

**Danmarks JordbrugsForskning**

**Uffe Jørgensen, Tommy Dalgaard, Jørgen F. Hansen og Inge T. Kristensen**

**9. december 2003**

## **Analyse af VMP III scenarier for Mariager Fjord**

## Indholdsfortegnelse

Forord.....	3
1. Forudsætninger.....	3
1.1 Det dyrkede areal .....	3
1.2 Produktion af husdyrgødning.....	4
1.3 Kvælstofkvoten - udgangspunkt for normreduktion i VMP III .....	4
1.4 Ammoniakemission og udvaskning.....	4
1.5 Basislinjen .....	5
2. Vurdering af potentielle VMP III virkemidler for Mariager Fjord – uden vekselvirkninger .....	6
2.1 Skærpelse af kravet til udnyttelse af husdyrgødning .....	6
2.2 Reduktion i N-norm til afgrøder .....	7
2.3 Reduktion i husdyrproduktionen .....	7
2.4 Øget foderudnyttelse .....	8
2.5 Målrkning af de eksisterende 6% afgrøder .....	8
2.6 Udtagning af arealer i omdrift i ådale .....	9
2.7 Udtagning af højbundsjord .....	10
2.8 Omlægning til økologisk jordbrug.....	10
2.9 Teknologiske virkemidler.....	13
2.9.1 Forsuring i kvægstalde .....	13
2.9.2 Forsuring i svinestalde.....	13
2.9.3 Skrabere i kvægstalde .....	13
2.9.4 Køling af gylle i svinestalde .....	14
2.9.5 Staldseparering i svinestalde .....	14
2.9.6 Luftvasker/scrubber i svinestalde .....	14
2.9.7 V-formede gyllekanaler i kvægstalde.....	15
2.9.8 V-formede gyllekanaler i svinestalde .....	15
2.9.9 Biogasbehandling af husdyrgødning .....	15
2.9.10 Nedfældning af gylle .....	16
3. Vurdering af VMP III scenarier for Mariager Fjord inklusive vekselvirkninger mellem tiltag og effekten af basislinjen.....	18
3.1 Forbedret foderudnyttelse.....	18
3.2 Skærpelse af kravet til udnyttelse af husdyrgødning .....	18
3.3 Målrkning af de eksisterende 6% afgrøder .....	18
3.4 Udtagning af arealer i omdrift i ådale samt på højbund.....	19
3.5 Forsuring, biogasbehandling og nedfældning af gylle .....	19
3.6 Anlæg af bræmmer langs vandløb.....	19
3.7 Samlet vurdering af scenarieopfyldelse .....	20
4 Scenarier for reduktion af fosforoverskuddet i oplandet til Mariager Fjord .....	23
4.1 Indledning .....	23
4.2 Metode.....	23
4.3 Scenarier for Mariager Fjords Opland .....	25
4.4 Resultater .....	26
4.5 Diskussion .....	27
Referencer .....	29

## **Forord**

Danmarks JordbrugsForskning er af Ministeriet for Fødevarer Landbrug og Fiskeri samt Miljøministeriet, Skov og Naturstyrelsen blevet bedt om at vurdere scenarieberegninger vedrørende Mariager Fjord i forbindelse med Vandmiljøplan III. De enkelte tiltag, som indgår i scenarierne er beskrevet i notater fra Scenariegruppen (F 9) om reguleringsystemer samt i rapporter fra Kvælstofgruppen (F10), Teknologigruppen (F3) og fra Naturintegrationsgruppen (F 7).

Nærværende notat er sat sammen af to forskellige delnotater om henholdsvis generelle tiltag og om reduktion af fosforoverskuddet i oplandet.

DJF og DMU er enige om indholdet af nærværende notat.

## **1. Forudsætninger**

Udgangspunktet for at vurdere reduktionen i kvælstofudvaskningen for de enkelte tiltag i VMP III er fuld implementering og fuld efterlevelse af tiltagene i VMP II. Forudsætningerne i scenarierapporten omkring den nødvendige yderligere reduktion i næringsstofudledningen til fjorden baserer sig grundlæggende på modelberegninger over den biologiske tilstand i Mariager Fjord som funktion af N- og P-tilførsel.

DJF har ikke forudsætninger for at vurdere dette grundlag. Nedenstående analyse vurderer derfor alene, hvorvidt de foreslåede tiltag vil kunne give de ønskede reduktioner i N- og P-tab fra dyrkningsfladen (rodzonen). DJF har således heller ikke forudsætninger for at vurdere, om den anvendte reduktion (retention) i kvælstofmængden mellem rodzone og vandløb på 49%, som angivet af Wiggers et al. (2002) er korrekt.

Vurderingen er sket ved anvendelse af de samme generelle principper som er anvendt i VMP III-landsvurderingen (Blicher-Mathiesen & Grant, 2003), idet der hvor det er muligt er anvendt mere lokalitetsspecifikke oplysninger.

DJF har tillige gennemført en opstilling af bedriftsbalancer for typiske bedrifter i Mariager Fjord oplandet (MFO) på basis af et repræsentativt datasæt fra Fødevareøkonomisk institut fra 1999 (Kristensen et al., 2003a). Der har med den korte tidshorisont ikke været mulighed for at opdatere beskrivelsen af bedriftstypologierne til fuldt implementeret VMP II, og derfor har denne mere udspecificerede viden kun i begrænset omfang kunnet inddrages i nærværende analyse.

### **1.1 Det dyrkede areal**

I scenarierapporten angives et landbrugsareal i Mariager Fjord oplandet (MFO) på ca. 38.000 ha. DJF har gennemført en GIS-baseret analyse af MFO (oplandsafgrænsning angivet af Århus Amt) baseret på oplysninger i GLR indhentet i år 2002. Det dyrkede areal på bedrifter med adresse indenfor MFO var 37.427 ha. Men da nogle bedrifter har areal udenfor MFO og bedrifter med adresse udenfor MFO har jord i MFO, er der tillige opgjort det dyrkede areal i alle markblokke, som fysisk ligger indenfor MFO, hvorved det dyrkede areal blev på 35.220 ha.

I oplandet til Odense Fjord har en nærmere analyse vist, at der er et yderligere dyrket areal på 3%, som ikke figurer i GLR. Det kan bl.a. være gartnerier og marker med private heste, altså arealer, som ikke er omfattet af VMP-reguleringen. Der kan dog også være tale om arealer med specialafgrøder (fx kål eller kartofler), som har en tilknyttet norm. Arealet som kan blive påvirket af yderligere stramninger ifm. VMP III antages derfor samlet at være ca. 35.500 ha i MFO.

