

# Reduceret brug af kvælstof og pesticider

Økonomisk og miljømæssig effekt

Hans Spelling Østergaard, Jørgen Evald Jensen, Niels Bech  
Jensen og Lars Vissing Pedersen  
Dansk Landbrugsrådgivning, Landscenteret

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>8</b>
<b>1 REDUCERET BRUG AF KVÆLSTOF OG PESTICIDER - ØKONOMISK OG MILJØMÆSSIG EFFEKT</b>	<b>9</b>
1.1 DEMONSTRATIONSMARKER	9
1.2 SÆDSKIFTER, GØDSKNING OG PLANTEBESKYTTELSE	9
1.3 RESULTATER	13
1.3.1 <i>Udbytte i demonstrationsmarkerne</i>	13
1.3.2 <i>Dækningsbidrag i demonstrationsmarkerne</i>	16
1.3.3 <i>Miljømæssige forhold i demonstrationsmarkerne</i>	18
1.3.4 <i>Økonomiske og miljømæssige forhold i sædskifter</i>	19
1.4 BETYDNINGEN AF DEMOPROJEKTET I LOKALSAMFUNDET	20
1.5 KONKLUSION	21



# Forord

I denne rapport er meddelt resultaterne af projektet: "Reduceret brug af kvælstof og pesticider – økonomisk og miljømæssig effekt". Rapporten er udarbejdet af Dansk Landbrugsrådgivning i samarbejde mellem Landscentret, Planteavl og LandboNord

Formålet med projektet har været at demonstrere, at det er muligt at opretholde en intensiv landbrugsproduktion samtidig med, at det underliggende grundvand sikres mod forurening med kvælstof og pesticider.

Resultaterne af målingerne i 2001 og 2002 i seks demonstrationsmarker har givet fingerpeg om de miljømæssige og økonomiske konsekvenser af reduceret kvælstofgødskning, undladelse af plantebeskyttelse og såning uden forudgående pløjning i ejendommenes normale sædskifte og i et særligt grundvandssædskifte. Resultaterne viser, at konsekvensen af reduceret gødskning og undladelse af plantebeskyttelse er forskellig fra år til år og fra afgrøde til afgrøde.

Resultaterne fra demonstrationsmarkerne kan sammen med resultaterne fra andre undersøgelser være med til at klarlægge, hvordan man bedst sikrer grundvandet i følsomme områder og hvad de økonomiske konsekvenser er. Men resultaterne kan ikke stå alene, da de stammer fra kun 6 marker i kun to år.

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem LandboNord og Landscentret, Planteavl og er finansieret af Miljøstyrelsen.



# Sammenfatning og konklusioner

Dansk Landbrugsrådgivning, LandboNord og Landscentret, Planteavl iværksatte i 2001 et demonstrationsprojekt med reduceret brug af kvælstof og pesticider. Demonstrationerne blev gennemført på to landbrugsejendomme.

Formålet med projektet har været at demonstrere, at det er muligt at dyrke landbrugsjorden på en måde, så det underliggende grundvand sikres mod forurening med kvælstof og pesticider.

I foråret 2001 blev der etableret seks demonstrationsmarker, fordelt på to ejendomme i Nordjylland. I hver mark blev oprettet to delmarker på hver cirka 1 ha. Delmark 1 blev dyrket med det normale sædskifte for ejendommen, mens delmark 2 i alle år blev dyrket med et "grundvandssædskifte". I det normale sædskifte for ejendommen er pløjefri dyrkning sammenlignet med almindelig jordbehandling.

I demonstrationsmarkerne er kvælstofgødsning efter de gældende normer og plantebeskyttelse sammenlignet med reduceret kvælstofgødsning (60 pct. af normen) med og uden pesticider.

Undladelse af plantebeskyttelse har været forbundet med store omkostninger især i vinterhvede. Modsætningen til vinterhvede har været vårbyg, hvor undladelse af plantebeskyttelse ikke har påvirket det økonomiske udbytte negativt. Årsagen til det økonomiske tab ved undladelse af plantebeskyttelse har i altovervejende grad været et stort ukrudtstryk forårsaget af en stor frøpulje i 2002, som skyldes den manglende bekæmpelse af ukrudt i 2001.

I demonstrationsmarkerne har efterafgrøder været en meget effektiv måde at reducere nitratudvaskningen på, mens en reduktion af kvælstofmængden og reduceret jordbehandling kun har haft en lille eller ingen effekt.

Generelt viser projektets resultater, at en reduceret indsats ofte har kunnet betale sig i vårbyg, hvorimod det uden tilskud har været en dårlig forretning i vinterhvede.

Resultaterne fra demonstrationsmarkerne kan sammen med resultaterne fra andre undersøgelser være med til at klarlægge, hvordan man bedst sikrer grundvandet i følsomme områder og hvad de økonomiske konsekvenser er. Men resultaterne fra dette projekt kan ikke stå alene, da de stammer fra kun 6 marker i kun to år.

# Summary and conclusions

In 2001 the Danish Agricultural Advisory Service, LandboNord Farm Consulting & Accounting and the National Centre/Crop Production started a project demonstrating the effect of reduced use of nitrogen fertilizer and no use of pesticides. The demonstrations were carried out at two farms.

The purpose of the project was to demonstrate that it is possible to secure an effective agricultural production in the field and - at the same time - to protect the groundwater against pollution with nitrate and pesticides.

In spring 2001 six demonstration fields were established at two farms in the northern part of Jutland. In each of the fields two subfields were established, each of approximately one hectare. One subfield was cultivated with normal crop rotation for the farm, and the other was cultivated with a special rotation aiming at minimising nitrate leaching. In the subfield with normal crop rotation normal soil cultivation was compared with reduced soil cultivation.

