

Bioforsk Rapport

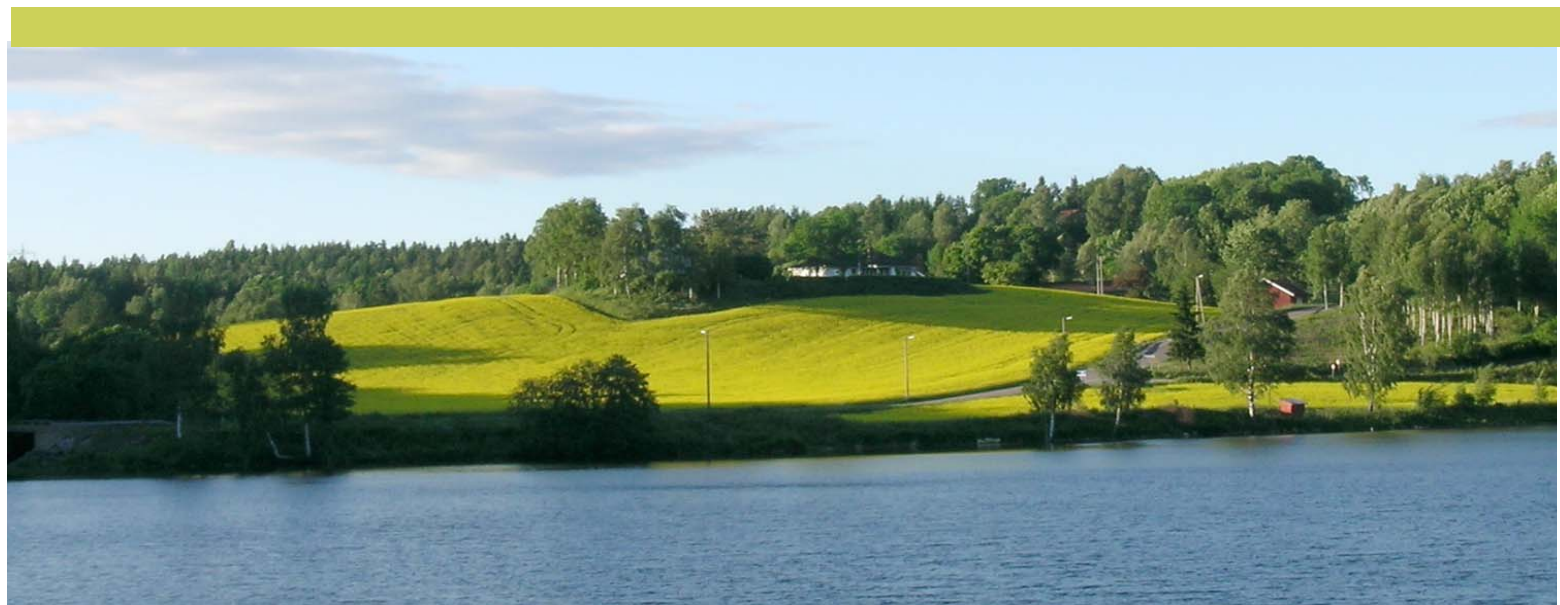
Vol. 1 Nr.25 2006

Gjødslingspraksis, anbefalinger og risiko for næringsstofftap

Resultater fra to nedbørfelt i JOVA-programmet

Anne Falk Øgaard, Marianne Bechmann og Hans Olav Eggestad

Bioforsk Jord og miljø, Ås





Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tel.: 64 94 70 00
Fax: 64 94 70 10
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
Ås
Frederik A. Dahls vei 20
Tel.: 64 98 81 00
Fax: 64 94 81 10
jord@bioforsk.no

Tittel/Title:

Gjødslingspraksis, anbefalinger og risiko for næringsstofftap.
Resultater fra to nedbørfelt i JOVA-programmet

Forfatter(e)/Autor(s):

Anne Falk Øgaard, Marianne Bechmann og Hans Olav Eggestad

<i>Dato/Date:</i> 14. mars	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 4204	<i>Arkiv nr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 25/2006	<i>ISBN-nr.:</i> 82-17-00019-0 978-82-17-00019-8	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 25	<i>Antall vedlegg/Number of appendix:</i>

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> SLF	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Johan Kollerud
---------------------------------------	--

<i>Stikkord/Keywords:</i> Nitrogen, fosfor, gjødsling, næringsstoffbalanser, korn, poteter, grønnsaker	<i>Fagområde/Field of work:</i> Vannkvalitet og arealbruk
Nitrogen, phosphorus, nutrient application, nutrient balances, grain, potatoes, vegetables	Watershed management

Sammendrag

I to av nedbørfeltene i overvåkingsprogrammet Jord og vannovervåking i landbruket (JOVA) er gjødslingspraksis vurdert ut fra anbefalt gjødsling til oppnådd avling. Det ene feltet har korn som dominerende vekst, mens det andre feltet har mye potet- og grønnsaksproduksjon. Nitrogen- og fosforbalanser er beregnet for ulike vekster i de to undersøkte JOVA feltene for å gi en indikasjon på risikoen for næringsstofftap ved den aktuelle gjødslingspraksisen.

I korn ser det ut til at det planlegges for avlingsnivåer som ofte ikke oppnås. Dette gjenspeiles i et høyt nitrogen (N) overskudd. Spesielt for hvete er N gjødslingen betydelig sterkere enn N behovet til oppnådd avling som beregnes i gjødslingsplanprogrammet Skifteplan. Økonomiske beregninger utført ved Universitetet for miljø- og biovitenskap viser imidlertid at gjødslingspraksisen til hvete i det undersøkte overvåkingsfeltet er økonomisk lønnsom. På den annen side viser beregning av N balanser at gjødslingspraksisen gir et betydelig økt N overskudd i forhold til en gjødsling som tilsvarer N behovet beregnet i Skifteplan.

Fosforgjødslingen til bygg, havre og høsthvete var i middel i rimelig godt samsvar med fosfor (P) behovet som beregnes i Skifteplan. Likevel er det et betydelig P overskudd i mange tilfeller. Årsaken til dette er at anbefalt P gjødsling er høyere enn mengden P som fjernes med avling. For vårhvete lå middelverdien for tilført P 0.9 kg P/daa over anbefalt mengde. Årsaken til denne høye P tilførselen til vårhvete er i hovedsak tilførsel av husdyrgjødsel i mengder som gir et stort P overskudd. I tillegg har tilførsel av husdyrgjødsel kun i begrenset grad ført til reduksjon i P tilførselen med mineralgjødsel. Det samme gjelder for N. Det ser ut til at det tas lite hensyn til mengden N som tilføres med husdyrgjødsel.

Grønnsak- og potetproduksjon fører mange steder til svært høye P-AL tall i jorda. Fosfortilførselen til grønnsaker og poteter i det undersøkte JOVA feltet lå ofte langt over P behovet beregnet ved hjelp av Bioforsks gjødslingshåndbok. Tilførsel av husdyrgjødsel har gitt store totale P tilførsler i en del tilfeller. Store P tilførsler og høye P-AL tall i jorda fører til store P tap fra det undersøkte grønnsak/potetområdet. Ut fra registrerte avlinger ser det ikke ut til at de høye P-tilførselene har vært nødvendig for å sikre gode avlinger.

Summary:

Two catchments within the Agricultural Environmental Monitoring Programme (JOVA) were selected for studies of nutrient application rates according to farmers practice. The data were evaluated based on recommended nutrient application rate for a certain yield. One of the two catchments was dominated by cereal production, while the other was dominated by potato- and vegetable-production. Nitrogen (N) and phosphorus (P) balances were presented for different crops to indicate risk of nutrient loss related to the nutrient application rates. The JOVA-programme represents farmer practices with no interference from the program.

Results from the catchment with cereal production indicate that assumed yields used as the basis for nutrient management planning are infrequently obtained in practice. As a consequence N surpluses are high. Especially for wheat the N application rate was considerably higher than the N requirement for the obtained yield, calculated by use of the nutrient management tool, Skifteplan. Economic analyses, however, show that the N application rate in this catchment area is profitable. On the other hand, data on N balances show that the actual N application rate cause an increased N surplus compared to the N application rate suggested by the Skifteplan program.

The mean P application rates for crops of barley, oat and winter wheat were generally in accordance with the P requirement calculated by Skifteplan. Nevertheless, there is a considerable P surplus in many cases. This is caused by the fact that the recommended P application rate is higher than the amount of P removed by the crop. For spring wheat, the mean P application rate in practice exceeded recommended rate by 0.9 kg/daa (1 daa=1/10 ha). The cause for this high P application rate in spring wheat is mainly the amount of manure. Generally, the application of manure has not resulted in reduced P application rate in fertilizer. Also, when applies to N application, the N content in manure is not fully considered.

In many areas production of potato and vegetables cause highly elevated soil P status (P-AL).

Phosphorus application rates for vegetable and potato crops in the two studied JOVA-catchments were often much higher than the requirement calculated from Bioforsk nutrient application handbook. Manure application has caused high total amounts of P application in a number of cases. High P application rate and high soil P status may explain the observed high level of P loss from vegetable and potato areas. Based on the relationship between P application rate and yield (yield response curve), there is no indication of yield responses for the highest P application rates.

Ansvarlig leder/Responsible leader

Prosjektleder/Project leader

Lillian Øygarden

Anne Falk Øgaard

Forord

Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) er et nasjonalt overvåkingsprogram som ble satt i gang i 1992. Programmet finansieres av Statens Landbruksforvaltning. I en del av feltene bistår bøndene med opplysninger om jordbruksdriften. I denne rapporten er disse opplysningene brukt for å vurdere gjødslingspraksis i to av overvåkingsfeltene ut i fra anbefalt gjødsling til oppnådd avling og beregnet nitrogen- og fosforoverskudd. Det er også utført økonomiske vurderinger av aktuell gjødslingspraksis til korn. Resultatene fra de økonomiske analysene er publisert i en egen rapport (Rørstad, 2006). Resultatene i rapportene er diskutert i JOVA faggruppen for erosjon og næringsstoffer. Foreliggende rapport og rapporten til Per Kristian Rørstad er finansiert av Statens Landbruksforvaltning.

Innhold

1. Sammendrag	5
2. Innledning	6
3. Metoder	7
4. Resultater	8
4.1 Korn	8
4.1.1 Nitrogen	8
4.1.2 Fosfor	15
4.2 Grønnsaker og poteter	18
5. Konklusjoner	24
6. Referanser	25

1. Sammendrag

I to av nedbørfeltene i overvåkingsprogrammet Jord og vannovervåking i landbruket (JOVA) er gjødslingspraksis vurdert ut fra anbefalt gjødsling til oppnådd avling. Det ene feltet har korn som dominerende vekst, mens det andre feltet har mye potet- og grønnsaksproduksjon. Nitrogen- og fosforbalanser er beregnet for ulike vekster i de to undersøkte JOVA feltene for å gi en indikasjon på risikoen for næringsstofftap ved den aktuelle gjødslingspraksisen.