Oplandet er præget af sandede jorder, idet kun 4% af arealet er leret (>JB4) (Miljømodelgruppens rapport), hvilket har betydning for, hvor stor en andel af den tilførte gødning, der kan forventes at

udvaske. I stedet for den gennemsnitlige N-respons på 33% anvendt på landsplan for handelsgødning, anvendes derfor i MFO en N-respons på 35%. For ændret tilførsel af N i organisk stof anvendes på landsplan en N-respons på 40-50% (Waagepetersen, 2003), mens der på de sandede jorder i MFO antages en N-respons på 50%.

## 1.2 Produktion af husdyrgødning

I scenarierapporten angives et skønnet husdyrhold i oplandet på 40.000 DE, men ifølge Miljømodelrapporten er på baggrund af 2002-data fra CHR beregnet et husdyrhold på 38.685 DE i området. Ifølge DJFs nye analyse var antallet af dyreenheder på bedrifter med adresse indenfor MFO i 2002 dog kun på 36.649 DE (beregnet med normtal for 2002). Da der endvidere er en del gårde i MFO med jord udenfor MFO, bør der ske en reduktion i beregningen af antal DE. I DJF's nye analyse er beregnet antal DE/ha på hele GLR-arealet for gårde med adresse i MFO, hvorefter der er ganget op med ovennævnte areal på 35.220 ha. Derved beregnes, at der var 34.500 DE i MFO i år 2002.

Den udbragte husdyrgødningsmængde kan afvige herfra, hvis der er netto er en import eller eksport af husdyrgødning fra MFO, hvilket vil kræve en nærmere analyse at få belyst. Baseret på forholdet på landsplan (Blicher-Mathiesen et al., 2003) forventes ikke en større ændring i husdyrgødningsproduktionen i 2003, og derfor antages i det følgende et husdyrhold i oplandet ved udgangen af år 2003 på 35.000 DE. På landsplan fandtes iflg. Danmarks Statistik godt 2,5 mio. DE i 2002 og dermed udgør husdyrgødningsproduktionen i MFO ca. 1,4 % af landets samlede produktion.

## 1.3 Kvælstofkvoten - udgangspunkt for normreduktion i VMP III

Tiltag i VMP II med hensyn til normreduktion og revision af normer er fuldt implementeret i 2002, hvorfor kvoten for dette år tages som udgangspunkt for yderligere reduktioner i VMP III. Kvoten før normreduktion i 2002 udgjorde på landsplan 393.500 tons N, svarende til 148 kg N/ha (Blicher-Mathiesen & Grant, 2003). Baseret på en analyse af bedriftstypesammensætningen i MFO og på landsplan synes MFO at ligge meget tæt på en typisk landssammensætning, og N-kvoten i MFO afveg kun marginalt fra landskvoten (Kristensen et al., 2003a). Som baggrund for den videre analyse af Mariager Fjord oplandet antages derfor en N-kvote før normreduktion på 148 kg N/ha at gælde her.

**Tabel 1. Oversigt over forudsætninger for beregningerne på Mariager Fjord oplandet**

Areal dyrket	35.500 ha
Heraf økologisk	3.708 ha
Dyreenheder	35.000 DE
Heraf på økologiske brug	3.400 DE
Kvælstofkvoten før reduktion	148 kg N/ha

## 1.4 Ammoniakemission og udvaskning

Ved en reduktion i ammoniakemissionen fra landbruget mindskes depositionen på landbrugsjord, på terrestriske habitater samt den direkte deposition i vandmiljøet (søer, fjorde og hav). I nærværende notat kvantificeres effekterne af ændret ammoniakemission på udvaskningen fra landbrugsjord. I den forbindelse antages 25% af ammoniakfordampningen at blive afsat på landbrugsjord og dermed give anledning til en udvaskning (35% heraf).

Der er ikke gennemført en kvantificering af effekten af ændret ammoniakemission på deposition på terrestriske habitater og direkte i vandmiljøet. Dette ville i givet fald også kræve en nærmere opsplnitning i depositionen i fjorde kontra åbent hav.

### 1.5 Basislinjen

Den generelle udvikling indenfor landbruget som funktion af politisk, økonomisk og teknologisk udvikling kan forventes at ville påvirke tabet af næringsstoffer til omgivelserne uanset vedtagelsen af nye reguleringer. En beskrivelse af den forventede udvikling frem til år 2010 er bl.a. givet i Økonomimodelgruppens rapport og i Illerup et al. (2002). Det har ikke været muligt at frembringe en mere specifik fremskrivning for MFO eller for de lokale amter.

Der forventes ændringer i:

1. Antal og sammensætning af husdyr
2. Foderudnyttelsen
3. Staldindretningen
4. Det dyrkede areal
5. Afgrødefordelingen

#### Ad 1

Der forventes en nedgang i antallet af kvæg og en stigning i antallet af slagtesvin, som betyder at der alt andet lige ikke forventes en særlig stor ændring i husdyrgødningsproduktionen. DMU (Steen Gyldenkerne) har gennemført en beregning af forventet ændring uden hensyntagen til effekten af forbedret fodring, idet metodikken ellers følger Illerup et al. (2002). Beregningen viser på landsplan et forventet fald i mængden af total-N i husdyrgødning fra 2003 til 2010 på ca. 2000 tons N samt et fald i ammoniakfordampning fra 2004 (hvor bredspredning er forbudt) til 2010 i samme størrelsesorden.

Da fordelingen mellem kvæg og svin i MFO ikke afviger betydeligt fra landsfordelingen (Kristensen et al., 2003a) vælges en direkte skalering af ovennævnte tal, idet husdyrmængden i MFO udgør 1,4 % af landets. Der kan således forventes en reduktion i total-N i husdyrgødning og i ammoniakemission i MFO frem til 2010 på ca. 28 tons N. Reduktionen kan tilskrives ændret husdyrantal og -sammensætning samt ændret staldindretning.

Under antagelse af en fortsat gennemsnitlig udnyttelsesprocent af husdyrgødning på 68% kan forventes en ændret tilførsel af organisk bundet N på  $(1-0,68) \times 28 \text{ tons N} = 9 \text{ tons N}$  i MFO, hvoraf 50%, (4,5 tons N) kan forventes reduceret i udvaskningen. Den reducerede gødningsvirkning af husdyrgødning antages erstattet med  $0,68 \times 28 = 19 \text{ tons N}$  i handelsgødning.