In the demonstration fields nitrogen fertilisation according to the standards for the crops and for plant protection was compared to the reduced nitrogen fertilisation (60 pct. of the norms) with and without chemical plant protection.

No use of chemical plant protection resulted in a substantial reduction of economic income, especially for winter wheat. On the other hand, for spring barley the economic yield was not reduced. The reason for the reduction of the economic income was a large population of weeds, especially in 2002, caused by the lack of plant protection in 2001.

In the demonstration fields cover crops appeared to be an effective way to reduce nitrate leaching. On the other hand, the reduction of nitrogen fertiliser and reduced soil cultivation had no or only a very small effect on nitrate leaching.

In general, the results of the project show that in many cases reduced use of nitrogen fertiliser and pesticides did not cause severe reduction of the economic income from spring barley, whereas for winter wheat, the economic yield was severely reduced.

Together with results from other projects, the results from the demonstration project show how best to protect the groundwater in vulnerable zones, and what the economic consequences are. Results from this project can, however, not stand alone, as they are based on experience gained from only six fields in only two years.



# 1 Reduceret brug af kvælstof og pesticider - økonomisk og miljømæssig effekt

LandboNord og Landscentret | Planteavl iværksatte i 2001 et demonstrationsprojekt med reduceret brug af kvælstof og pesticider.

Formålet var - under praktiske forhold - at demonstrere, hvordan der med en fortsat landbrugsdrift kan opnås en reduktion i nitratkoncentrationen i det vand, som løber ud af rodzonen, så der også i nitratfølsomme områder kan dannes grundvand med et lavt nitratindhold. Den lavere udvaskning af nitrat skal opnås ved en relativt begrænset ændring af sædskiftet, gødningsniveauet, jordbearbejdningsteknikken mv. Målet var samtidig at landmanden skulle bevare sin økonomiske indtjening.

Et vigtigt element i projektet har været at vise, hvordan den ændrede dyrkningspraksis blandt andet pesticidfri dyrkning, tager sig ud i praksis. I demonstrationerne er dels anvendt gældende MVJ-ordninger, dels generelle dyrkningsforhold, som kan reducere miljøbelastningen. Projektet har været finansieret af Miljøstyrelsen.

## 1.1 Demonstrationsmarker

I foråret 2001 blev der etableret seks demonstrationsmarker, fordelt på to ejendomme beliggende ved hhv. Brønderslev og Øster Vrå.

## 1.2 Sædskifter, gødsning og plantebeskyttelse

I hver af de to demonstrationsmarker er oprettet to delmarker på hver cirka 1 ha. Delmark 1 er dyrket med det normale sædskifte og med den normale dyrkningsteknik for ejendommen og afgrøden med hensyn til jordbearbejdning, tilførsel af husdyrgødning og handelsgødning, plantebeskyttelse etc. Delmark 2 er dyrket med et "grundvandssædskifte", som er opstillet på en måde, så der er opnået en reduktion i kvælstofudvaskningen og sådan, at det giver så få ændringer i ejendommens normale drift som muligt. I praksis har grundvandssædskiftet bestået i, at der i videst muligt omfang har været græsudlæg på marken i efterårs- og vintermånederne.

De gennemførte sædskifter fremgår af tabel 1.

Da et af formålene har været at demonstrere forskellige dyrkningsstrategier, er der arbejdet med storparceller på cirka 500 m<sup>2</sup>. Alle behandlinger er gennemført i fire gentagelser. På figur 1 er vist en skitse over demonstrationsarealet.

I demonstrationsmarkerne er normal kvælstofgødskning og plantebeskyttelse sammenlignet med reduceret kvælstofgødskning med og uden kemiske planteværnsmidler. Det bemærkes, at der blev gennemført ukrudtsbekæmpelse i efteråret 2000 i de "usprøjtede" demonstrationsmarker, fordi forsøgene ikke var iværksat på det pågældende tidspunkt.

Græsudlægget er sået sammen med kornet, undtagen i det usprøjtede led, hvor der er gennemført nogle striglinger efter såning af vårbyg. Der er ikke striglet i vintersæden i ejendommens sædskifte. I grundvandssædskiftet er græsudlægget pløjet ned i foråret. Udlægget har været for kraftigt til, at der kunne sås direkte.

Generelt er forsøgsbehandlingerne gennemført sådan, som man ville gøre i praksis. Forsøgsbehandlingerne fremgår af tabel 2 og 3.