I korn ser det ut til at det planlegges for avlingsnivåer som ofte ikke oppnås. Dette gjenspeiles i et høyt nitrogen (N) overskudd. Spesielt for hvete er N gjødslingen betydelig sterkere enn N behovet til oppnådd avling som beregnes i gjødslingsplanprogrammet Skifteplan. Økonomiske beregninger utført ved Universitetet for miljø- og biovitenskap viser imidlertid at gjødslingspraksisen til hvete i det undersøkte overvåkingsfeltet er økonomisk lønnsom. På den annen side viser beregning av N balanser at gjødslingspraksisen gir et betydelig økt N overskudd i forhold til en gjødsling som tilsvarer N behovet beregnet i Skifteplan.

Fosforgjødslingen til bygg, havre og høsthvete var i middel i rimelig godt samsvar med fosfor (P) behovet som beregnes i Skifteplan. Likevel er det et betydelig P overskudd i mange tilfeller. En av årsakene til dette er at anbefalt P gjødsling er høyere enn mengden P som fjernes med avling. I vårhvete ble det i middel tilført 0.9 kg P/daa over anbefalt mengde. Årsaken til denne høye P tilførselen til vårhvete var i hovedsak tilførsel av husdyrgjødsel i mengder som gir et stort P overskudd. I tillegg har tilførsel av husdyrgjødsel kun i begrenset grad ført til redusert P tilførsel med mineralgjødsel. Det samme gjelder for N. Det ser ut til at det tas lite hensyn til mengden N som tilføres med husdyrgjødsel.

Grønnsak- og potetproduksjon fører mange steder til svært høye P-AL tall i jorda. Fosfortilførselen til grønnsaker og poteter i det undersøkte JOVA feltet lå ofte langt over P behovet beregnet ved hjelp av Bioforsks gjødslingshåndbok. Tilførsel av husdyrgjødsel har gitt store totale P tilførsler i en del tilfeller. Store P tilførsler og høye P-AL tall i jorda fører til store P tap fra det undersøkte grønnsak/potetområdet. Ut fra registrerte avlinger ser det ikke ut til at de høye P-tilførslene har vært nødvendig for å sikre gode avlinger.

2. Innledning

I jord- og vannovervåkingsprogrammet JOVA har det i ulike nedbørfelt blitt samlet inn opplysninger fra gårdbrukerne om gjødsling og avlingsnivå i mange år. Disse dataene gir mulighet for å undersøke en rekke spørsmål tilknyttet praktisk gjødsling. I flere av overvåkingsfeltene er det funnet en tendens til økende nitrogengjødsling. Dette er særlig markert for høstkorn, men også til vårkorn synes gjødslingen å være høy. I alle de tre overvåkingsfeltene med korn som dominerende vekst og beliggende på Østlandet er det registrert et betydelig nitrogen (N) overskudd (Vandsemb et al. 2003). Også for feltene med grønnsak- og potetdyrking er det registrert høy gjødsling både med fosfor (P) og N. Mangeårig kraftig P gjødsling har ført til høye P-AL tall i grønnsak/potet områdene, og det er her målt høyere avrenning av både N og P sammenlignet med andre felt.

I denne rapporten er gjødslingspraksis i ett av JOVA feltene på Sørøstlandet med korn som dominerende vekst og i et felt med mye grønnsak- og potetproduksjon på Sørlandet vurdert ut fra anbefalt gjødsling til oppnådd avling. Nitrogen- og fosforbalanser (tilført N og P med gjødsel minus N og P fjernet med avling) er beregnet for ulike vekster i de to undersøkte JOVA feltene for å gi en indikasjon på risikoen for næringsstofftap ved den aktuelle gjødslingspraksisen. En må anta at risikoen for tap av N og P øker med økende overskudd på næringsstoffbalansen. Økonomiske vurderinger er en viktig bakgrunn for bøndernes bruk av innsatsfaktorer. Det er derfor også utført økonomiske vurderinger av aktuell gjødslingspraksis til korn. Resultatene fra de økonomiske analysene er publisert i en egen rapport (Rørstad, 2006).

3. Metoder

I to av nedbørfeltene i overvåkingsprogrammet Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) er gjødslingspraksis vurdert ut fra anbefalt gjødsling til oppnådd avling. Det ene feltet har korn som dominerende vekst og er lokalisert på Sørøstlandet, mens det andre feltet er lokalisert på Sørlandet og har en stor andel potet- og grønnsaksproduksjon. I kornfeltet er både N og P gjødslingen vurdert, mens i potet/grønnsaksfeltet er kun P gjødslingen vurdert. Analysene i denne rapporten er basert på opplysninger om gjødsling og avlingsnivå som er samlet inn fra gårdbrukerne. For begge nedbørfeltene er data fra perioden 1993-2004 brukt.

Ved vurdering av gjødslingen i kornfeltet i forhold til oppnådd avling, er oppgitt gjødsling og gjødslingsplanprogrammet Skifteplan brukt for å estimere hvilket avlingsnivå det er planlagt for. Det er da forutsatt at oppgitt gjødsling er ifølge plan. For potet/grønnsaksfeltet er Bioforsks gjødslingshåndbok (<http://www.bioforsk.no>) brukt for å vurdere gjødslingspraksis. Når det gjelder gjødselverdi av husdyrgjødsel er oppgitte verdier i Skifteplan brukt.

Nitrogen- og fosforbalanser er beregnet for ulike vekster i de to undersøkte JOVA feltene for å gi en indikasjon på risikoen for næringsstofftap ved den aktuelle gjødslingspraksisen. Tilført N og P er beregnet ut ifra oppgitt gjødsling. For å beregne mengden N som er fjernet med avlingen er det for bygg, havre og vårhvete brukt antatte verdier for N innhold i kornet (1.75 % N for bygg og havre og 2.0 % N for vårhvete) og i halmen (0.6 % N). Nitrogeninnholdet kan imidlertid variere med N gjødslingen, slik at bruk av antatte verdier vil gi noe usikkerhet i beregningene. For høsthvete er det brukt en proteinresponsfunksjon for å beregne N innholdet i kornet ved ulik N gjødsling:

$y = 0.01x^2 + 0.63x + 5.18$, hvor y er protein% i korn og x er N gjødsling (kg N/daa) (Bernt Hoel, Bioforsk Øst, upublisert notat). Gyldighetsområdet for funksjonen er 9-23 kg N/daa.

For P er det brukt tabellverdier for alle vekstene (0.31 % P i kornet, 0.1 % P i halmen, 0.06 % P i purre, rødbeter og poteter, 0.05 % P i hodekål og 0.12 % P i knollselleri).

4. Resultater

4.1 Korn

4.1.1 Nitrogen

Tilført N i mineralgjødning og middel avling for de ulike kornartene i perioden 1993-2004

I det undersøkte overvåkingsfeltet med korn som dominerende vekst har det vært små endringer i N gjødslingen til bygg og havre i denne 12-års perioden (Fig. 1). Middel nitrogengjødsling har jevnt over ligget på ca 12 kg N/daa for både bygg og havre. For vårhvete og spesielt høsthvete har det vært større variasjoner i N gjødslingen fra år til år. Disse kornartene viser imidlertid også stor avlingsvariasjon fra år til år. Tilførsel av N med mineralgjødning til vårhvete har stort sett ligget på 15-17 kg N/daa i gjennomsnitt. Det har imidlertid blitt tilført en del husdyrgjødsel i vårhvete, og det ser ikke ut til at N tilførselen med mineralgjødning har blitt nevneverdig redusert i disse tilfellene. I enkelte år var derfor middeltilførsel av tilgjengelig N høyere enn 17 kg N/daa. Ved estimering av tilgjengelig N i husdyrgjødsel er det her brukt tall fra gjødslingsplanprogrammet Skifteplan. For høsthvete har middel N gjødsling vært over 20 kg N/daa i et enkelt år, men generelt har middel N-gjødsling stort sett ligget mellom 16 og 18 kg N/daa. Enkelte år med betydelig lavere gjødslingsnivå skyldes antagelig dårlig overvintring og svært tynt plantedekke.

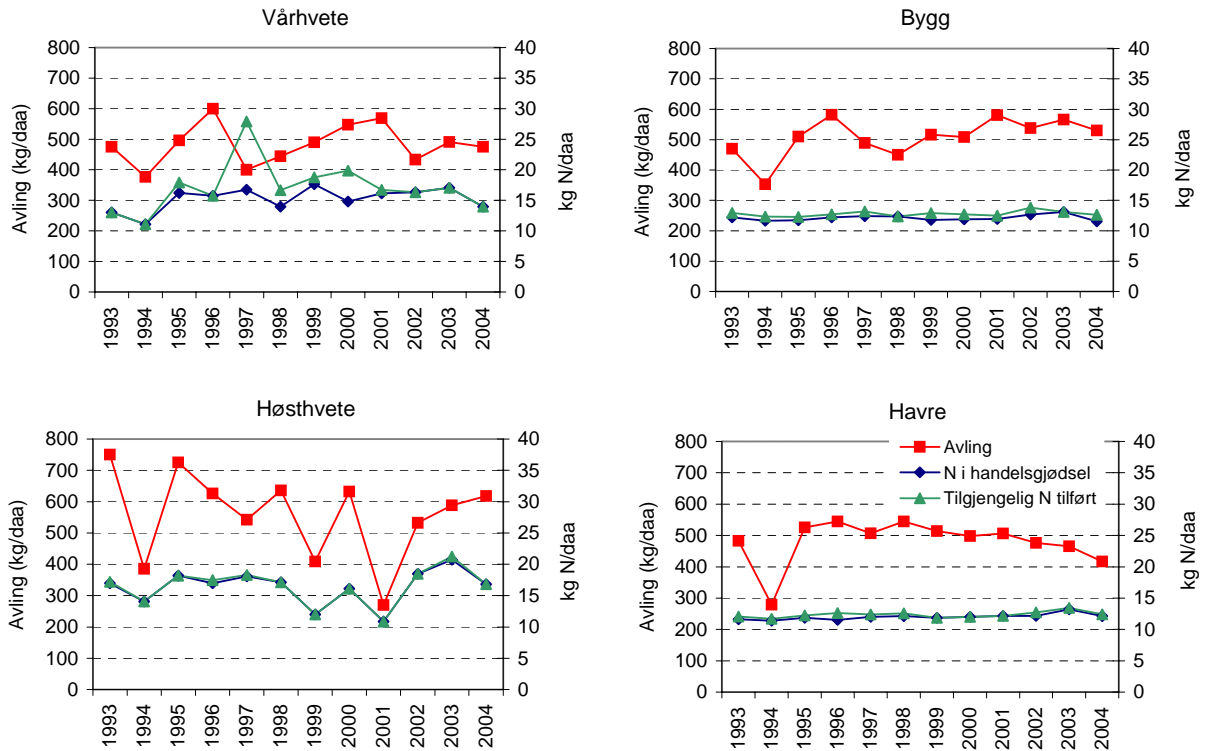
For hvete er det nå vanlig å dele gjødslingen slik at ikke alt blir gitt ved såing/vekststart. Tanken er at gjødseltilførselen da tilpasses bedre til plantenes behov i ulike deler av vekstsesongen, og at gjødsling dermed blir bedre utnyttet og faren for tap minskes. Vekstforholdene utover vår og forsommer vil påvirke gjødslingsnivået. For høsthvete vil plantedekkets tilstand om våren også påvirke gjødslingen. Ved tynt plantedekke om våren anbefales en kraftigere vårgjødsling for å stimulere buskingen. Ved tett plantedekke anbefales svakere gjødsling for å hindre en alt for tett bestand. I høsthvete er det ofte to overgjødslinger. Den siste gjødslingen skal sikre et høyt proteininnhold i avlingen. Høsthvete får også i noen tilfeller tilført noe gjødsel i forbindelse med såing om høsten. I vårhvete fordeles ofte N tilførselen mellom en grunnjødsling om våren og en overgjødsling.