Af reduktionen i ammoniakfordampningen på 28 tons N antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (2,5 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning.

#### Ad 2

Effekten er vurderet på baggrund af potentialet skitseret i notatet ”Muligheder for at reducere husdyrgødningsindhold af kvælstof via fodring”, idet halvdelen af det skitserede potentiale antages at ville ske under alle omstændigheder og derfor er en del af basisudviklingen, mens den anden halvdel vil kræve særlige tiltag og derfor behandles som et muligt tiltag i VMP III. Effekten af basisudviklingen i MFO vurderes at være en reduktion i nitratudvaskningen på ca. 28 tons N og af ammoniakemissionen på 34 tons N årligt (se pkt. 2.4).

#### Ad 3

Se Ad 1.

Ad 4

Svarende til i Klimagruppens rapport antages en nedgang i det dyrkede areal på 0,35% pr år svarende til ca. 123 ha årligt i MFO, og i alt 735 ha frem til år 2010. Det forventes, at arealudtagningen ikke direkte påvirker husdyrholdet og dermed alene fortrænger handelsgødede arealer. Herved kan forventes en reduktion i udvaskningen på ca. 50 kg N/ha (N-rapporten). Samlet kan arealnedgangen frem til 2010 dermed forventes at resultere i en reduceret udvaskning på ca. 37 tons N.

Ved en N-kvotepå 148 x 0,9 = 133 kg N/ha kan forventes en fortrængning af 98 tons N i handelsgødning på de 735 ha, hvoraf 2,2 % = 2 tons N ville være fordampet som ammoniak. Hertil kommer en forventet reduktion i ammoniakfordampningen fra plantedækket på 4 kg N/ha, når det ændres fra gødet til ugødet (Andersen et al., 1999). Samlet kan således forventes en reduktion i ammoniakfordampningen på ca. 5 tons N. Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,4 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning.

Ad 5

Det er uvist, hvorvidt den skitserede ændring i afgrødefordeling frem til 2010 i Økonomimodelgruppens rapport vil slå igennem i MFO, og effekten vurderes generelt at være vanskelig at vurdere. Den er derfor ikke inddraget i analysen.

## **2. Vurdering af potentielle VMP III virkemidler for Mariager Fjord – uden vekselvirkninger**

I Scenarierapporten (tabel 19a og b) er listet en række potentielle tiltag, som kan bringes i anvendelse i Mariager Fjord oplandet. Disse tiltag gennemgås i det følgende med de reviderede forudsætninger angivet i tabel 1, og de reviderede effekter af tiltagene er angivet i tabel 3 og 4. Effekten af de enkelte tiltag er angivet uden hensyntagen til basislinjen eller vekselvirkning med indførelsen af andre tiltag – effekterne heraf vurderes samlet under afsnit 3.

### **2.1 Skærpelse af kravet til udnyttelse af husdyrgødning**

Det forudsættes, at husdyrholdet i oplandet udgør 35.000 DE og at 1 DE = 100 Kg N ab lager. Den husdyrgødning, som anvendes på økologiske brug (ca. 340 t N egenproduktion i MFO svarende til landsgennemsnittet for økologiske brug (Blicher-Mathiesen & Grant, 2003)), vil ikke føre til en fortrængning af handelsgødning ved øget udnyttelseskrav. Der kan således beregnes en husdyrgødningsproduktion på 3160 ton N (3.500-340), som vil fortrænge handelsgødning ved strammere krav til udnyttelse.

En skærpelse af udnyttelseskravet med 10 %-point i oplandet til Mariager Fjord vil betyde et reduceret forbrug af handelsgødning på ca. 316 tons N (3160 tons N x 10%). Jf N-gruppens rapport vurderes det, at udvaskningen på sandede jorder reduceres med 35% af nedgangen i handelsgødningsforbruget. Dette svarer til en reduceret udvaskning på 111 tons N (316 tons N x 0,35).

Den resulterende reduktionen i ammoniakfordampning er estimeret til 2,2 % af det reducerede handelsgødningsforbrug svarende til 7 tons N (2,2 % af 316 tons N). Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,6 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning.

Den skitserede udvaskningsreduktion vil være gældende, hvis det skærpede udnyttelseskrav betyder svagere gødskning eller der opnås en øget udnyttelse af husdyrgødningen ved et mere optimalt tildelingstidspunkt eller andet, som kan øge optagelsen af husdyrgødnings-N i afgrøden. Hvis

derimod øget udnyttelse opnås ved forsuring eller andre teknologisk tiltag, som reducerer ammoniakfordampningen, vil der ikke samlet set ske en reduceret gødskning, og dermed heller ikke ske en nævneværdig reduktion i udvaskningen. Men den reducerede ammoniakemission vil i sig selv have en positiv effekt på miljøet.

Hvis der gennemføres en 'ufinansieret' stramning af udnyttelseskravet til husdyrgødning, som ikke kan opnås i landbruget ved forbedret planteoptagelse vil det virke som en stramning af N-normen til afgrøderne på brug, der anvender husdyrgødning. Det vil betyde, at den enkelte landmand tilskyndes til at gennemføre tiltag, som sikrer en bedre N-husholdning, fx ved udnyttelse af efterafgrøder eller ved teknologiske tiltag.

## 2.2 Reduktion i N-norm til afgrøder

Der tages udgangspunkt i, at den gennemsnitlige N-norm (før reduktion) for landet er 148 kg N/ha (Blicher-Mathiesen & Grant, 2003). Idet afgrødefordeling i MFO næsten svarer til landsplan er kvoten i oplandet til Mariager Fjord 4.535 tons N (30.642 ha x 148 kg N/ha). Idet der ikke vil være nogen effekt af normreduktion på økologiske arealer og MVJ-arealer, er arealet med reducerbar kvote reduceret i forhold til totalarealet ved at fratække det økologiske areal på 3.708 ha og et MVJ areal på 1150 ha (Wiggers et al., 2002).

Ved en reduktion i N-normen med 10% kan forventes en reduktion i udvaskningen på ca. 159 tons N (4.535 tons N x 10% x 0,35). Effekten af en yderligere reduktion på 10% er beregnet til ca. 145 tons N (4.535 tons N x 10% x 0,32 (når man bevæger sig ned ad kvælstofresponskurven reduceres tabsandelen af tilført gødning)).