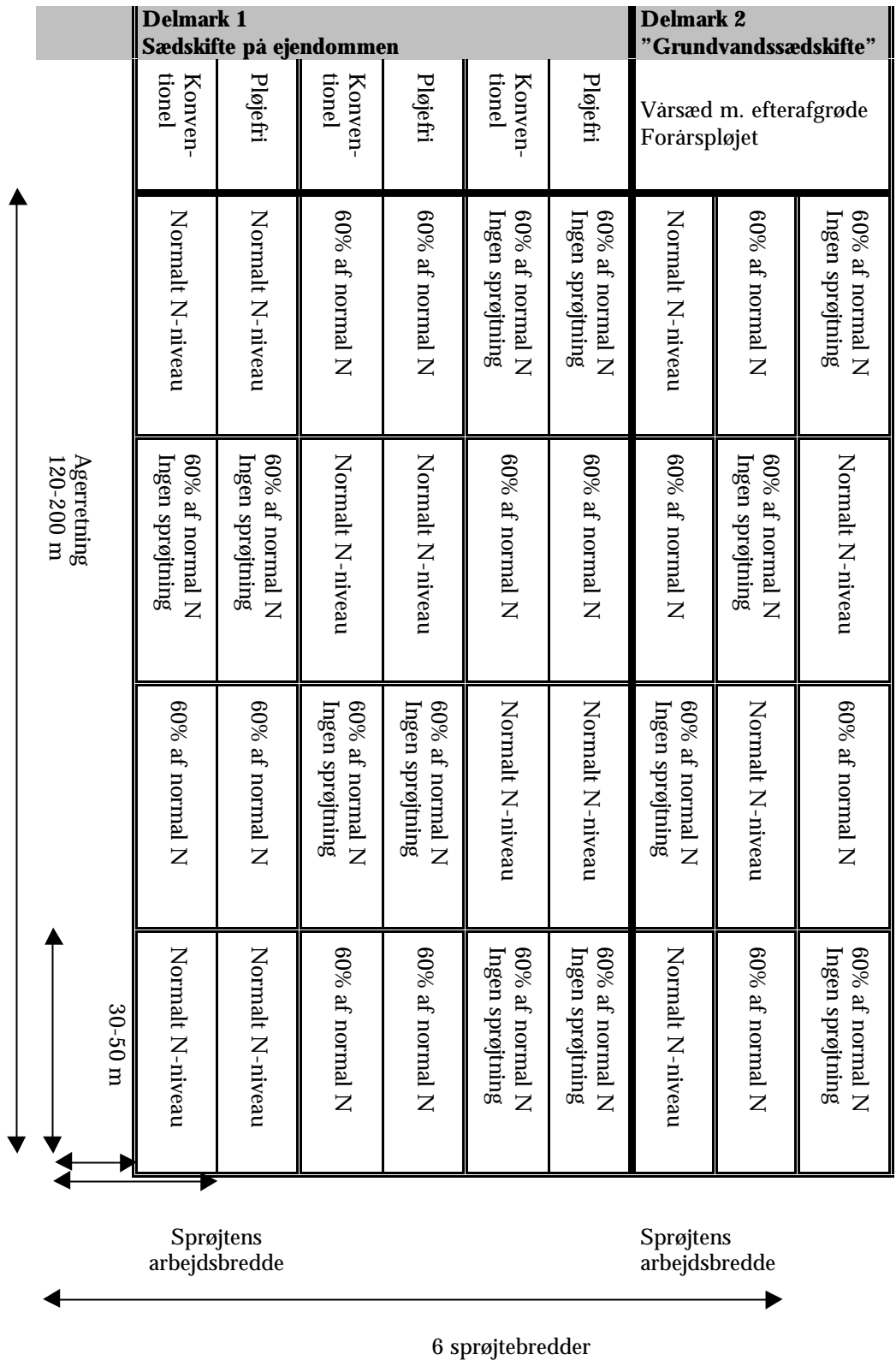
I markerne er der foretaget registreringer af blandt andet ukrudt, angreb af sygdomme og skadedyr, og der er målt N-min medio november samt udbytter ved høst.

Ved sammenligning af resultaterne fra grundvandssædskiftet med resultaterne fra ejendommens sædskifte skal man være opmærksom på, at der er tale om demonstrationsmarker, og at forskellene ikke er statistisk sikre. Der kan være tale om betydelig markvariation mellem de to delmarker, selvom demonstrationsarealerne er forsøgt placeret i et så ensartet område i marken som muligt.

Tabel 1. Gennemførte sædskifter på de 6 marker i demonstrationsprojektet

	2000	2001				2002				
		Forår		Efterår		Forår		Efterår		
Sædskifter										
Lokalitet	Mark nr.	Forfrugt	Ejendommen	Grundvand	Ejendommen	Grundvand	Ejendommen	Grundvand	Ejendommen	Grundvand
<b>Brønderslev</b>	67	Havre	Hvede	Hvede m. udl.	Vinterbyg	Udlæg	Vinterbyg	Vårbyg m. udl.	Vinterraps	Udlæg
	66	Vinterhvede	Havre	Havre m. udl.	Hvede	Udlæg	Hvede	Vårbyg m. udl.	Vinterbyg	Udlæg
	64	Vinterbyg	Vinterraps	Vinterraps	Hvede	Spildfrø	Hvede	Vårbyg m. udl.	Vinterbyg	Udlæg
<b>Flauenskjold</b>	1	Vinterbyg	Vinterraps	Vinterraps	Hvede	Spildfrø	Hvede	Vårbyg m. udl.	Sort	Udlæg
	9	Vårbyg	Hvede	Hvede m. udl.	Sort	Udlæg	Vårbyg	Vårbyg m. udl.	Sort	Udlæg
	8	Vinterraps	Vårbyg	Vårbyg m. udl.	Sort	Udlæg	Havre	Havre m. udl.	Hvede	Udlæg

Figur 1. Skitse over demonstrationsmarkerne.