I det undersøkte overvåkingsfeltet har det blitt høstgjødslet på kun en mindre del av høstveteskiftene i overvåkingsperioden. Høstgjødslingen har da variert mellom 2.5-3.5 kg N/daa. Ved bruk av høstgjødsling har den totale N gjødslingen til høsthvete blitt høy i de fleste tilfellene. Middel N-gjødsling i overvåkingsperioden var her 21.2 kg N/daa.

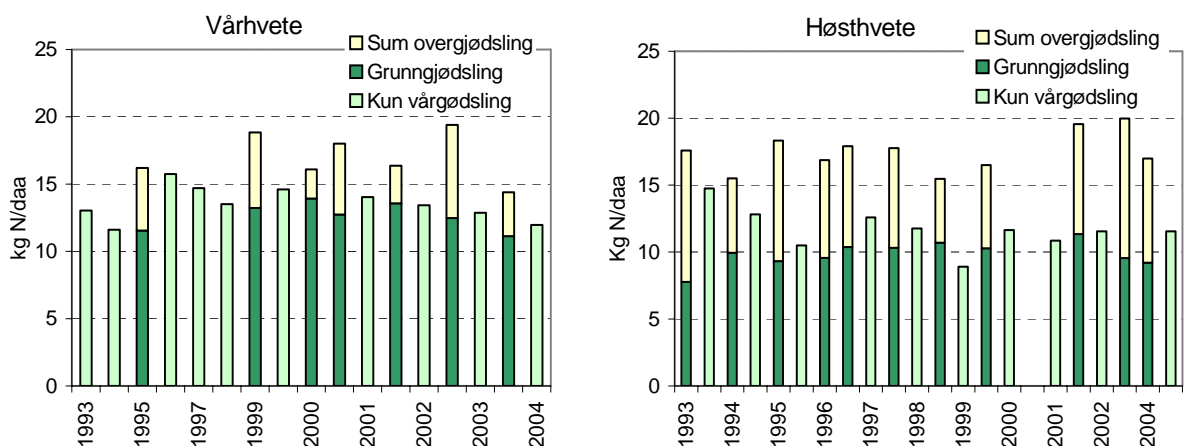
Fig. 2 viser hvordan N gjødselen i middel for de enkelte år har blitt fordelt til vårhvete og høsthvete i vekstsesongen. Det har vært større variasjon i overgjødslingen enn i grunnjødslingen, og det tyder på at det i overgjødslingen foretas en tilpasning til vekstvilkårene. For vårhvete har imidlertid en strategi med delt gjødsling kun gitt en mindre reduksjon i vårgjødslingen, slik at den totale N tilførselen ofte er større ved delt gjødsling. En av årsakene til dette er at ved delt gjødsling kan det totalt tilføres mer N uten at en risikerer mye legde. For høsthvete er det som nevnt flere faktorer som spiller inn på

gjødslingsstrategien, men generelt tilføres en betydelig del av den totale N gjødslingen som overgjødsling.

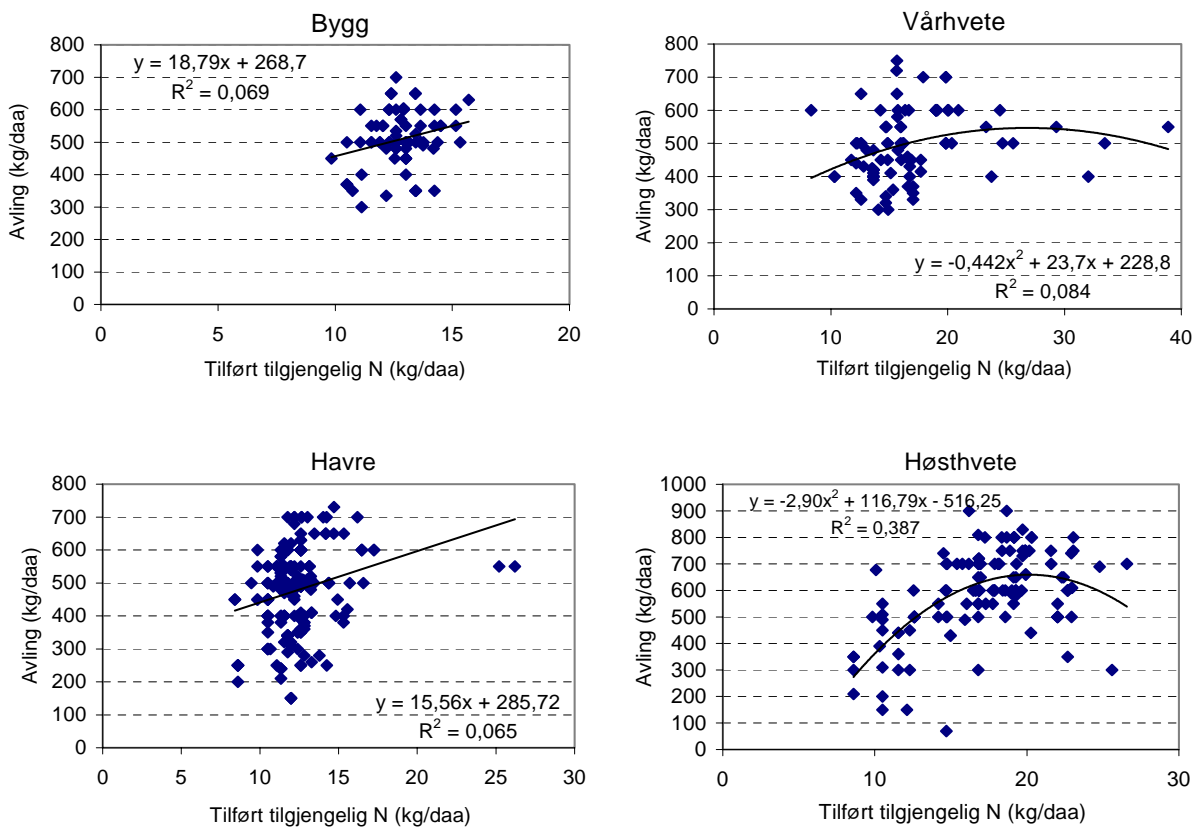
Til bygg og havre gjødsles det som regel kun en gang.



Figur 1. Avling, tilført tilgjengelig N (N i mineralgjødsel + estimert tilgjengelig N i husdyrgjødsel) og N tilført med mineralgjødsel for bygg, havre, vårhvet og høsthvete i perioden 1993-2004.



Figur 2. Fordeling av N gjødsel i vekstsesongen til vårhvet og høsthvete i perioden 1993-2004. Søylene viser middel N gjødsling for de enkelte år.



Figur 3. Sammenheng mellom N gjødsling (N i mineralgjødsel + estimert tilgjengelig N i husdyrgjødsel) og avling for bygg, havre, vårhvetete og høsthvetete i perioden 1993-2004.

Sammenheng mellom tilført N og avling

I dette overvåkingsfeltet var det svært dårlig sammenheng mellom avling og N gjødsling for bygg, havre og vårhvetete (Fig.3). Korrelasjonskoeffisientene (R^2) viser at bare 6-8 % av avlingsvariasjonen er forklart av N gjødslingen. For høsthvetete var sammenhengene bedre. Her var 39 % av avlingsvariasjonen forklart av N gjødslingen. Figuren for høsthvetete viser forøvrig at det var en tendens til avlingsnedgang ved N gjødsling over ca 20 kg N/daa.

Disse resultatene viser tydelig at N gjødslingen er bare en av flere faktorer som bestemmer avlingsnivået. De klimatiske forholdene de enkelte år har stor betydning for hvilke avlinger som kan oppnås. Er temperatur og fuktighetsforholdene gode for plantevekst, kan det oppnås gode avlinger også ved en svakere gjødsling, mens ved tørre forhold klarer ikke plantene å utnytte den næringen som er tilført. Det blir dermed små avlinger selv ved høy N tilførsel. Jorda har betydelige næringsressurser, og bidrar med næring til plantene spesielt i år med gode vekstforhold. Det er årsaken til at det kan oppnås høyere avlinger enn det som gjødselmengden tilsier i gode år. Dette antyder at det kanskje ikke er nødvendig å planlegge for så høye avlinger som det i praksis gjøres.

“Planlagt avling” og oppnådd avling for de ulike kornartene

I gjødslingsplanprogrammene som brukes for å lage gjødslingsplan tas det hensyn til forventet avling, jordas innhold av organisk materiale og forgrøde når N behovet skal beregnes. Ved vurdering av gjødslingen i det undersøkte området i forhold til oppnådd avling, er oppgitt gjødsling og gjødslingsplanprogrammet Skifteplan brukt for å estimere hvilket avlingsnivå det er planlagt for. Det er da forutsatt at oppgitt gjødsling er ifølge plan. I beregningene er det tatt hensyn til jordas innhold av organisk materiale, mens det ikke er tatt hensyn til eventuell forgrødeeffekt. I de aller fleste tilfellene dyrkes korn etter korn, og det regnes ikke med at korn har en forgrødeeffekt. Når det gjelder gjødselverdien av husdyrgjødsel er det også her brukt data fra Skifteplan. Skifteplan er et av de mest brukte gjødslingsplanprogrammene i Norge. I tillegg til faktorene i Skifteplan er det tatt hensyn til data fra N prognosene (Mikkel Bakkegård, Bioforsk Øst). Nitrogenprognosene anbefaler eventuelle tillegg eller fradrag i N gjødslingen på basis av jordanalyser av tilgjengelig N tidlig på våren.