Det antages, at en normreduktion vil blive gennemført ved reduceret gødskning med handelsgødning, og reduktionen i ammoniakfordampning estimeres dermed til 2,2% af ændret gødskning (4.535 tons N x 10% x 2,2% = 10 tons N). Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,9 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning.

Ved en normstramning på 20% ud over de 10% i VMP II, vil den gennemsnitlige norm for MFO reduceres til ca. 104 kg N/ha (148 kg N/ha x 70%). Det vurderes derfor, at der vil opstå et behov for omfordeling af husdyrgødning indenfor oplandet samt muligvis for gødningseksport ud af oplandet, idet der i 2002 var en dyretæthed på 0,98 i MFO.

## 2.3 Reduktion i husdyrproduktionen

Ved en reduktion i husdyrproduktionen antages det, at afgrødernes gødningsbehov i stedet vil blive dækket ved anvendelse af handelsgødning. Det er antaget, at husdyrgødningen i gennemsnit udnyttes med 68 % (krav til udnyttelse af N i husdyrgødning vægtet efter mængde af N i husdyrgødningen for dyrearter og gødningstype). Udvasningen antages reduceret med 50% af nedgangen i total-N-tilførslen, idet det er tilførslen af organisk bundet N, der mindskes, og heraf regnes som nævnt med 50% udvaskning.

Udvasningsreduktion er da 16 kg N pr. reduceret DE ((100-68) kg N/DE x 0,50). Effekten af tiltaget vil afhænge af, hvilke husdyr, der fjernes. Idet udnyttelseskravet til N i f.eks. svinegylle i dag er 75 % vil reduktion af svineholdet reducere udvaskningen fra rodzonen med ca. 12,5 kg N pr. DE. For ændret husdyrhold på dybstrøelse vil ændringen i belastningen til gengæld være større end 16 kg N pr. DE, nemlig (100-45) kg N/DE x 0,50 = 27,5 kg N /DE.

Det er endvidere antaget, at en reduktion i husdyrholdet på 10 % også vil reducere ammoniakemissionen med 10 %. DMU har beregnet ammoniakemissionen fra MFO pba. lokale CHR-data fra 2001 og antagelse af samme fordeling af staldtyper, udbringningsmetoder og afgræsning i oplandet som nationalt (tabel 2). Med en forventet årlig reduktion i

ammoniakemissionen på knap 1% (Illerup et al., 2002) er beregnet en årlig emission ved fuldt implementeret VMP II på ca. 1050 tons N/år. Ved en reduktion på 10 % i husdyrproduktionen kan således forventes en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 105 tons N. Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (9 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning.

Da både husdyrart og stalddtype har betydning for, hvor stor effekt, der vil opnås ved reduktion i husdyrproduktionen bør tiltaget nøje analyseres for maksimal effekt i forhold til omkostninger for evt. iværksættelse.

**Tabel 2. Estimeret ammoniakemission, tons per år i 2001 (fremskrevet til 2003) fra hhv. kvæg og svin i oplandet til Mariager fjord.**

	<i>Mariager fjord opland</i>	
	Kvæg	Svin
NH <sub>3</sub> emission fra stald, tons år <sup>-1</sup>	113	209
NH <sub>3</sub> emission fra lager, tons år <sup>-1</sup>	71	61
NH <sub>3</sub> emission fra udbringning, tons år <sup>-1</sup>	190	163
NH <sub>3</sub> emission fra afgræsning, tons år <sup>-1</sup>	35	1
NH <sub>3</sub> emission fra ammoniakbehandlet halm, tons år <sup>-1</sup>	35	-
NH <sub>3</sub> emission i alt tons år <sup>-1</sup>	635	433
Fremskrivning til 2003 (DJF)	624	425

Kilde: Beregninger foretaget af Afd. for Systemanalyse, DMU.

## 2.4 Øget foderudnyttelse

Med udgangspunkt i at husdyrholdet i oplandet udgør 35.000 DE svarende til 1,4% af det samlede husdyrhold i DK er det antaget at effekten af tiltaget udgør 1,4% af den effekt tiltaget er vurderet til nationalt. Effekten er vurderet på baggrund af potentialet skitseret i notatet ”Muligheder for at reducere husdyrgødningens indhold af kvælstof via fodring”, idet halvdelen af potentialet antages at ville ske under alle omstændigheder og derfor er en del af basisudviklingen, mens den anden halvdel vil kræve særlige tiltag og derfor behandles som et muligt tiltag i VMP III.

På landsplan vurderer ovennævnte notat, at effekten af øget foderudnyttelse i forbindelse med særlige fodringmæssige tiltag er en reduceret N-udskillelse i gødningen på 11.500 tons N årligt. På basis heraf beregner Blicher-Mathiesen & Grant (2003), ved anvendelse af samme metodik som anvendes ved evalueringen af VMP II, en reduktion i henholdsvis N-udvaskning og ammoniakfordampning på 2.000 og 2.400 tons N pr år. Da der ikke er væsentligt forskellig sammensætning af husdyrbestanden i MFO og på landsplan (Kristensen et al., 2003a), kan reduktionerne i MFO herefter beregnes relativt til henholdsvis ca. 28 tons N nitratudvaskning og ca. 34 tons N ammoniakfordampning årligt.

## 2.5 Målretning af de eksisterende 6% efterafgrøder

Det er antaget, at de eksisterende 6 % efterafgrøder i oplandet kan målrettes mod arealer, som modtager husdyrgødning (og evt. JB 1-3), og at effekt af efterafgrøder hermed øges fra 25 kg N/ha til 37 kg N/ha - svarende til en forøget effekt på 12 kg N/ha. På landsplan findes ca. 120.000 ha efterafgrøder, og da arealet af MFO udgør 1,3% af landets areal vurderes efterafgrødearealet i MFO at udgøre ca. 1600 ha.



Det er i scenarierapporten antaget, at der kan etableres yderligere ca. 3000 ha målrettet mod husdyrbrug (og evt. JB 1-3) med en effekt på 37 kg N/ha. DMU har ved analyse af PD's kontrolrapporter samt gødningsregnskaber for 2002 vurderet, at der er et maksimalt potentiale for yderligere efterafgrøder på kvæg- og svinebrug på henholdsvis 18 og 31 % af brugenes totalareal (Blicher-Mathiesen & Grant, 2003). Ved at anvende den tilnærmede brugstypfordeling i de 4 kommuner omkring fjorden, kan der beregnes et maksimalt 'ledigt' areal på kvæg- og svinebrug i MFO på ca. 6.000 ha. Dertil kommer arealer på planteavlsbrug, som modtager husdyrgødning. Til gengæld skal fratrækkes de 6%-afgrøder, som ovenfor er blevet flyttet fra planteavlsbrug til husdyrbrug. Det vurderes samlet muligt at øge efterafgrødearealet med yderligere ca. 4-5.000 ha i MFO.