Tabel 2. Forsøgsbehandlinger i ejendommens normale sædskifte

Dyrknings- indsats	Forsøgsbehandlinger, ejendommens sædskifte					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
N-niveau	Normalt	Normalt	60 pct.	60 pct.	60 pct.	60 pct.
Sprøjtning	ja	ja	ja	ja	nej	nej
Pløjning efterår	ja	nej	ja	nej	ja	nej

Tabel 3. Forsøgsbehandlinger i grundvandssædskiftet

Dyrknings- indsats	Forsøgsbehandlinger, grundvandssædskifte		
	A	B	C
N-niveau	Normalt	60 pct.	60 pct.
Sprøjtning	ja	ja	nej
Pløjning, forår	nej	nej	nej

### 1.3 Resultater

#### 1.3.1 Udbytterne i demonstrationsmarkerne

I tabel 4 - 6 er vist resultaterne af udbyttmålingerne i 2001 og 2002. Reduceret gødskning og undladelse af plantebeskyttelse har i alle tilfælde bortset fra en enkelt mark i 2002 medført en betydelig reduktion i udbytterne

I tabel 4 er vist resultaterne af udbyttmålingerne i *ejendommens sædskifte*, og hvor der er gennemført en traditionel jordbearbejdning. *Reduceret kvælstoftilførsel på 60 pct. af normen* har medført et udbyttetab på mellem 7 og 11 pct. i kornafgrøderne i 2001 og mellem 8 og 19 pct. i 2002. I 2001 har udbyttetabet i kornafgrøderne i gennemsnit været 6 hkg pr. ha, mens det i 2002 i gennemsnit har været 11 hkg pr. ha. Generelt har udbyttetabet i hkg pr. ha været næsten dobbelt så stort i vinterkorn som i vårkorn. I vinterraps har udbyttetabet ved reduceret gødskning været 18 pct. eller 6 hkg. pr. ha i 2001. I 2002 har der ikke været forsøg med vinterraps.

Tabel 4. Demonstrationsprojekt. Ejendommens sædskifte. Effekt på udbyttet af reduceret gødskning og manglende plantebeskyttelse. () = antal forsøg.

Afgroede	År	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha		
		100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	
		Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plante-Beskyttelse
Havre	2001 (1)	66,9	-5,4	-1,9
	2002 (1)	66,2	-12,4	-10,8
Vinterbyg	2002 (1)	48,6	-8,3	-14,5
Vinterhvede	2001 (2)	72,2	-7,7	-15,9
	2002 (3)	77,0	-14,2	-35,7
Vinterraps	2001 (2)	33,2	-5,9	-5,2
Vårbyg	2001 (1)	41,7	-2,9	-6,4
	2002 (1)	37,9	-3,6	-7,7

Undladelse af plantebeskyttelse mod sygdomme, skadedyr og ukrudt i ejendommens sædskifte har fordoblet udbyttetabet i vinterbyg, vinterhvede og vårbyg i forhold til reduceret gødskning alene. I vinterhvede har udbyttetabet været 16 hkg pr. ha i 2001 og 36 hkg pr. ha i 2002. I vårbyg har udbyttetabet været 6 hkg pr. ha i 2001 og 8 hkg pr. ha i 2002. Udbyttetabet ved undladelse af plantebeskyttelse har altså været større i vinterkorn end i vårkorn og større i 2002 end i 2001. Registreringerne i markerne viser, at undladelse af plantebeskyttelse i 2002 især har haft en effekt på ukrudtsmængden og i mindre grad på angreb af svampe- og skadedyr. I et enkelt vinterhvedeforsøg har der været et betydeligt angreb af Septoria. Problemerne med især tokimbladet ukrudt har været meget større i 2002 end i 2001. I 2002 har frøpuljen været meget stor. Den hyppigste ukrudtsart har især været agerstedmoder og problemet har været størst i vinterhvede. I en enkelt mark har der været en tæt bestand af enårig rapgræs i både de sprøjtede og usprøjtede parceller. Det bemærkes, at vinteesædsmarkerne skulle have været striglet i foråret 2001, men blev det ikke på grund af vejrforholdene. I havre og vinterraps har der ikke været nogen effekt af undladelse af plantebeskyttelse sammenlignet med reduceret gødskning alene.

I tabel 5 er vist resultaterne af udbyttmålingerne i *grundvandssædskiftet*. I 2001 var afgrøderne de samme i grundvandssædskiftet som i ejendommens sædskifte, men der var udlæg af græs. I 2002 har der udelukkende været vårbyg eller havre med græsudlæg i grundvandssædskiftet.

Tabel 5. Demonstrationsprojekt. Grundvandssædskifte. Effekt på udbyttet af reduceret kvælstofgødskning og manglende plantebeskyttelse.  
() = antal forsøg.

Afgroede	År	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha		
		100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	
		Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse
Havre m. udl. (1)	2001	67,4	-5,1	-6,3
Vinterhvede m. udl. (2)		77,8	-14,1	-20,9
Vinterraps (2)		34,4	-6,7	-8,0
Vårbyg m. udl. (1)		39,6	-3,4	-9,4
Havre m. udl. (1)	2002	59,3	-10,7	-11,4
Vårbyg m. udl. (5)		52,2	-5,6	-13,9

Reduceret gødskning har medført et større udbyttetab i grundvandssædskiftet end i ejendommens sædskifte. I gennemsnit af kornafgrøderne var udbyttetabet i 2001 9 hkg pr. ha i grundvandssædskiftet og 6 hkg pr. ha i ejendommens sædskifte. Undladelse af plantebeskyttelse har medført et større udbyttetab i vårbyg i grundvandssædskiftet end i ejendommens sædskifte i både 2001 og 2002. Årsagen kan være en manglende effekt af ukrudtstriglingen efter såning af vårbyg i 2002 og at der i 2001 ikke blev gennemført en ukrudtsstrigling i markerne uden kemisk bekæmpelse.

I 2001 har der ikke været nogen effekt af græsudlægget på udbyttet i dæksæden, undtagen i en enkelt vinterhvedemark, hvor der har været en betydelig udbyttetigning. Årsagen kan være markvariation, eller løsning af jorden, der er sket i forbindelse med såning af græsudlægget i april måned.