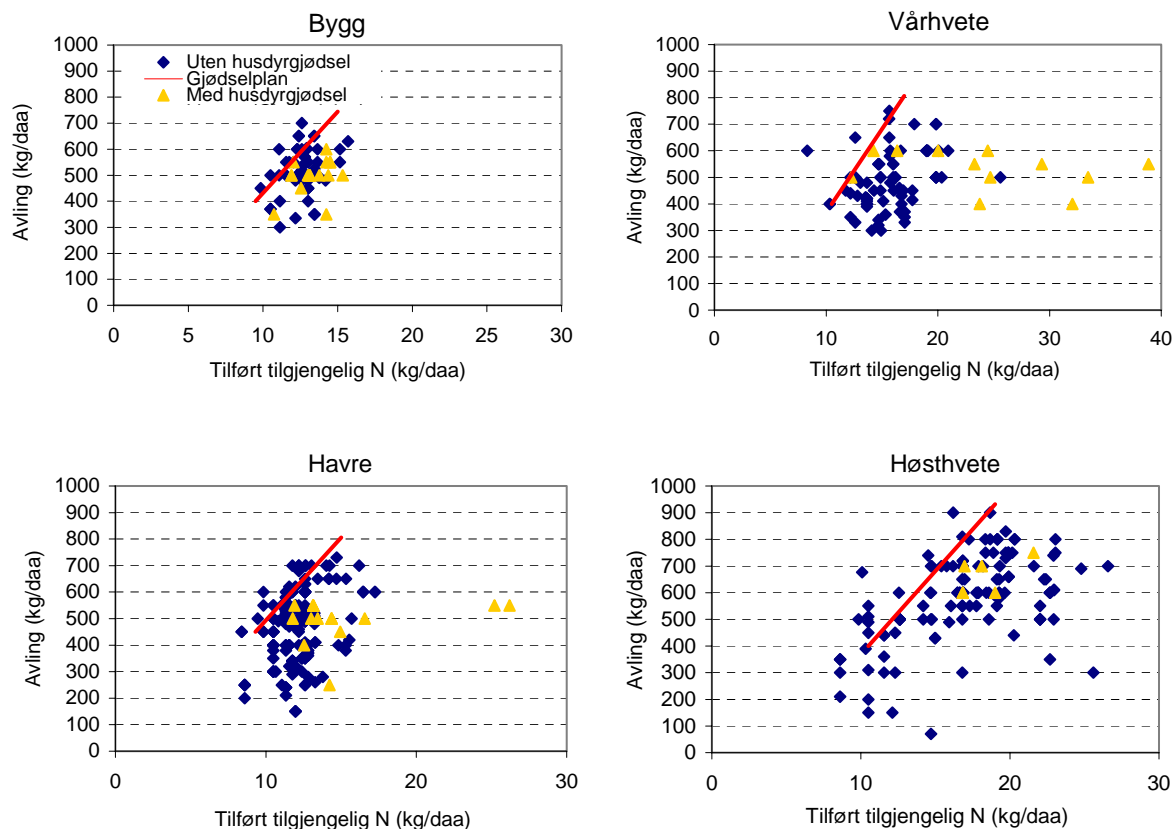
Beregnete middelerverdier for hele overvåkingsperioden er framstilt i Tabell 1. Forskjellen mellom “planlagt avling” og oppnådd avling er minst for bygg og størst for vårhvete. I tabellen er det skilt mellom planlagt avling beregnet ut ifra tilført N i mineralgjødsel og beregninger hvor tilgjengelig N i husdyrgjødsel er inkludert. Enkelte tilfeller av husdyrgjødseltilførsel påvirker gjennomsnittet relativt mye. Middelerverdiene for tilført mengde N med mineralgjødsel til bygg er i tråd med anbefalingene til ringledere i forsøksringen, mens for havre ligger tilført mengde noe over anbefalingene. I de tilfellene hvor det er tilført husdyrgjødsel ser det imidlertid ut til at det er tatt lite hensyn til næringen som tilføres med husdyrgjødselen.

Tabell 1. Middelerverdier for tilført N, registrert avling og “planlagt avling” for perioden 1993-2004. “Planlagt avling” er beregnet ved hjelp av Skifteplan ut ifra tilført mengde N. Alle tall er oppgitt i kg/daa/år.

	N i mineralgj.	Avling	“Planlagt avling”	N i mineralgj. + tilgjengelig N i husdyrgj.	“Planlagt avling”, effekt husdyrgj. inkl.
Bygg	12.1	509	525	12.8	568
Havre	11.9	477	564	12.3	588
Vårhvete	15.7	492	692	16.9	767
Høsthvete	16.9	587	744	17.1	752

Middelerverdiene for “planlagt avling” i hvete ligger betydelig over oppnådd avling. For vårhvete var “planlagt avling” 200 kg/daa over oppnådd avling når N tilført med husdyrgjødsel ikke er inkludert (Tabell 1). Med husdyrgjødsel inkludert var spriket på 275 kg/daa. For høsthvete var spriket på 157 og 165 kg/daa for henholdsvis uten og med estimert tilgjengelig N i husdyrgjødsel. I Figur 4 er forholdet mellom “planlagt avling” og oppnådd avling for enkeltdata på skiftenivå framstilt. Den innlagte linjen viser “planlagt avling”. Her er det ikke foretatt korreksjoner av beregnet N behov i forhold til mengden organisk materiale i jorda og N-prognoser. Disse korreksjonene er imidlertid ikke store i det undersøkte overvåkingsfeltet. Figuren illustrerer at i det i svært mange tilfeller ikke oppnås den avlingen som gjødslingen tilsier ifølge gjødslingsplan; det vil si at det ser ut til at det generelt planlegges for avlingsnivåer som sjelden oppnås.

En del av årsaken til det store spriket mellom "planlagt avling" og oppnådd avling for hvete er sannsynligvis vektlegging av proteininnholdet i kornet. Nitrogengjødslingen er en viktig faktor med hensyn til proteininnhold i hveten. For hvetesorter med sterk proteinkvalitet øker prisen som bonden oppnår helt opp til >13.3 % protein. Tidligere var det også differensiert pris etter proteininnhold for sorter med svak proteinkvalitet. Ringledere i forsøksringen opplyser at de anbefaler sterkere N gjødsling til hvete nå enn tidligere. For vårhvete ble det tidligere generelt anbefalt 14 kg N/daa med alt gitt i forbindelse med såing. Nå anbefales 11-12 kg N som grunnjødsling om våren og 4-5 kg N i overjødsling. Dette gir en sum på 15-17 kg N/daa. For høsthvete anbefales det nå å gi 8-10 kg N ved vekststart om våren, 6-8 kg N i første overjødsling og 2-3 kg N gitt i tida omkring aksskyting. Formålet med den siste gjødslingen er først og fremst å sikre et høyt proteininnhold. I tillegg anbefales det å gi 2-3 kg N i forbindelse med såing om høsten. Uten korreksjoner for jordas innhold av organisk materiale og forgrøde, anbefaler Skifteplan 10 kg N om våren og to overjødslinger à 3 kg N (Sum 16 kg N) til en estimert avling på 750 kg. Ringlederne bygger sine anbefalinger på feltforsøk utført i de senere år. Erfaring har vist at det oppnås respons på avling for opp mot 20 kg N til høsthvete. Økonomiske beregninger bekrefter at gjødslingspraksisen til høsthvete i det undersøkte overvåkingsfeltet er økonomisk lønnsom (Rørstad, 2006).



Figur 4. Oppnådd avling (punkter) på enkeltskifter og "planlagt avling" (linje) ved ulik N gjødsling for bygg, havre, vårhvete og høsthvete i perioden 1993-2004. Blå punkter er gjødslet med kun mineralgjødsel, mens gule punkter er gjødslet med mineralgjødsel + husdyrgjødsel.

Nitrogenbalanser for de ulike kornartene

Hvis planlagt avling oppnås, gir gjødslingsanbefalingene i gjødslingsplanprogrammene et N overskudd på ca 2-2.5 kg N/daa/år når halmen ikke fjernes. Ved fjerning av halm vil en være ganske nær balanse mellom tilført N og N fjernet med avling. Det faktum at det svært ofte ikke oppnås den avling som N gjødslingen tilsier, medfører at N overskuddet i praksis er større enn dette. I N balanseberegningene som er gjort for det undersøkte overvåkingsfeltet er kun estimert tilgjengelig N i husdyrgjødselen første år etter spredning inkludert. Ettervirkning av husdyrgjødsel er ikke inkludert på grunn av stor usikkerhet i disse tallene. For å beregne mengden N som er fjernet med avlingen er det for bygg, havre og vårhvete brukt tabellverdier for N innhold i kornet (1.75 % N for bygg og havre og 2.0 % N for vårhvete) og i halmen (0.6 % N). Nitrogeninnholdet kan imidlertid variere med N-gjødslingen, slik at bruk av tabellverdier vil gi noe usikkerhet i beregningene. En gjødslingsstrategi som øker kornets proteininnhold vil også øke mengden N som fjernes med avlingen. For eksempel, vil en økning av proteininnholdet med 1 % øke N opptaket med ca 1.1 kg ved en avling på 600 kg korn. På grunnlag av 21 forsøksfelt i høsthvete på Østlandet i perioden 1999-2004 er det satt opp en proteinresponsfunksjon:

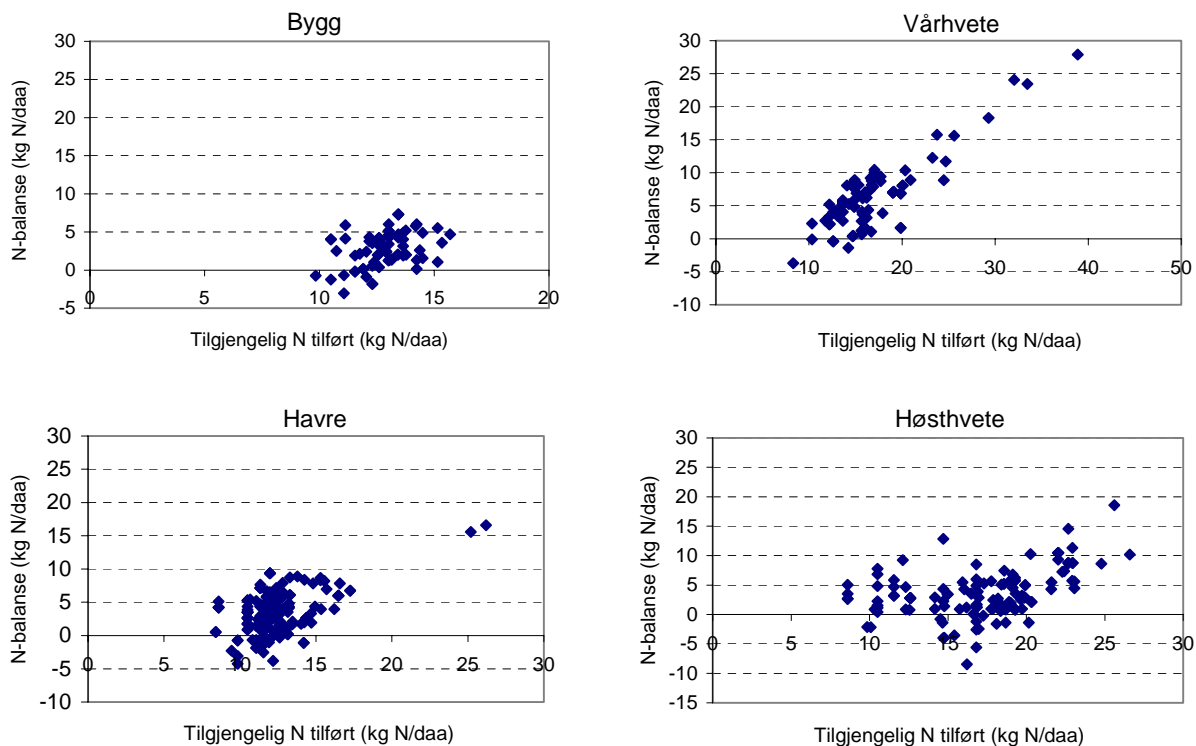
$$y = 0.01x^2 + 0.63x + 5.18$$

hvor y er protein% i korn og x er N gjødsling (kg N/daa) (Bernt Hoel, Bioforsk Øst, upublisert notat).