En effekt af målrettede efterafgrøder på 37 kg N/ha er et usikkert bud, men der er foreløbigt ikke grundlag for en mere præcis vurdering, idet der ikke findes tilstrækkeligt med forsøgsresultater med efterafgrøder på husdyrbrug. Data benyttet i beregningen af N-LES<sub>3</sub> viser, at der potentielt kan opnås en større effekt end 37 kg N/ha i sædskifter med høje tilførsler af total-N (Kristensen et al., 2003a). Men disse data stammer primært fra udlægsmarker (græs) og fra raps sået efter korn, og disse afgrøder er ofte bedre etablerede end deciderede efterafgrødearealer.

Generelt skal man være opmærksom på, at den angivne effekt forudsætter, at efterafgrøderne er veletablerede. Hvis ikke landmanden har et driftsmæssigt incitament til at sikre god etablering af afgrøderne, kan det ikke forventes at blive reglen. Incitamentet kan være den tilknyttede eftervirkning, som nu er tilknyttet 6%-afgrøderne, og som betyder, at hvis ikke landmanden etablerer sine efterafgrøder ordentligt og dermed sikrer sig en forfrugtsvirkning, vil hans følgende afgrøde blive underforsynet med N.

Ved en forventet øget effekt af efterafgrøder ved målrettet placering bør samtidigt den tilknyttede eftervirkning i gødningsregnskabet revurderes med henblik på en opjustering.

## **2.6 Udtagning af arealer i omdrift i ådale**

Der er for udtagning i ådale kalkuleret med en N fjernelse på 100 kg N/ha jf. Naturintegration-gruppens rapport. Det er en værdi, som dækker over store variationer fra ca. 50 kg N/ha alene som følge af udtagning af omdriftsjord til flere hundrede kg N/ha i de tilfælde, hvor der kan opnås denitrifikation af vand tilledt fra dræn, fra grundvand eller ved oversvømmelse fra åer.

Landbrugsjorden i MFO er ikke i særligt stort omfang drænet, og lavbundsarealerne i oplandet tilføres således primært vand fra grundvandet, og fra oversvømmelse af åer (fx Kastbjerg å). Grundvandet er ganske nitratholdigt i MFO (Lisbeth Wiggers Århus Amt, personlig meddelelse), og der er således ikke grund til at formode, at en gennemsnitlig reduktion på 100 kg N/ha er for høj.

Der antages udtagning af forholdsvis ånære arealer og derfor at udvaskningsreduktionen slår fuldt igennem i vandløbene.

Nordjyllands og Århus Amt har udpeget 1506 ha potentielle VMP II vådområder (Wiggers et al., 2002). Af disse vurderer amterne dog at nogle har naturværdier, som vil være i modstrid med ønsket om ophør af dræning m.m. ved udtagning af omdrift. Det vurderes derfor sandsynligt, at i størrelsesordenen 1000 ha er den maksimale grænse for udtagning af arealer i ådale i MFO.

Det antages, at ved udtagning af arealerne vil husdyrgødningsproduktionen ikke reduceres, men blive omfordelt i MFO (ved udtagning af 250 ha vil dyretætheden øges fra pt. ca. 0,986 til 0,993). Herved fortrænges handelsgødning svarende til N-kvoten på  $148 \text{ kg N/ha} \times 0,9 = 133 \text{ kg N/ha}$ . Ammoniakemissionen reduceres med 2,2 % heraf. Hertil kommer en forventet reduktion i ammoniakfordampningen fra plantedækket på 4 kg N/ha, når det ændres fra gødet til ugødet

(Andersen et al., 1999). I alt forventes således en reduktion i ammoniakfordampningen på ca. 7 kg N/ha.

Af ammoniakreduktionen ved udtagning antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,6 kg N/ha) antages at slå igennem som reduceret udvaskning.

### **2.7 Udtagning af højbundsjord**

Jævnfør N-rapporten vurderes udvaskningen at reduceres med ca. 50 kg N/ha ved udtagning af handelsgødet sandjord, hvilket forventes i første omgang vil være realistisk. Reduktionen i ammoniakemissionen er i det tilfælde opgjort til ca. 7 kg N/ha. Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,6 kg N/ha) vil slå igennem som reduceret udvaskning.

Hvis der derimod antages udtagning af arealer med tilførsel af både husdyrgødning og handelsgødning vil udvaskningsreduktionen øges til ca. 60 kg N/ha, og under forudsætning af at husdyrgødningen fortrænges ikke blot fra den enkelte mark, men fra hele oplandet, idet der antages en tilsvarende reduktion i husdyrproduktionen, kan der forventes en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 30 kg N/ha.

### **2.8 Omlægning til økologisk jordbrug**

Ifølge en bedriftsbalanceanalyse af Kristensen et al. (2003) kan der beregnes en reduceret udvaskning ved omlægning af konventionelle malkekvægsbrug til økologi på 46-50 kg N/ha. Simulering af udvaskning fra konventionel og økologisk planteavl med FASSET-modellen færdiggjort november 2003 viser en øget udvaskning ved omlægning til økologisk produktion i størrelsesordenen 5-10 kg N/ha ved nuværende praksis i økologisk planteavl (Berntsen et al., 2003). Det fremgår dog også, at der kan opnås en forbedret effekt af økologisk planteavl ved ændring i sædskiftet og ved øget brug af efterafgrøder.

Malkekvægsproduktion og planteavl er langt de største sektorer i økologisk jordbrug, og under forudsætning af, at der omlægges omtrent lige store arealer fra de to sektorer, kan der forventes en gennemsnitlig effekt af omlægning på ca. 20 kg N/ha. Størrelsen vil skifte ved forskellig andel af sektorerne, der omlægges.

Der forventes ikke væsentligt ændret ammoniakemission ved omlægning til økologisk jordbrug.

Oprindeligt blev i Scenarierapporten antaget en reduktion i VMP III ved omlægning til økologi på 28 kg N/ha. Men siden da er effekten af økologisk mælkeproduktion revideret, og effekten af økologisk planteavl har vist sig at være ringere end forventet, inden en egentlig analyse var gennemført. Det skal bemærkes, at der vil være en større effekt (46-50 kg N/ha) ved omlægning af mælkeproduktionen alene.