I 2002 har afgrøderne ikke været de samme i de to sædskifter. Sammenlignes udbytterne på tværs af afgrøderne, har der været et mindreudbytte af vårbyg end af vinterhvede og havre, mens der har været en udbyttegevinst ved at skifte vinterbyggen ud med vårbyg, måske på grund af lejesæd i vinterbyggen.

#### 1.3.1.1 Såning uden pløjning

I ejendommens sædskifte er der ud over en almindelig jordbearbejdning i forbindelse med såning også gennemført *såning uden pløjning, men med forudgående harvning*. Resultaterne fremgår af tabel 6. Ved gødskning efter normerne og med kemisk bekæmpelse af ukrudt, svampe og skadedyr har såning uden pløjning i alle afgrøder medført et udbyttetab på 8 til 14 pct. eller mellem 4 og 9 hkg pr. ha. Årsagen kan være et ringere plantetal og et større ukrudtstryk, især af græsukrudt.

Reduceret gødskning har i delmarkerne med såning uden pløjning i gennemsnit af kornafgrøderne i 2002 medført et udbyttetab på 11 hkg pr. ha, hvilket svarer til udbyttetabet, hvor der var udført en almindelig jordbehandling. Reduceret gødskning og undladelse af plantebeskyttelse har i 2002 i delmarkerne med såning uden pløjning i 2002 medført et udbyttetab på 24 hkg pr. ha i gennemsnit af kornafgrøderne, hvilket svarer til udbyttetabet, hvor der var udført en almindelig jordbehandling. Effekten af reduceret gødskning og undladelse af plantebeskyttelse har altså været den samme, uanset om der har været gennemført en traditionel jordbehandling

eller ej. Men såning uden forudgående pløjning har sænket udbyttene med knap 7 hkg pr. ha i 2002.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at forholdene i delmarkerne med såning uden pløjning ikke i alle tilfælde har været ideelle. Det skyldes, at forsøgsmejetærskeren ikke har været i stand til at snitte og sprede halmen tilfredsstillende. Resultaterne er derfor ikke udtryk for, hvilke udbytter der kan opnås ved såning uden forudgående pløjning.

Tabel 6. Demonstrationsprojekt. Ejendommens sædskifte. Effekt på udbyttet i 2002 af såning uden pløjning. () = antal forsøg.

Afgroede	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha		
	100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	
	Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse
Havre (1)	57,6	-12,1	-13,5
Vinterbyg (1)	44,2	-8,3	-15,8
Vinterhvede (3)	68,7	-12,2	-36,0
Vårbyg (1)	34,0	-9,0	-8,9

### 1.3.2 Dækningsbidrag i demonstrationsmarkerne

I tabel 7 er vist de beregnede dækningsbidrag, fratrukket omkostninger til etablering i demonstrationsmarkerne i 2001 og 2002. Beregningerne er gennemført med standardomkostninger til planteværn, maskinstationstakster til jordbearbejdning samt en kornpris på 65 kr. pr. hkg. Forudsætningerne er afgørende for resultatet af de økonomiske beregninger. Beregningerne er foretaget uden et eventuelt tilskud til reduceret N-gødsning eller etablering af græsudlæg i kornafgrøderne.



Tabel 7. Demonstrationsprojekt. Dækningsbidrag fratrukket omkostninger til etablering og med standardomkostninger til planteværn og maskinstationstakster til jordbearbejdning. 2001 og 2002 i ejendommens sædskifte med almindelig såning og såning uden pløjning samt i grundvandssædskiftet

Udbytte og merudbytte, kr. pr. ha											
År	Afgrode	Ejendommens sædskifte						Grundvandssædskifte			
		Alm. såning			Såning uden pløjning			Afgrode	Alm. såning		
		100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	Ingen plantebeskyttelse	100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	Ingen plantebeskyttelse		100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	Ingen plantebeskyttelse
		Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse		Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse
2001	Havre (1)	3655	-83	314	-	-	-	Havre m. udl. (1)	3384	-66	61
2002	Havre (1)	2900	-536	-248	2676	-519	-403	Havre m. udl. (1)	2201	-449	-219
2002	Vinterbyg (1)	1651	-198	-147	1662	-200	-225	Vårbyg m. udl. (1)	2194	-455	-837
2001	Vinterhvede (2)	3927	-107	-3	-	-	-	Vi. hvede m udl. (2)	3958	-484	-292
2002	Vinterhvede (3)	3449	-461	-1192	3233	-406	-1208	Vårbyg m. udl. (3)	1770	-148	-333
2001	Vinterraps (2)	3152	-501	-52	-	-	-	Vinterraps (2)	3351	-631	-479
2001	Vårbyg (1)	2098	94	161	-	-	-	Vårbyg m. udl. (1)	1676	65	-14
2002	Vårbyg (1)	1115	22	54	1157	-293	-17	Vårbyg m. udl. (1)	792	394	292

Reduceret N-gødskning og manglende plantebeskyttelse har i vinterhvede i 2002 medført et økonomisk tab på mere end 1000 kr. pr. ha. Undladelse af plantebeskyttelse har medført betydelige ukrudtsproblemer i vinterhvede i 2002. Reduceret N-gødskning alene har i 2002 i vinterhvede medført et økonomisk tab på omkring det halve. Det økonomiske tab ved reduceret gødskning og undladelse af plantebeskyttelse i 2002 har i de øvrige afgrøder varieret fra en lille gevinst i vårbyg til et tab på ca. 250 kr. pr. ha i havre. I havre og til dels vinterbyg har det i 2002 været en økonomisk gevinst både at reducere kvælstofgødskningen og undlade plantebeskyttelsen sammenlignet med kun at reducere kvælstoftilførslen.