Gyldighetsområdet for funksjonen er 9-23 kg N/daa. Denne funksjonen er brukt for å beregne N balansen for høsthvete. Det var imidlertid store variasjoner i materialet, slik at funksjonen er beheftet med stor usikkerhet. Resultatene må derfor vurderes med en viss forsiktighet.

Figur 5 viser sammenhengen mellom N balanse (tilført tilgjengelig N - N fjernet i avling) og tilført tilgjengelig N (N i mineralgjødsel + tilgjengelig andel av N i husdyrgjødsel) for de ulike kornartene. Nitrogenbalansen var positiv i de aller fleste tilfellene. Overskuddet var også ofte betydelig større enn det forventede overskuddet hvis planlagt avling oppnås. For bygg hvor gjødslingen har vært nærmest anbefalingene i gjødslingsplanprogrammet (Tabell 1), har N overskuddet sjeldent vært over 6 kg N/daa, men N overskuddet var likevel større enn 2 kg N/daa i størstedelen av tilfellene. For havre er det et betydelig antall tilfeller hvor N overskuddet lå mellom 5 og 10 kg N/daa. For hvete var N overskuddet enda større. På 40 % av vårhveteskiftene og 30 % av høsthveteskiftene var N overskuddet større enn 5 kg N/daa i løpet av perioden 1993-2004.

For høsthvete er det beregnet forventet N opptak og N balanse ved ulik N gjødsling (Tabell 2). Ved beregningen er funksjonen for sammenheng mellom N gjødsling og avling (Fig. 3) og proteinresponsfunksjonen brukt. I beregningene er det forutsatt at halmen ikke fjernes. N opptaket inkluderer derfor bare N opptak i selve kornet. Denne beregningen ga lavest N overskudd (2.8 kg N/daa) ved gjødsling med 13-15 kg N/daa. Både lavere og høyere N gjødsling ga større N overskudd. Ved gjødsling over 16-17 kg N/daa økte N overskuddet kraftig med økende gjødsling, slik at en økning i gjødsling fra 16 til 20 kg N/daa økte N overskuddet fra 3 til 5 kg N/daa. Det må presiseres at disse beregningene er basert på data med stor variasjon i avling ved samme N gjødsling (se Fig. 3). Beregningene gir likevel et anslag for "middelsituasjonen" i feltet, og gir en indikasjon på miljøeffekten av ulik gjødslingspraksis.



Figur 5. Sammenheng mellom tilført tilgjengelig N (N i mineralgjødning + tilgjengelig N i husdyrgjødning) og N balanse (tilført tilgjengelig N - N fjernet med avling) i perioden 1993-2004.

Tabell 2. Beregnet protein%, avling, N opptak og N overskudd ved ulike N gjødslinger for høsthvete i et av JOVA programmets overvåkningsfelter.

Gjødsling kg N/daa	Protein %	Avling kg/daa	N opptak kg/daa	N overskudd kg/daa
9	9.9	300	5.2	3.8
10	10.3	362	6.5	3.5
11	10.6	417	7.8	3.2
12	11.0	468	9.0	3.0
13	11.3	512	10.2	2.8
14	11.6	550	11.2	2.8
15	11.9	583	12.2	2.8
16	12.2	610	13.0	3.0
17	12.4	631	13.7	3.3
18	12.6	646	14.3	3.7
19	12.8	656	14.7	4.3
20	12.9	659	15.0	5.0
21	13.1	657	15.1	5.9
22	13.2	649	15.0	7.0
23	13.3	636	14.8	8.2

Beregningene indikerer at økningen i N gjødsling til høsthvete i forhold til anbefalingene som "Skifteplan" gir, fører til et betydelig økt N overskudd.

For de andre kornartene var det liten sammenheng mellom N gjødsling og avling i overvåkningsfeltet, og en tilsvarende beregning er dermed ikke mulig. Data fra et lysimeter forsøk med vårhvete på Ås, viser imidlertid at andelen av tilført N som utvaskes øker betydelig når N gjødslingen overstiger 11 kg N/daa (Uhlen, 1994). Også her ga en lavere N gjødsling økt N utvasking.

Sammenheng tilført N og avrenning

I et nedbørfelt er det vanskelig å påvise sammenhenger mellom N overskudd og N avrenning. Årsaken til dette er at variasjon i temperatur- og nedbørforhold gir ulik utvaskingsrisiko de enkelte år. Ved f.eks. få utvaskingsepisoder kan deler av N overskuddet ett år lagres i jorda og frigjøres påfølgende år. I nedbørfeltet som denne rapporten omhandler er det imidlertid funnet en viss sammenheng mellom kg N overskudd pr daa (x) og kg N tap pr daa (y):

$$y = 0.49x + 2.15, R^2 = 0.25$$

Dette betyr at anslagsvis mer enn halvparten av N overskuddet finnes igjen som N tap til bekken, men det må presiseres at med en såpass lav R^2 verdi er anslaget usikkert. Ved beregning av N overskudd er det her brukt totalinnholdet av N i tilført husdyrgjødsel.

Husdyrgjødsel

Gjødslingsdataene fra nedbørfeltet viser at det i mange tilfeller blir tatt lite hensyn til N tilførselen med husdyrgjødsel. Bruk av husdyrgjødsel har i en del tilfeller gitt ekstremtilførsler av anslått tilgjengelig N. Her hersker det nok en del tvil om N effekten av tilført husdyrgjødsel, selv ved spredning om våren. Hvis en ikke får moldet ned gjødsel med en gang, vil antagelig mange regne med at tilgjengelig N i gjødsel er tapt til luft. Forsøksresultater viser imidlertid god N virkning av bløtgjødsel også når den er overflatespredd i eng (Nesheim, 1993). Dette betyr at en bør kunne forvente en N virkning i korn selv om ikke gjødsel blir moldet ned med en gang. Når det gjelder høstspredning av gjødsel gir forsøksresultatene grunn til tvil angående N effekt påfølgende sesong. Høstspredd husdyrgjødsel har i noen forsøk ikke gitt N virkning verken i bygg eller eng (Nesheim, 1993). Ved andre forsøk på Østlandet har imidlertid høstspredd husdyrgjødsel gitt en N virkning på ca 50 % av N virkning ved vårgjødsling. Med tanke på å minimere N tap bør en derfor som tidligere anbefalt tilstrebe å spre mest mulig av husdyrgjødsel i vekstsesongen.

4.1.2 Fosfor

Tilført P i mineralgjødsel for de ulike kornartene 1993-2004

Middel årlig P tilførsel for de ulike kornartene i det undersøkte overvåkningsfeltet varierte fra 2.2 kg P/daa for havre til 3.0 kg P/daa for vårhvete (Tabell 3). Det ser ikke ut til at det har vært noen økende eller synkende trend i P tilførselen i perioden. Den relativt høye P tilførselen til vårhvete skyldes at det er denne kornarten som i middel har fått mest P fra husdyrgjødsel; 0.8 kg P/daa/år.

Tabell 3. Middelverdier for total mengde tilført P med mineralgjødning og husdyrgjødsel og anbefalt P gjødning til oppnådd avling i perioden 1993-2004. Alle verdier i kg P/daa/år.

	P i mineralgj.	P i mineralgj.+husdyrgj.	Anbefalt P til oppnådd avling	Differanse tilført - anbefalt
Bygg	1.9	2.4	2.3	0.1
Havre	1.9	2.2	2.2	0.0
Vårhvete	2.3	3.0	2.1	0.9
Høsthvete	2.5	2.6	2.6	0.0

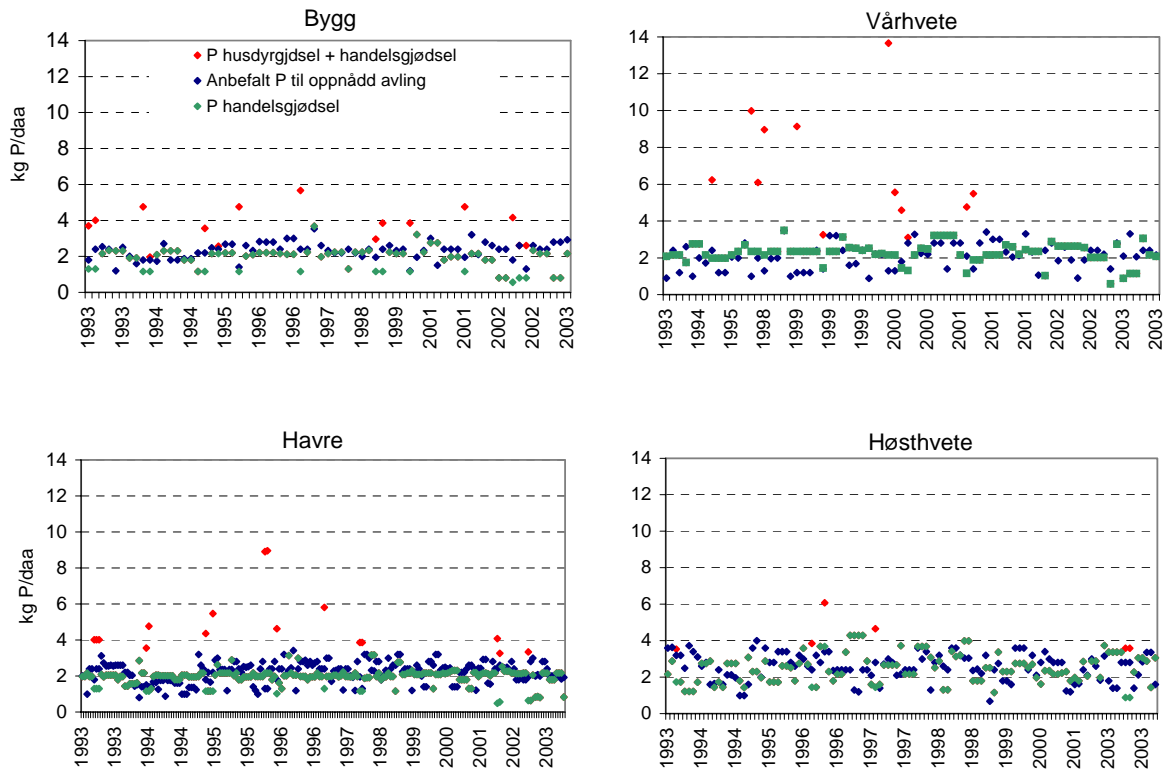
Anbefalt P til oppnådd avling

I gjødslingsplanprogrammet Skifteplan tas det hensyn til forventet avling, jordanalysetallene (P-AL) og P status når P behovet skal beregnes. P status er eventuelt overskudd/underskudd på P balansen foregående sesong. I beregning av anbefalt P til oppnådd avling som er utført i denne rapporten er det kun tatt hensyn til avling og P-AL tall. Ved kornavling som avviker fra normavling justeres anbefalt P gjødning med 4 g P pr kg avlingsavvik. Ved P-AL verdi 5-9 er det ingen korreksjon av P behovet. Ved lavere P-AL verdier øker anbefalt P gjødning, fordi tilført P bindes raskere og mer effektivt ved lave P-AL tall. Ved høyere P-AL tall bindes tilført P mindre effektivt, og anbefalt P gjødning avtar ved P-AL tall over 9. Ved høyere P-AL tall regnes også at jorda kan bidra med P til plantene. Reduksjonen i anbefalt P gjødning er større jo høyere P-AL verdiene er. Maksimum reduksjon er -75 % av beregnet P behov til avlingen.