**Tabel 3. Oversigt over effekter tilknyttet de enkelte potentielle virkemidler.**

<i>Gødningsrelaterede</i>	Yderligere anvendelse af virkemidlet	Reduktion i kvælstofudvaskning fra rodzonen - tons N	Skønnet reduktion i kvælstofafstrømning via vandløb - tons N ved retention =49%	Reduceret ammoniakemission - tons NH <sub>3</sub> -N	Reduceret fosfortab til vandmiljøet	Natur 1)	Klima 1)
Yderligere skærpelse af krav til udnyttelse af N i husdyrgødning	5 % point 10%point	Ca. 56 Ca. 111	Ca.28 Ca. 57	Ca. 3 Ca. 7	+	+	+
Reduceret N-norm i forhold til nuværende norm	10 % Point 20 %Point	Ca.160 Ca.304	Ca. 82 Ca. 153	Ca. 10 Ca. 20		+	++
Reduceret husdyrproduktion i forhold til nuværende på 35.000 DE	10 % (3500 DE) 20 % 40 %	Ca. 65 Ca. 130 Ca. 260	Ca. 33 Ca. 66 Ca. 132	Ca.105 Ca. 210 Ca. 420	++	++	++
Øget foderudnyttelse		Ca. 28	Ca. 14	Ca. 34	+		
<i>Arealrelaterede</i>							
Effekt kg N/ha							
Målrkning af eksisterende 6 % efterafgrøder til arealer som modtager husdyrgødning (og evt. JB 1-3)	1600 ha (nuværende areal med 6 % efterafgrøder)	Ca. 19	Ca. 10	0	2)+		+
Målrkning etablering af efterafgrøder på husdyrbrug med udgangspunkt i et potentiale på 4-5.000 ha	4.500 ha	Ca. 167	Ca. 85	0	2)+		+
Udtagning af arealer i omdrift i ådale/vådområder (med udgp. i at der kan etableres 1000 ha )	100 kg N/ha	Ca. 10 Ca. 20 Ca. 40	Ca. 10 Ca.20 Ca. 40	Ca. 1 Ca. 1 Ca. 3	+++	+++	++
Udtagning på højbund /drikkevand (% af landbrugsarealet i opland)	50 kg N/ha	Ca. 175 Ca. 350 Ca. 700	Ca.89 Ca.179 Ca. 357	Ca. 25 Ca. 49 Ca. 98	2)+++	+++.	+++
Yderligere omlægning til Økologisk Jordbrug (% af landbrugsarealet i opland)	20 kg N/ha	Ca. 70 Ca. 140 Ca.280	Ca. 36 Ca. 71 Ca. 143	0 0 0	+	+	+

1) Disse vurderinger er ikke revurderede

2) Den positive effekt i forhold til reduceret fosfortab til vandmiljøet er under forudsætning af udtagning i risikoområder.



## **2.9 Teknologiske virkemidler**

Vurderingen af effekten af teknologiske virkemidler i MFO er baseret på dels en analyse fra DMU af fordeling af ammoniakfordampningen i MFO (tabel 2, se nærmere beskrivelse af metodikken herfor i Scenarierapporten), dels på de reduktionsprocenter, som er angivet for de enkelte teknologier i Teknologigruppens rapport. DJF har ikke genberegnet ammoniakfordampningen angivet i tabel 2. De anvendte reduktionsprocenter fra Teknologirapporten vurderes at være korrekte (Sven G. Sommer, personlig medd.). I modsætning til i Scenarierapporten er der dog i nærværende analyse indregnet en mindsket udvaskning ved reduceret ammoniakemission som følge af reduceret deposition på landbrugsjord, se afsnit 1.4.

### **2.9.1 Forsuring i kvægstalde**

Ved forsuring af 10% af kvægstaldene er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 27 tons N. Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (2,4 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (9,5 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 7,1 tons N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 2,4 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

### **2.9.2 Forsuring i svinestalde**

Ved forsuring af 10% af svinestaldene er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 24 tons N. Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (2,1 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (8,4 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 6,3 tons N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 2,1 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

### **2.9.3 Skrabere i kvægstalde**

Ved installation af skrabere i 10% af de kvægstalde, hvor de endnu ikke findes, er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 4 tons N. Dette er betydeligt mindre end effekten af forsuring, idet skrabere ikke som forsuring også reducerer ammoniakfordampningen fra lager og ved udbringning.

Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,4 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (1,4 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 1 ton N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen, vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 0,4 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

#### **2.9.4 Køling af gylle i svinestalde**

Ved installation af køling i 10% af de svinestalde, hvor det er muligt, er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 5 tons N. Dette er betydeligt mindre end effekten af forsuring, idet køling i stalden ikke som forsuring også reducerer ammoniakfordampningen fra lager og ved udbringning.

Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,4 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (1,8 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 1,4 ton N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen, vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 0,4 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

#### **2.9.5 Staldseparering i svinestalde**

Ved installation af staldseparering i 10% af de svinestalde, hvor det er muligt, er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 8 tons N. Dette er betydeligt mindre end effekten af forsuring, idet staldseparering ikke som forsuring også reducerer ammoniakfordampningen fra lager og ved udbringning.

Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,7 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (2,8 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 2,1 tons N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen, vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 0,7 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

#### **2.9.6 Luftvasker/scrubber i svinestalde**

Ved installation af luftvasker/scrubber i 10% af de svinestalde, hvor det er muligt, er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 15 tons N. Dette er mindre end effekten af forsuring, idet køling i stalden ikke som forsuring også reducerer ammoniakfordampningen fra lager og ved udbringning.

Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (1,3 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (5,3 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 4 tons N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen, vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 1,3 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

### **2.9.7 V-formede gyllekanaler i kvægstalde**

Ved installation af V-formede gyllekanaler i 10% af de kvægstalde, hvor det er aktuelt, er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 3 tons N. Det er betydeligt mindre end effekten af forsuring, idet V-formede kanaler i stalden ikke som forsuring tillige reducerer ammoniakfordampningen fra lager og ved udbringning.

Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,3 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (1,1 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 0,8 tons N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen, vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 0,3 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

### **2.9.8 V-formede gyllekanaler i svinestalde**

Ved installation af V-formede gyllekanaler i 10% af de svinestalde, hvor det er aktuelt, er beregnet en reduktion i ammoniakemissionen på ca. 5 tons N. Det er betydeligt mindre end effekten af forsuring, idet V-formede kanaler i stalden ikke som forsuring tillige reducerer ammoniakfordampningen fra lager og ved udbringning.

Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,4 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning. Af det øgede ammoniumindhold i gødningen forventes 35% (1,8 tons N) at udvaskes, hvis ikke ændret husdyrgødningsnorm eller anden regulering betyder en reduceret tilførsel. Samlet ændring i nitratudvaskningen bliver da en øgning på 1,4 ton N.

Hvis gødskningen reduceres svarende til det øgede ammoniumindhold i gyllen, vil der opnås en reduktion i udvaskningen på 0,4 tons N som følge af den fortrængte ammoniakemission.

Der vil dog være en direkte miljøeffekt af den reducerede ammoniakemission.

### **2.9.9 Biogasbehandling af husdyrgødning**

Baseret på gennemgangen i N-rapporten vurderes N-tilgængeligheden at øges med ca. 10 kg N/100 kg total-N. I MFO er beregnet en husdyrgødningsmængde på ca. 3.500 tons N i 2003. Vi har ingen kendskab til, hvor meget gødning der pt. biogasbehandles i MFO og antager derfor, at der vil være ca. 3.000 tons N til rådighed for biogasbehandling fremover. Heraf forventes ved biogasbehandling af 10% af husdyrgødningen 30 tons N omsat fra organisk bundet til mineralsk N. Da N-responsen (andelen, som udvaskes) herved antages at mindskes fra 50 til 35 % vil dette medføre en reduktion i udvaskningen på 30 tons N x (0,50 – 0,35) = 4,5 tons N.

Hvis endvidere handelsgødningstilførslen mindskes svarende til det øgede ammoniumindhold i den afgassede gylle kan yderligere forventes en reduktion i udvaskningen på 30 tons N x 0,35 = 10,5 tons N.

På grund af en pH-stigning ved afgasning af gylle er risikoen for ammoniakfordampning større efter afgasning, og det er vigtigt at nedfælde eller på anden måde at minimere ammoniaktabet under udbringning. Der findes dog ikke data til kvantificering af det større ammoniaktab.

Ved biogasfællesanlæg opnås mulighed for en forbedret fordeling af gødningen mellem brug efter behandling, hvilket kan have en positiv betydning med hensyn til fordeling af fosfor.

### **2.9.10 Nedfældning af gylle**

Der antages at være ca. 2000 tons N i gylle i oplandet svarende til at husdyrholdet i oplandet udgør 1,4 % af det samlede husdyrhold, og at der på landsplan antages at være 143.500 tons N i gylle (Poulsen et al., 2001). Det er antaget, at svarende til på landsplan (N-rapporten) blev også i oplandet til Mariager Fjord i 2002 ca. 21% af al gylle nedfældet. I tabel 4 regnes på 10-40% nedfældning af de resterende 79%. Det antages, at ammoniakemissionen reduceres med ca. 4 % af indholdet af total-N i gyllen (Steen Gyldenkærne, DMU, personlig medd.), svarende til godt 6 tons N ved 10% yderligere nedfældning. Heraf antages, at 35% (2,2 tons N) vil udvaskes.

Af reduktion i ammoniakemission antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,6 tons N ved 10% nedfældning) vil slå igennem som reduceret udvaskning.



**Tabel 4. Estimeret reduktionspotentiale for ammoniakemission og nitratudvaskning ved anvendelse af staldteknologi, biogasbehandling og gylledæmning** 1) Disse vurderinger er ikke reviderede

Teknologi	Andel af husdyrgødningen, som teknologien anvendes på	Skønnet reduktion af nitratudvaskningen alt andet lige Tons N/år	Skønnet reduktion i nitratudvaskningen ved en reduktion af gødningstilførslen svarende til det øgede NH4 indhold i gyllen tons N	Reduceret ammoniak emission. Tons NH <sub>3</sub> -N/år	Reduceret fosfortab til vandmiljøet	Natur 1)	Klima 1)
Forsuring i kvægstalde (70-75 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-7	2	27		++	+
	20 %	-14	5	54			
	40 %	-28	9	108			
	100 %	-71	24	270			
Forsuring i svinestalde (60 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-6	2	24		++	+
	20 %	-12	4	47			
	40 %	-25	8	94			
	100 %	-62	21	236			
Skrabere i kvægstalde (50 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-1	0,4	4		++	
	20 %	-2	1	9			
	40 %	-5	2	18			
Køling af gylle i svinestalde (35 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-1	0,4	5		+	
	20 %	-3	1	11			
	40 %	-6	2	21			
Staldseparering i svinestalde (50 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-2	1	8		++	+
	20 %	-4	1	15			
	40 %	-8	3	30			
Luftvasker/scrubber i svinestalde (80 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-4	1	15		+++	+
	20 %	-8	3	30			
	40 %	-16	5	60			
V-formede gyllekanaler i kvægstalde (30 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-1	0,3	3		+	
	20 %	-2	1	6			
	40 %	-3	1	12			
V-formede gyllekanaler i svinestalde (30 % reduktion af ammoniakfordampningen)	10 %	-1	0,4	5		+	
	20 %	-2	1	9			
	40 %	-5	2	18			
Biogasbehandling af den del af husdyrgødningen, som pt. Ikke behandles	10%(300 tons N)	5	15	Sandsynligvis svagt øget emission	+		+++
	20%(710 tons N)	9	30				
	40%(1420 tons N)	18	60				
Nedfældning af gylle	10% (158 tons N)	-2	1	6	+ (på erosionstruede arealer)	++	
	20% (316 tons N)	-3	1	12			
	40% (632 tons N)	-7	2	25			

### **3. Vurdering af VMP III scenarier for Mariager Fjord inklusive vekselvirkninger mellem tiltag og effekten af basislinjen**

Til forberedelsen af VMP III er der for Mariager Fjord opstillet to reduktionsmål for kvælstofudvaskningen, henholdsvis yderligere 60 og 120 tons reduktion i forhold til VMP II. Disse mål skitseres opnået enten ved en regulering svarende til den nuværende eller ved en regulering baseret på udtagning. Et scenarium til reduktion af fosforoverskuddet i MFO er behandlet særskilt.

Der er opstillet scenarier for nødvendige tiltag for de 2x2 reduktionsveje. I nedenstående tabeller (svarende til tabel 20-25 i scenarierapporten) er der som udgangspunkt benyttet de reviderede værdier for enkelttiltag, som er beskrevet i tabel 3 og 4. Men ved anvendelsen af flere virkemidler sammen kan der forekomme vekselvirkning og endvidere antages det, at udviklingen i basislinjen foregår under alle omstændigheder.