I 2001 har de økonomiske tab ved reduceret gødskning og manglende plantebeskyttelse været betydeligt mindre end i 2002. I vårbyg og havre har der i 2001 været et lille økonomisk merudbytte ved reduceret N-gødskning og manglende plantebeskyttelse. I havre, vinterhvede og vårbyg, hvor beregningerne er gennemført i både 2001 og 2002, har de økonomiske omkostninger ved reduceret gødskning og manglende plantebeskyttelse været væsentlig større i 2002 end i 2001. Manglende plantebeskyttelse har især i 2002 medført store ukrudtsproblemer i vinterhvede. I grundvandssædskiftet har store økonomiske omkostninger især været en realitet, hvor en normalbehandlet vinterhvede er udskiftet med vårbyg med udlæg. De beregnede økonomiske mindreudbytter i forbindelse med såning uden forudgående pløjning skal tages med forbehold, da vækstforholdene ikke i alle tilfælde har været ideelle, fordi det anvendte udstyr ikke har været det bedst egnede til formålet.

### 1.3.3 Miljømæssige forhold i demonstrationsmarkerne

Den miljømæssige effekt af de forskellige dyrkningstiltag er demonstreret gennem målinger af N-min indholdet i det sene efterår. Jo mindre N-min indholdet er på dette tidspunkt, jo mindre er risikoen for nitratudvaskningen. Resultaterne af målingerne i efteråret 2001 og 2002 er vist i tabel 8 sammen med resultaterne af udvaskningsberegningerne med udvaskningsmodellen SimIIIb. Resultaterne af udvaskningsberegningerne er vist som den beregnede nitratkoncentration i det vand, der strømmer ud af rodzonen og bevæger sig mod grundvandet eller gennem dræn til overfladevandet.

Tabel 8. Demonstrationsprojekt. Målt N-min indhold og beregnet nitratudvaskning i ejendommens sædskifte og i grundvandssædskiftet efterår 2001.

Sædskifte	N-min efterår, kg pr. ha 0-100 cm			Beregnet nitratudvaskning, mg nitrat pr. l	
	N-norm	60 pct. af N- norm	N-norm	N-norm	60 pct. af N- norm
	Alm. såning		Såning uden pløjning	Alm. såning	
<i>2001</i>					
Ejendom	63	57	63	90	70
Grundvand	36	30	30	42	33
<i>2002</i>					
Ejendom	66	59	62	79	62
Grundvand	23	21	20	35	31

Resultaterne af N-min målingerne demonstrerer en meget tydelig effekt af græsudlægget i grundvandssædskiftet. N-min indholdet i det sene efterår er næsten halveret i efteråret 2001 og mere end halveret i efteråret 2002 sammenlignet med N-min indholdet i ejendommens sædskifte. Reduktion af kvælstofmængden til 60 pct. af normen antyder en lille reduktion i N-min indholdet i både 2001 og 2002, mens der ikke har været nogen effekt af den reducerede jordbearbejdning.

Resultaterne af udvaskningsberegningerne med modellen SimIIIb viser i overensstemmelse med resultaterne af N-min målingerne en halvering af udvaskningen i grundvandssædskiftet.

#### 1.3.4 Økonomiske og miljømæssige forhold i sædskifter

I tabel 9, 10 og 11 er vist de gennemsnitlige dækningsbidrag i ejendommens sædskifte med almindelig såning (tabel 9) og med såning uden pløjning (tabel 10) og i et grundvandssædskifte (tabel 11). Sædskifterne fremgår af tabel 1 og resultaterne i tabel 9 og 10 er gennemsnit af de 2 ejendomme for årene 2001 og 2002. Ved vurdering af tallene i de to tabeller skal man være opmærksom på, at resultaterne stammer fra 6 marker i to år med de forhold, der har været gældende der. Forholdene vil være anderledes i andre marker, i andre sædskifter, i andre år og på lang sigt. Ligeledes vil ændringer i prisforholdene ændre på de økonomiske konsekvenser. Resultaterne i tabel 7 viser, at det økonomiske tab ved at reducere kvælstofmængden og ved at undlade kemisk plantebeskyttelse er størst i vintersæd og især i vinterhvede, mens de økonomiske konsekvenser er mindre i vårsæd. Resultaterne i tabel 7 i 2001 og 2002 viser også, at ukrudtsproblemet vokser med årene, hvis man ikke jævnligt får rensset op i frøpuljen.

Af tabel 9 fremgår, at dækningsbidraget i ejendommens sædskifte har været 275 kr. pr. ha mindre ved at reducere kvælstoftilførslen til 60 pct. af N-normen sammenlignet med at tilføre kvælstof efter normerne. Der blev opnået en reduktion af jordens N-min indhold om efteråret på 6-7 kg N pr. ha. ved at reducere kvælstofmængden til 60 pct. af normen (tabel 8). Prisen pr. kg reduceret N-min om efteråret har altså været lidt over 40 kr pr. ha ved at reducere kvælstofmængden til 60 pct. af normen.