I det undersøkte overvåkingsfeltet hadde ca 80 % av skiftene et middel P-AL tall i området 5-9, slik at på de fleste skiftene er P behov ikke korrigeret. Beregningene av anbefalt P til oppnådd avling viste at i middel var P gjødningen til bygg, havre og høsthvete i god overensstemmelse med anbefalt P gjødning (Tabell 3). For vårhvete lå P gjødningen i snitt 0.9 kg P/daa over anbefalt gjødning. Det er to årsaker til overdosering av P til vårhvete i dette området. Den ene årsaken er at avlingen som det er planlagt for ligger betydelig over oppnådd avling. Dermed blir planlagt P behov for stort. Den andre årsaken er en relativt stor tilførsel av P fra husdyrgjødsel. Det ser ut til at det i begrenset grad er tatt hensyn til P som tilføres med husdyrgjødselen. Tilførsel av husdyrgjødsel har i mange tilfeller ført til kun en liten eller ingen reduksjon av P tilførselen med mineralgjødning (Fig. 6). Dette til tross for at det er dokumentert at P i husdyrgjødsel har like god eller bedre virkning enn P i mineralgjødning (Nesheim et al. 1993). Ved spredning av husdyrgjødsel om høsten må en imidlertid forvente en noe redusert P effekt på grunn av binding av P til jorda i utilgjengelig form i løpet av høsten og vinteren. Skifteplan beregner da også en noe redusert P virkning ved høstspredning av gjødning.

En del av årsaken til at det ofte har blitt tatt lite hensyn til P tilførselen med husdyrgjødsel, kan være at det bare var noen få skifter som mottok husdyrgjødsel i dette overvåkingsfeltet. De fleste skiftene gjødsles kun med mineralgjødning. For mange brukere vil det oppleves som tungvint og mer kostbart å operere med flere gjødseltyper. Med tanke på å minske risikoen for P avrenning fra landbruket er det viktig å ta tak i forholdene tilknyttet bruk av husdyrgjødsel. Høye P-AL tall er ofte forbundet med bruk av husdyrgjødsel. Områder med høye P-AL tall vil øke risikoen for avrenningen av biologisk tilgjengelig P fra området. Det er vist at jordas innhold av vannløselig P og algetilgjengelig P

er meget godt relatert til jordas P-AL verdi (Bach, 2000, Øgaard, 1995). I et nedbørfelt i Ski kommune er det funnet sammenheng mellom jordas P-AL nivå i nedslagsområdet og målt vannkvalitet (P konsentrasjoner og biologisk vekst) i bekkene (Krogstad og Løvstad, 2001).



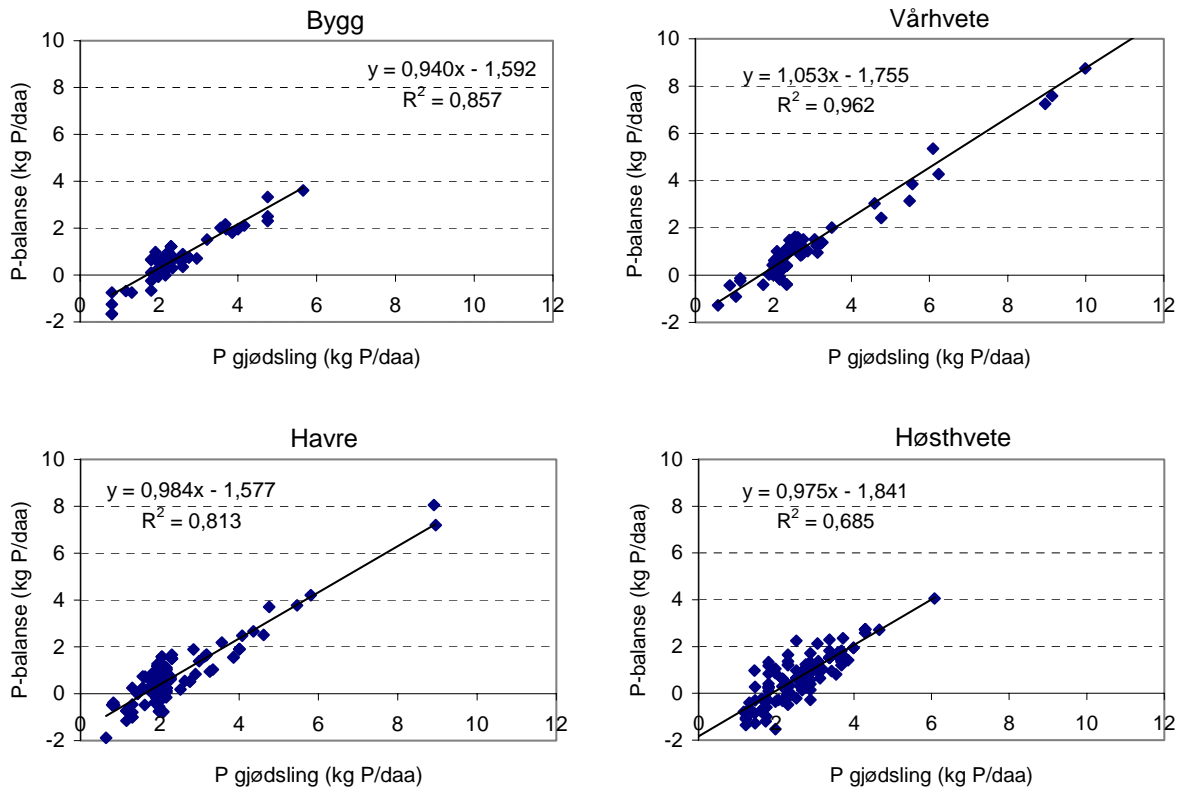
Figur 6. Tilført mengde P (husdyrgjødsel + mineralgjødning) og anbefalt mengde P til oppnådd avling på enkeltskifter i overvåkingsfeltet i perioden 1993-2003. Punkter av ulik farge som ligger rett over hverandre hører til samme skifte.

Fosforbalanser for de ulike kornartene

Selv om middel P tilførsel til bygg, havre og høsthvetete er nær anbefalt P gjødning, tilføres det mer P enn det avlingene fjerner i de fleste tilfellene (Fig.7). Dette skyldes at gjødslingsanbefalingene som gis i gjødslingsplanprogrammene gir et P-overskudd på ca 0.5 kg P/daa/år når halmen ikke fjernes, og når det ikke korrigeres for jordas P-AL verdi. Ved fjerning av halmen er overskuddet ca 0.2 kg P/daa/år. Dette overskuddet er begrunnet ut ifra at noe tilført P blir bundet i en utilgjengelig form før plantene klarer å ta det opp. Det er et spørsmål om ikke gjødslingsanbefalingene for P ligger for høyt. De fører i mange tilfeller til en stadig økning av jordas P lager. En sammenligning med svenske normer viser at disse ligger betydelig under de norske normene.

De fleste tilfellene av P overskudd større enn 2 kg P/daa er på skifter som har mottatt husdyrgjødsel. Som nevnt ser det ut til at det i begrenset grad blir tatt hensyn til P som tilføres med husdyrgjødsel.

Tilførsel av eksempelvis 4-5 tonn husdyrgjødsel pr daa vil imidlertid gi et stort P overskudd selv om det ikke gis P med mineralgjødning. Fordeling av husdyrgjødsel på større arealer er derfor viktig for å få en god utnyttelse av P ressursene i husdyrgjødsel.



Figur 7. Sammenheng mellom tilført P (P i mineralgjødning + P i husdyrgjødsel) og P balanse (tilført P - P fjernet med avling) i perioden 1993-2003.

4.2 Grønnsaker og poteter

I et av overvåkingfeltene i JOVA programmet som har et stort innslag av grønnsaks- og potetdyrking er P gjødslingen vurdert for hodekål, knollselleri, purre, rødbeter og potet. Tilgjengelig data for jordas P-AL tall i dette området er ikke fullstendig, men de tallene som er tilgjengelig viser at det er høye P-AL tall i området. Data fra Bioforsk's jorddatabank (23 observasjoner) ga en middel P-AL verdi i området på 40.4, med minimum og maksimum verdier på henholdsvis 7 og 111. P-AL verdier over 15 klassifiseres som meget høyt. I et annet datasett fra området med 10 samleprøver tatt ut fra skifter som inngår i Bioforsk Øst's N-prognose prosjekt var middel P-AL verdi 26.2, med minimum og maksimum verdier på henholdsvis 18 og 40.

Tilført P til potet og ulike grønnsaker, og anbefalt P til oppnådd avling

Middel årlig P tilførsel varierte fra 5.0 kg P/daa for hodekål til 9.3 kg P/daa for knollselleri i perioden 1991- 2004 (Tabell 4). Anbefalt P gjødsling til oppnådd avling er beregnet ved hjelp av Bioforsk's gjødslingshåndbok (<http://www.bioforsk.no>). Datagrunnlaget for å beregne mengde anbefalt P til

oppnådd avling er imidlertid noe mangelfullt på grunn av manglende data for P-AL på de enkelte skiftene. De jordanalysetallene som foreligger viser imidlertid at fosforbehovet skal korrigeres med en faktor på -75 % for de fleste skiftene. Denne faktoren anbefales når P-AL tallet er større enn 16. I Tabell 4 er det imidlertid brukt en faktor på -50 %, fordi det ikke foreligger jordanalysetall for alle skiftene. Faktor -50 % brukes når P-AL verdien er 13-15. Sannsynligvis er det få skifter som har lavere P-AL verdi enn dette.

Verdiene i Tabell 4 viser at i middel ligger tilført mengde P langt over mengden som gjødslingsplanprogrammet anbefaler til oppnådd avling. Verdien for P i mineralgjødning er til dels det dobbelte av anbefalt mengde når faktor 0.5 er brukt; noe som gir grunn til å tro at det i liten grad er tatt hensyn til jordanalysetallene for P. I tillegg kommer P tilført med husdyrgjødsel. Det er en del grise- og hønsegjødsel i området. Hønsegjødsel er spesielt P rik; ca 6.4 kg P/tonn gjødning. Grisejødsel inneholder ca 1.5 kg P/tonn. I mange tilfeller har tilførsel av husdyrgjødsel ført til ingen eller kun en mindre reduksjon i P mengden gitt med mineralgjødning (Fig.8). Dette gir en del tilfeller med svært høy P tilførsel. I Fig. 8 er alle enkeltdata på skiftenivå inkludert. Punktene for anbefalt mengde P viser at anbefalt gjødsling ikke justeres i forhold til avlingsnivå for flere av vekstene. Årsaken til dette er at anbefalt P gjødsling er begrunnet ut ifra ønsket om å sikre en tilstrekkelig konsentrasjon av lettløselig P i jorda. Anbefalt gjødsling er derfor høy i forhold til mengden P som fjernes med avling.

