupptag i 0N-parceller även med korn och havre som mätgrödor. Yara's SN-funktion (som den såg ut vid undersökningstillfället och som i huvudsak verkar baserad på höstvetete i DC 37), förefaller kunna ge en tämligen rimlig skattning i vårkorn, medan det finns en tendens att kväveupptaget ibland överskattas i havre. Vår tolkning av det starkt begränsade underlaget i denna studie är att man eventuellt behöver olika responsfunktioner för vårkorn resp. havre.

Avläsning med N-sensorn i utvecklingsstadium DC 37 förefaller fungera bra. Tidigare avläsning (DC30) gav osäkrare värden, men samtidigt förefaller oftast inte S1-värdena förändras särskilt snabbt efter DC37 så länge avläsningen sker före axets delar börjar bli synliga (DC45-47)

#### *Förfruktseffekter*

För vårkorn efter de tre olika förfrukterna varierade det uppmätta ovanjordiska kväveinnehållet mellan 35 kg ha<sup>-1</sup> (efter potatis) och 67 kg ha<sup>-1</sup> (efter vall II). I leden med havre som mätgröda var variationen mindre, alla hamnade i intervallet 20-30 kg ha<sup>-1</sup> (figur 1). En vedertagen skattning är att ca 25 % av en stråsädesgrödans totala innehåll finns i rötterna. Det skulle betyda en tillvaratagen kväveleverans från marken som varierade mellan 30-40 kg N ha<sup>-1</sup> efter höstplöjda stråsädesförfrukter, och upp till närmare 90 kg N ha<sup>-1</sup> efter vårplöjd vall, vilket ligger väl i linje med resultaten från en tidigare studie där förfruktseffekten efter olika valltyper mm studerades, (Torstensson, 1998). En extra kväveeffekt efter ett vårvallbrott i storleksordningen 50-60 kg ha<sup>-1</sup> borde vara väl värd att försöka ta vara på vid beräkning av den efterföljande grödans kvävebehov.

## Resultatförmedling

Resultaten har presenterats och diskuterats på möten med Fältforsk's växtnäringsgrupp. Slutrapporten publiceras som en Teknisk rapport vid avd. för Biogeofysik och vattenvård vid inst. För mark och miljö där den finns tillgänglig i elektronisk form.

## Tillkännagivanden

Projektet genomförs med finansiering från SLF och i nära samarbete mellan SLU, Regionala försöksorganisationer och YARA.

Provtagning, gödsling och övrigt fältarbete utfördes i allt väsentligt av lokala försöksutförare. Mätningar med N-sensor skedde i samarbete med YARA. All datainsamling och lagring av data skedde med ordinarie rutiner inom fältförsöksverksamheten, ansvarig forskningsledare var Lennart Mattsson, Inst. för mark och miljö. Forskningsledare Gunnar Torstensson ansvarade för projektledning och administration. Bearbetning, utvärdering, rapportering och publicering av resultat har skett gemensamt.

## Referenser

- Gruvaeus, I. 2007. Kvävebehov för höstvetete under olika odlingsförutsättningar. Mellansvenska försöksrapporten 2007,. 26-32.
- Jordbruksverket 2008. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2008. Rapport 2007:22, Jordbruksverket, Jönköping.
- Mattsson, L. 1991. Växtnäringsförsök 1990, Skörderesultat med växt- och jordanalyser. SLU, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära. Del 2, Rapport specialnr 1.
- Mattsson, L. 1992. Växtnäringsförsök 1991, Skörderesultat med växt- och jordanalyser. SLU, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära. Del 2, Rapport specialnr 2.
- Mattsson, L. 1993. Växtnäringsförsök 1992, Skörderesultat med växt- och jordanalyser. SLU, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära. Del 2, Rapport specialnr 3.
- Mattsson, L. 1999. Mullhalt och kvävemineralisering i åkermark. SLU, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, Rapport 201.
- Mattsson, L. 2004. Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar. SLU, Inst för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, Rapport 209.
- Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. SLU, Inst. för markvetenskap, avd. för växtnäringslära, Rapport 212.
- Torstensson, G. 1998. Nitrogen Delivery and Utilization by Subsequent crops after incorporation of Leys with Different Plant Composition. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol 16.
- Torstensson, G. 2003. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. Ekologiska odlingssystem med och utan djurhållning på sandig grovmo i södra Halland. *Ekohydrologi* nr 72. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torstensson, G. och Aronsson, H. 2008. Ekologisk odling - Utlakningsrisker och kväveomsättning. Odlingssystem med och utan djur på sandjord i Halland och på lerjord i Västergötland. Slutrapport för utlakningsperioden juli 2004 till juni 2007. Teknisk rapport 119. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.