Tabel 9. Dækningsbidrag fratrukket omkostninger til etablering og med standardomkostninger til planteværn og maskinomkostninger til jordbearbejdning beregnet i de sædskifter, der fremgår af tabel 1 i gennemsnit af årene 2001 og 2002. *Ejendommens sædskifte og almindelig såning.*

100 pct. Af N-norm	60 pct. af N-norm	
Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse
2994	2719	2698

Tabel 10. Dækningsbidrag fratrukket omkostninger til etablering og med standardomkostninger til planteværn og maskinomkostninger til jordbearbejdning beregnet i de sædskifter, der fremgår af tabel 1 i gennemsnit af årene 2001 og 2002. *Ejendommens sædskifte og såning uden pløjning.*

100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	
Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse
2532	2161	1821

Såning uden pløjning har i disse forsøg medført et økonomisk tab på lidt over 450 kr pr. ha (tabel 10). Reduktion af kvælstoftilførslen til 60 pct. af normen har i forsøgene uden pløjning medført et økonomisk mindreudbytte på ca. 375 kr pr. ha og udeladelse af plantebeskyttelse har forøget det økonomiske tab til over 700 kr pr. ha.

Forholdene i delmarkerne med såning uden pløjning har ikke i alle tilfælde været ideelle. Det skyldes, at forsøgsmejetærskeren ikke har været i stand til at snitte og sprede halmen tilfredsstillende. Resultaterne er derfor ikke udtryk for, hvilke udbytter der kan opnås ved såning uden forudgående pløjning.

Af tabel 11 fremgår, at det økonomiske tab ved at reducere kvælstoftilførslen til 60 pct. af N-normen i grundvandssædskiftet har været ca. 265 kr. pr. ha. sammenlignet med at tilføre kvælstof efter normerne. I grundvandssædskiftet er der ikke opnået en reduktion af N-min indholdet om efteråret ved at reducere kvælstoftilførslen.

Tabel 11. Dækningsbidrag fratrukket omkostninger til etablering og med standardomkostninger til planteværn og maskinomkostninger til jordbearbejdning beregnet i de sædskifter, der fremgår af tabel 1 i gennemsnit af årene 2001-2003. *Grundvandssædskifte.*

100 pct. af N-norm	60 pct. af N-norm	
Plantebeskyttelse	Plantebeskyttelse	Ingen plantebeskyttelse
2515	2249	2243

Dækningsbidraget har været ca. 480 kr. mindre pr. ha i grundvandssædskiftet end i ejendommens sædskifte. Hovedårsagen til, at den økonomiske indtjening falder i grundvandssædskiftet skyldes, at vintersæd i høj grad erstattes af vårsæd. En sammenligning af udbytterne i de marker, hvor hovedafgrøden har været den samme (dvs. vårbg eller havre), og som har været dyrket uden græsudlæg i ejendommens sædskifte og med græsudlæg i grundvandssædskiftet viser, at græsudlægget i gennemsnit har medført et udbyttetab på 2 hkg pr. ha.

Af tabel 8 fremgår, at der er opnået en meget betydelig reduktion af N-min indholdet om efteråret og i den beregnede nitratudvaskningen ved at sikre, at der har været græsudlæg på markerne i efterårs- og vintermånederne. I gennemsnit har N-min indholdet været 35 kg N lavere i grundvandssædskiftet end i ejendommens sædskifte. Det svarer til, at prisen pr. kg reduceret N-min har været mindre end. 15 kr. pr. ha. ved at anvende grundvandssædskiftet.

#### 1.4 Betydningen af demoprojektet i lokalsamfundet

Anlæg af og gennemførelse af demonstrationsmarkerne er fulgt meget nøje i lokalsamfundet.

Der har været gennemført adskillige markvandring med efterfølgende diskussioner af de berørte problemstillinger i demonstrationsmarkerne. Både politikere, kommunale og amtslige medarbejdere, vandværksbestyrelser og mange landmænd har besøgt demonstrationerne igennem de 2 år.

Interessen har således været meget stor blandt landmænd, idet mange er blevet opmærksomme på den problemstilling, der opstår, når vandværkerne inden længe skal overveje gennemførelse af grundvandsbeskyttelse i deres indvindings oplande. Snakken om indsatsplaner har efterhånden stået på

meget længe og kun på enkelte vandværker i Nordjyllands amt er snakken blevet udmøntet i reelle indsatsplaner.

Der er ved mange lejligheder blevet stillet spørgsmålet: ”Kan man med rentabel landbrugsproduktion samtidig ”dyrke” rent grundvand?”

Gennemførelsen af og resultaterne fra dette projekt har været med til at give både landmænd, politikere og vandværkerne en bedre forståelse for de problematikker og biologiske forhold, der er meget vigtige i den videre fremfærd med indsatsplanerne.

Projektet er således også blevet brugt som udgangspunkt for den behandling af problemstillingen, der er foregået gennem de sidste par år i Grundvandsrådet, som er et bredfavnende råd nedsat af Nordjyllands amt.

Ligeledes har demonstrationsprojektet medført en så stor fokus på grundvandsbeskyttelsen, at LandboNord's bestyrelse har nedsat et arbejdsudvalg, som overfor LandboNord bestyrelse skal sikre landboforeningens aktive medvirken i sikringen af rent drikkevand.

## 1.5 Konklusion

Resultaterne af målingerne i 2001 og 2002 på seks demonstrationsmarker har givet indikationer af de miljømæssige og økonomiske konsekvenser af reduceret kvælstofgødsning, udeladelse af plantebeskyttelse og såning uden forudgående pløjning i ejendommens sædskifte og i et grundvandssædskifte.

“Grundvandssædskiftet” er opstillet på en måde, så der er opnået en reduktion i kvælstofudvaskningen og sådan, at det giver så få ændringer i ejendommens normale drift som muligt. I praksis har grundvandssædskiftet bestået i, at der i videst muligt omfang har været græsudlæg på marken i efterårs- og vintermånederne.

I *ejendommens sædskifte* har reduceret N-gødsning på 60 pct. af normen medført en lille reduktion i N-min indholdet om efteråret og dermed reduceret risikoen for nitratudvaskning en lille smule.