Tabell 4. Middelerverdier for tilført P i mineralgjødning og husdyrgjødsel og anbefalt P gjødsling til oppnådd avling for perioden 1993-2004. Alle verdier i kg P/daa. (n = antall skifteregistreringer med angitt vekst)

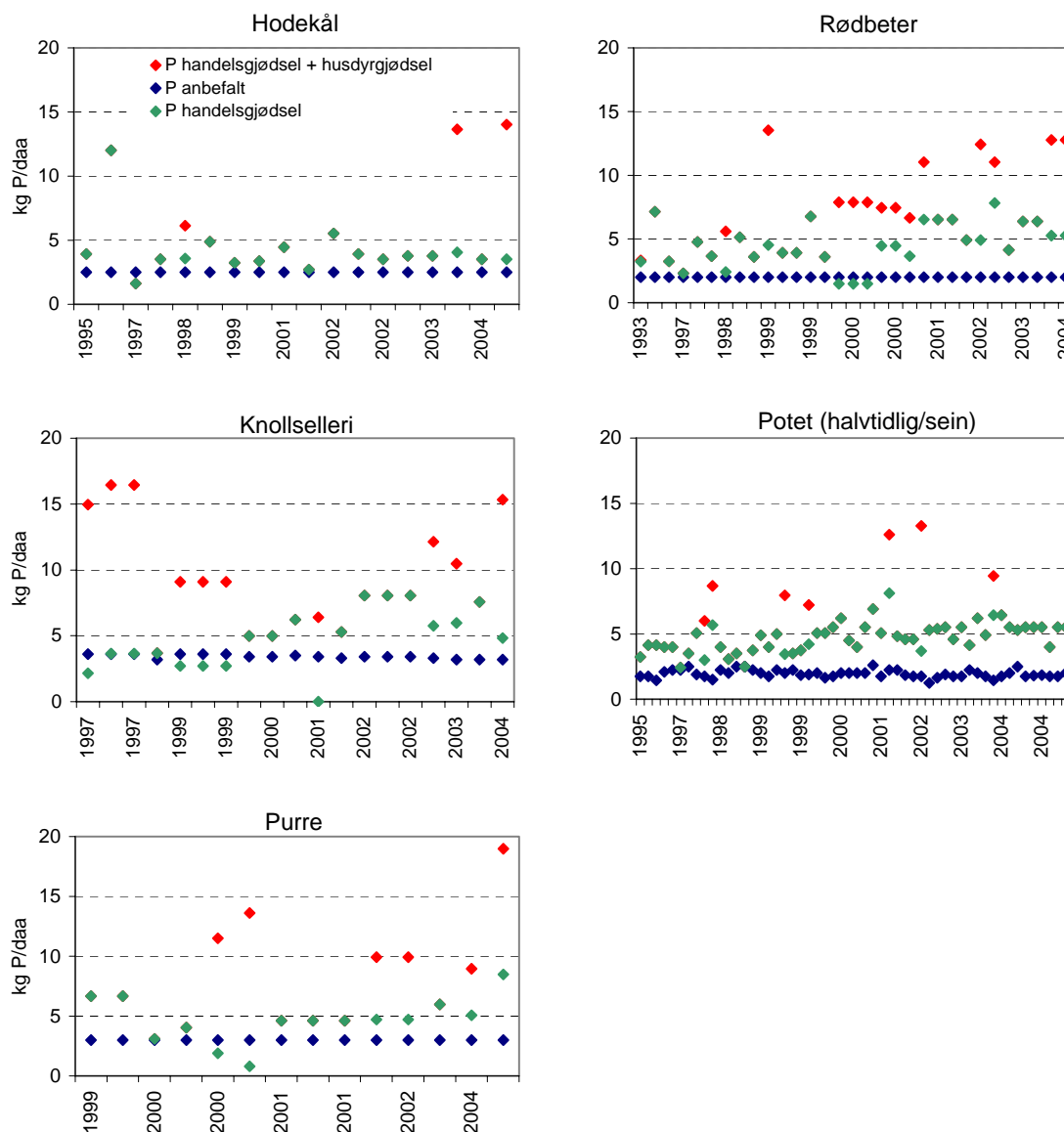
	P i mineralgj.	P i mineralgj.+husdyrgj.	Anbefalt P til oppnådd avling, faktor 0,5	Differanse tilført - anbefalt
Hodekål (n=22)	3.8	5.0	2.0	3.0
Knollselleri (n=19)	4.8	9.3	3.4	5.9
Purre (n=14)	4.7	8.1	3.0	5.1
Rødbeter (n=36)	4.5	6.9	2.0	4.9
Poteter (halvtidlig/sein) (n=57)	4.7	5.2	1.9	3.3

Fosforoverskudd

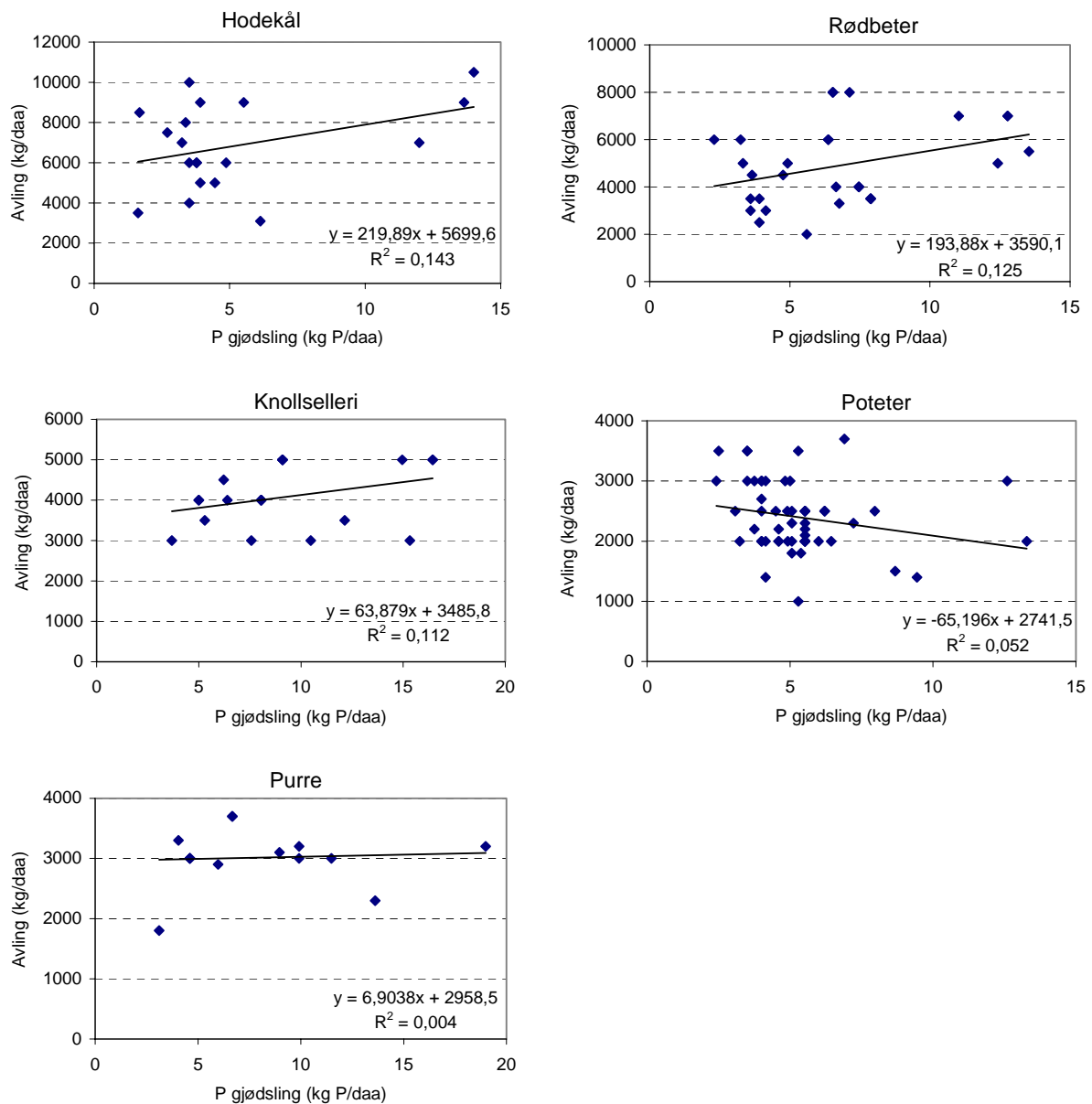
Det var ingen tydelig sammenheng mellom P gjødsling og avling for noen av de undersøkte vekstene (Fig. 9). Dette antyder at det var lite å vinne avlingsmessig ved å øke P gjødslingen betydelig over anbefalt P mengde. Figur 10 viser sammenhengen mellom P gjødsling og P overskudd. Avlingene inneholder lite P, og P overskuddet blir derfor i stor grad bestemt av gjødslingsnivået. Fosforkonsentrasjonen i hodekål, purre, rødbeter og poteter er i området 0.05 -0.06 % P, mens P konsentrasjonen i selleri er noe høyere, 0.12 %. Med det høye gjødslingsnivået blir fosforoverskuddet i mange tilfeller betydelig. For knollselleri, purre, rødbeter og potet var P overskuddet mer enn 2 kg P/daa i de aller fleste tilfellene, og overskuddet var til dels betydelig over 2 kg P/daa. For hodekål var P overskuddet mindre enn 2 kg P/daa i de fleste tilfellene. Ut ifra regresjonsligningene i Figur 10 kan gjødslingsnivået som i middel gir balanse mellom tilført P og P fjernet med avling beregnes. Dette

gjødlingsnivået var for hodekål 3.0 kg P/daa, for rødbeter 1.9 kg, for knollselleri 4.5 kg, for potet 1.6 kg og for purre 1.8 kg P/daa.

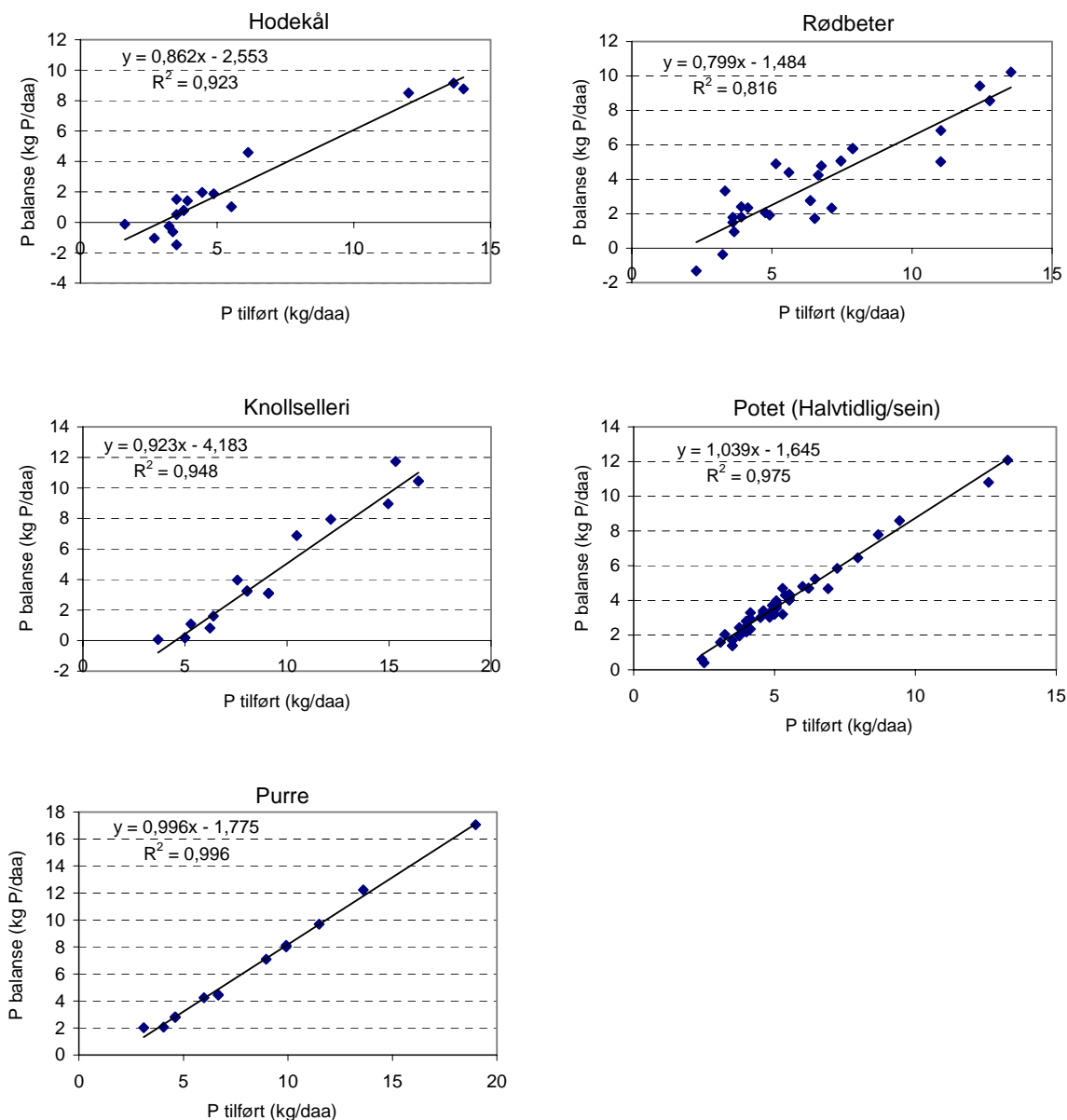
De høye P overskuddene i en del av produksjonene har utvilsomt forårsaket de høye P-AL verdiene i dette området. I mineraljord tilsvarer en P-AL enhet 2-2.5 kg P/daa i matjordlaget. Noe P vil bli bundet i tyngre tilgjengelig former, slik at ikke hele P overskuddet gjenfinnes som økt P-AL verdi. Ved høye P-AL verdier må en imidlertid forvente at kun en mindre andel av P overskuddet bindes i en tyngre tilgjengelig form.



Figur 8. Tilført mengde P (husdyrgjødsel + mineralgjødning) og anbefalt mengde P til oppnådd avling på enkeltskifter i overvåkingsfeltet i perioden 1993-2004. Punkter av ulik farge som ligger rett over hverandre hører til samme skifte.



Figur 9. Sammenheng mellom P gjødsling (P i mineralgjødsel + P i husdyrgjødsel) og avling for hodekål, knollselleri, purre, rødbeter og poteter (halvtidlig/sein) i perioden 1993-2004.

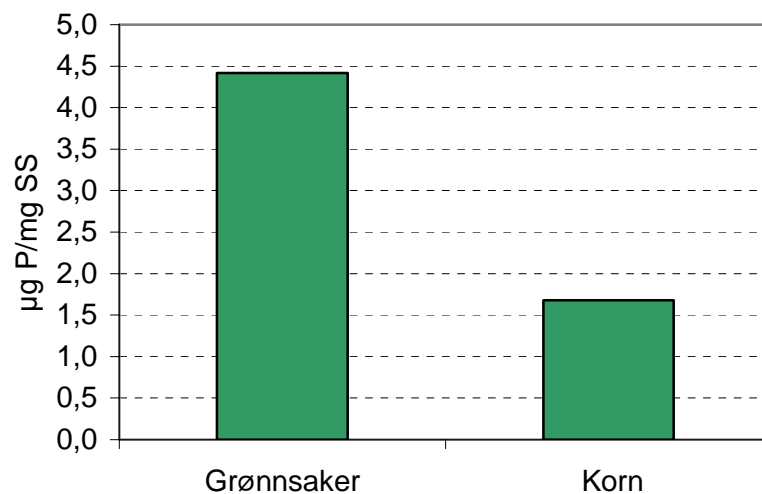


Figur 10. Sammenheng mellom tilført P (P i mineralgjødning + P i husdyrgjødsel) og P balanse (tilført P - P fjernet med avling) i perioden 1993-2004.

Fosfortap til vassdrag

Det totale P tapet til vassdrag pr arealenhet er høyt i dette området sammenlignet med andre overvåkingsfelt. Årlig middel P tap per daa jordbruksareal i overvåkingsperioden har her vært ca 1100 g, mens middel P tap fra to overvåkingsfelt med korn som dominerende vekst var 191 g P/daa/år (Bechmann et al. 2005). Høye P-AL verdier er antagelig årsak til at bekken som drenerer fra dette området har et høyt forhold mellom total P konsentrasjon og mengde partikler (SS) sammenlignet med middelverdien for de tre overvåkingsfeltene hvor korn er dominerende vekst (Fig. 11). Disse feltene er

sammenlignbare ved at det er åpenåkervekster på størstedelen av jordbruksarealet, og dermed utsatt for tap av jordpartikler. P-AL tallene er imidlertid betydelig lavere i kornområdene, og sannsynligvis årsak til at P/SS forholdet er ca 38 % av P/SS forholdet i grønnsaksfeltet. Det høye forholdet mellom total P konsentrasjon og mengde partikler betyr at partiklene som eroderer har en høy P konsentrasjon og/eller at det er en høy konsentrasjon av løst P i vannet. Høye P-AL tall betyr at mye P er løst bundet til jorda, og P blir dermed lett frigitt til vannet. Overskudd av tilført P anrikes i større grad på de minste partiklene i forhold til de større (Øgaard, 1996). Dette betyr at de minste partiklene som er mest utsatt for erosjon har her antagelig en høy P konsentrasjon.



Figur 11. Forholdet mellom total P konsentrasjon og mengde partikler (SS) i avrenningsvannet i et overvåkingsfelt med mye grønnsaksproduksjon sammenlignet med middelverdien for to overvåkingsfelt med dominerende kornproduksjon. Verdiene er middel for perioden 1998-2004.

5. Konklusjoner

Resultatene viser at det i en del tilfeller tilføres betydelige overskudd av N og P i forhold til det som føres bort med avlingene. For korn ser det ut til at hovedårsaken til overskuddene er at det planlegges for avlingsnivåer som ofte ikke oppnås. Når det gjelder P er imidlertid normene som i dag ligger i gjødslingsplanprogrammene også en årsak til overskuddet, fordi normen innebærer at det gjødsles med mer P enn det som fjernes med avlingen. Resultatene viser også at husdyrgjødsel brukes ofte på en måte som gir store P overskudd.

I denne rapporten er det analysert data fra bare ett av overvåkingsfeltene med korn som dominerende vekst og ett overvåkingsfelt med stor andel grønnsaks- og potetareal. Tidligere analyser av data fra overvåkingsfeltene har imidlertid vist at også i de andre overvåkingsfeltene med korn som dominerende vekst, tilføres N og P i overskudd (Vandsemb et al. 2003). Videre viser registreringer i grønnsaker og poteter i et annet JOVA felt at middel P gjødsling i dette feltet var i samsvar med P gjødslingen i feltet som er undersøkt i denne rapporten. En kan derfor anta at hovedresultatene i foreliggende rapport er representative også for andre korn- og grønnsaksområder.

Resultatene gir behov for å sette fokus på følgende tema for å redusere tapene av N og P fra landbruket:

- Forventet avlingsnivå som det planlegges for i gjødslingsplanleggingen.
- P normene som brukes i gjødslingsplanprogrammene.
- Fosforgjødsling i grønnsaksproduksjonen.
- Bruk av husdyrgjødsel på en måte som sikrer beste mulig utnyttelse av husdyrgjødsel næringsstoffer.

6. Referanser

- Bach, R. 2000. Fosfordynamikk i jord og avrenningsvann. Med vekt på tilstanden i jord som estimat for eutrofiering. Hovedfagsoppgave, IJVF-NLH. 52 s.
- Bechmann, M., Vandsemb, S.T., Eggestad, H.O., Skjevdal, R., Deelstra J. & Øygarden, L. 2005. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksarealer. Resultater fra Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) 2004/05. Jordforsk rapport nr. 103/05, 36 s.
- Krogstad, T. & Løvstad, Ø. 2001. Lokal tiltaksrettet vann- og jordovervåking i Kråkstadfeltet i 2000 - Ski kommune. Rapport Ski kommune, 22 s.
- Nesheim, L., Håland, Å., Myhr, K. & Øpstad, S.L. 1993. Gjødselverknad av husdyrgjødsel. I: Tveitnes, S. (red.), Husdyrgjødsel. Statens fagtjeneste for landbruket, 119 s.
- Rørstad, P.K. 2006. Økonomiske vurderinger av gjødslingspraksis i et JOVA felt. Diskusjonsnotat DP-01/06, Inst. For økonomi og ressursforvaltning, UMB, 12 s.
- Uhlen, G. 1994. The leaching behaviour and balances of nitrogen and other elements under spring wheat in lysimeter experiment 1985-92. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.*, 44: 201-207.
- Vandsemb, S.T., Bechmann, M., Eggestad, H.O., Øygarden, L. & Deelstra J. 2003. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksarealer. Resultater fra Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) 2002/03. Jordforsk rapport nr. 102/3, 47 s.
- Øgaard, A.F. 1995. Effect of phosphorus fertilization and content of plant available phosphorus (P-AL) on algae-available phosphorus in soil. *Acta Agric. Scand.* 45: 242-250.
- Øgaard, A.F. 1996. Effect of phosphorus fertilization on the concentration of total and algal-available phosphorus in different particle-size fractions in Norwegian agricultural soils. *Acta Agric. Scand. Sect B, Soil and Plant Sci.* 46: 24-29.