Resultaterne af udbyttmålingerne viser, at der har været betydelige forskelle mellem de to år og betydelige forskelle mellem afgrøderne. I 2001 har udbyttetabet ved reduceret N-gødsning på 60 pct. af normen i kornafgrøderne i gennemsnit været 6 hkg pr. ha, mens det i 2002 i gennemsnit har været 11 hkg pr. ha. Generelt har udbyttetabet i hkg pr. ha været næsten dobbelt så stort i vinterkorn som i vårkorn.

Undladelse af plantebeskyttelse mod sygdomme, skadedyr og ukrudt i ejendommens sædskifte har fordoblet udbyttetabet i vinterbyg, vinterhvede og vårbyg i forhold til reduceret gødsning alene. I vinterhvede har udbyttetabet været 16 hkg pr. ha i 2001 og 36 hkg pr. ha i 2002. I vårbyg har udbyttetabet været 6 hkg pr. ha i 2001 og 8 hkg pr. ha i 2002. Udbyttetabet ved undladelse af plantebeskyttelse har altså været større i vinterkorn end i vårkorn og større i 2002 end i 2001.

Reduceret N-gødsning og manglende plantebeskyttelse har i 2002 medført et økonomisk tab på mere end 1000 kr. pr. ha. i vinterhvede. Reduceret N-gødsning alene har i 2002 i vinterhvede medført et økonomisk tab på omkring det halve. Det økonomiske tab ved reduceret gødsning og undladelse af plantebeskyttelse i 2002 har i de øvrige afgrøder varieret fra en lille gevinst i vårbyg til et tab på ca. 250 kr. pr. ha i havre. Årsagen til det økonomiske tab har i altovervejende grad været et stort ukrudtstryk forårsaget af en stor frøpulje i 2002.

I 2001 har de økonomiske tab ved reduceret gødsning og manglende plantebeskyttelse været betydeligt mindre end i 2002.

*I grundvandssædskiftet* var der ingen miljømæssig gevinst ved at reducere kvælstofmængden, fordi græsudlægget effektivt havde reduceret N-min indholdet om efteråret. I grundvandssædskiftet har N-min indholdet om efteråret og den beregnede nitratudvaskning været omkring halvt så stor som i ejendommens sædskifte. Resultaterne demonstrerer i overensstemmelse med resultater fra mange egentlige forsøg, at udlæg af græs er en meget effektiv måde at reducere nitratudvaskningen på.

Der blev opnået en reduktion af jordens N-min indhold om efteråret på 6-7 kg N pr. ha. ved at reducere kvælstofmængden til 60 pct. af normen. Det økonomiske mindreudbytte ved at reducere N-tilførslen til 60 pct. af normen har i gennemsnit være 275 kg N pr. ha. Prisen pr. kg reduceret N-min om efteråret har altså været lidt over 40 kr. pr ha ved at reducere kvælstofmængden til 60 pct. af normen.

Der blev opnået en meget betydelig reduktion af N-min indholdet om efteråret og i den beregnede nitratudvaskning ved at sikre, at der har været græsudlæg på markerne i efterårs- og vintermånederne. I gennemsnit har N-min indholdet været 35 kg N lavere i grundvandssædskiftet end i ejendommens sædskifte. Det økonomiske udbytte har været ca. 480 kr pr. ha mindre i grundvandssædskiftet end i ejendommens sædskifte. Det betyder, at prisen pr. kg reduceret N-min har været mindre end 15 kr. pr. ha. ved at anvende grundvandssædskiftet.

*Ved sammenligning af resultaterne fra grundvandssædskiftet og fra ejendommens sædskifte* skal man være opmærksom på, at der kan være betydelig markvariation, og at forskellene derfor ikke er statistisk sikre (se skitsen over demonstrationsmarkerne på figur 1). Resultaterne er dog i overensstemmelse med resultaterne fra egentlige forsøg, som viser, at effekten af en veludviklet efterafgrøde på nitratudvaskningen er betydeligt større end en reduktion af kvælstioførslen til 60 pct. af gældende normer. I gennemsnit regner man således med, at ugødet græsudlæg efter korn halverer nitratudvaskningen sammenlignet med en ubevokset efterårsmark og med, at nitratudvaskningen reduceres med 25 pct. af reduktionen i N-tilførslen.

*Såning uden en forudgående pløjning* har i demonstrationsmarkerne medført en reduktion i udbyttet på ca. 7 hkg pr. ha. Og det økonomiske mindreudbytte har været på over 450 kr pr. ha.. Resultaterne er ikke nødvendigvis udtryk for potentialet i pløjefri dyrkning, fordi det rigtige udstyr ikke var til stede i demonstrationsmarkerne og fordi dyrkningsmetoden kræver en betydelig erfaring og muligvis, at den gennemføres gennem flere år.

Resultaterne af N-min målingerne om efteråret har ikke kunnet bekræfte, at udeladelse af pløjning om efteråret skulle reducerede N-min indholdet og dermed risikoen for nitratudvaskning.

Projektet har været et godt demonstrationsprojekt, der sagtens kunne gennemføres igen. Men det vil være væsentlig med en længere projektperiode, primært for at få belyst de effekter der opstår efter gentagne år med bestemte dyrkningsmetoder. Eksempelvis kan det nævnes, at her første år efter at forsøgsarealerne er dyrket på normal vis, er de parceller, hvor ukrudtsbekæmpelsen blev udeladt i de foregående 2 år, meget tydelige med et større græsukrudtsproblem. En sådan udvikling på længere sigt er meget svært at få belyst i et 2 årig projekt.