#### **3.1 Forbedret foderudnyttelse**

Forbedret foderudnyttelse som et VMP III tiltag forventes at slå fuldt igennem som angivet i tabel 3. Dertil kommer en forbedret foderudnyttelse i basislinjen af tilsvarende størrelse, således at den samlede afstrømning til vandmiljøet reduceres med ca. 28 tons N, som følge af forbedret fodring.

#### **3.2 Skærpelse af kravet til udnyttelse af husdyrgødning**

Den husdyrgødningsmængde, som påvirkes af yderligere stramning af kravet til udnyttelse, påvirkes af omfanget af forbedret fodring, omfanget af økologisk jordbrug samt ændringer i husdyrsammensætningen. Af afsnit 2.1 fremgår, at gødningsmængden i MFO fratrukket den økologisk andel udgør 3160 tons N. Endvidere vil forbedret fodring (summen af basislinjen og VMP III tiltaget) betyde, at husdyrgødningsmængden reduceres i størrelsesordenen 280 tons N årligt (20.000 tons N ab lager reduktion på landsplan x 1,4%). Ændringen i husdyrantal og -sammensætning samt staldindretning iflg. basislinjen antages at reducere indholdet af total-N i MFO med ca. 28 tons N. Det kan således beregnes, at der vil være en husdyrgødningsproduktion på ca. 2852 ton N, som vil fortrænge handelsgødning ved strammere krav til udnyttelse.

En skærpelse af udnyttelseskravet med 10 %-point i oplandet vil betyde et reduceret forbrug af handelsgødning på ca. 285 tons N (2852 tons N x 10%). Udvasningen forventes reduceret med 35% af nedgangen i handelsgødningsforbruget. Dette svarer til en reduceret udvaskning på 100 tons N (285 tons N x 0,35).

Den resulterende reduktionen i ammoniakfordampning er estimeret til 2,2 % af det reducerede handelsgødningsforbrug svarende til 6 tons N (2,2 % af 288 tons N). Af denne reduktion antages 25 % at slå igennem som en reduceret deposition på landbrugsjord, og 35% heraf (0,5 tons N) vil slå igennem som reduceret udvaskning.

Disse effekter vil være gældende, hvis en øget udnyttelse af husdyrgødning opnås ved et mere optimalt tildelingstidspunkt eller andet, som kan øge optagelsen af husdyrgødnings-N i afgrøden. Hvis derimod øget udnyttelse opnås ved forsuring eller andre teknologisk tiltag, som reducerer ammoniakfordampningen, vil der ikke samlet set ske en reduceret gødsning, og dermed heller ikke ske en nævneværdig reduktion i udvaskningen.

Skærpelsen af udnyttelseskravet må således forventes at give en udbyttenedgang, hvis ikke landbruget inddrager andre redskaber til at sikre en bedre N-udnyttelse i dyrkningssystemet, fx efterafgrøder.

#### **3.3 Målretning af de eksisterende 6% afgrøder**

Ved en yderligere skærpelse af udnyttelseskravet til husdyrgødning vurderes det at være vanskeligt for landbruget at opnå samme gødningseffekt af husdyrgødning som af handelsgødning. Dermed

kommer skærpelsen til at virke som en normstramning på brug, der anvender husdyrgødning. Det betyder efterfølgende, at der kan forventes en tendens til faldende indhold af mineralsk N i jorden efter høst af hovedafgrøden og således faldende mængde til rådighed for efterafgrøder. Effekten på optaget i efterafgrøder vurderes dog at være lille i forhold til det i afsnit 2.5 nævnte store potentiale for N-optag i en efterafgrøde. På kvægbrug skyldes en betydelig andel af det efterårsmineraliserede N, som efterafgrøder skal optage, eftervirkning fra kløvergræs, som ikke påvirkes væsentligt af et skærpet udnyttelseskrav.

Det vurderes derfor stadig muligt at opnå en effekt af efterafgrøder på husdyrbrug (specielt kvægbrug) på 37 kg N/ha, men det kan være påkrævet at optimere praksis for efterafgrøder, fx med nye efterafgrødearter eller forbedret management, således som det er beskrevet i N-rapporten.

### **3.4 Udtagning af arealer i omdrift i ådale samt på højbund**

Ved udtagning i scenariet med høj målsætning af 250 ha i ådale, 250 ha på højbund samt en indskrænkning af det samlede areal på 735 ha iflg. basislinjen vil (under hensyntagen til den let reducerede husdyrgødningsmængde iflg. basislinjen) blive en dyretæthed i MFO på ca. 1,01 DE/ha. Selv i scenariet baseret på udtagning og med høj målsætning, hvor der i alt tages næsten 2000 ha ud af landbrugsdrift, vil dyretætheden kun stige til ca. 1,04 DE/ha. Tiltagene vurderes dermed ikke at vekselvirke væsentligt med øvrige tiltag, idet husdyrgødningsmængden indenfor MFO fortsat kan udnyttes på det resterende areal.

### **3.5 Forsuring, biogasbehandling og nedfældning af gylle**

Ved forsuring af gylle reduceres ammoniakemissionen kraftigt både i stald, lager og ved udbringning. Der vil således ikke være nogen yderligere effekt af betydning ved at nedfælde den forsurede gylle. I de scenarier, hvor der opereres med begge tiltag, må det derfor antages at ske på forskellige brug.

Omvendt vil der efter biogasbehandling af gylle blive en stigende effekt af nedfældning, idet der er øget risiko for ammoniakfordampning efter behandlingen. Disse to tiltag bør derfor så vidt muligt kombineres på de samme brug.

### **3.6 Anlæg af bræmmer langs vandløb**

Jævnfør naturintegrationsrapporten kan anlæg af bræmmer langs vandløb mindske tilførslen af fosfor i størrelsesordenen 2-20 kg P pr. km bræmme (kun den ene bred af et vandløb) i erosionstruede områder. Som gennemsnit af længere vandløbsstrækninger, hvor kun en mindre del er decideret erosionstruede antages i udtagningsscenarierne (tabel 7 og 8) en effekt på ca. 1 kg P/km bræmme.

Der er specielt tale om at anlægge bræmmer i højbundsområder. Det er allerede lovpligtigt at anlægge 2 m bræmmer langs målsatte vandløb, men ikke langs kanaler og grøfter. Med tiltaget i udtagningsscenariet antages anlagt yderligere 5 m bræmme oveni de nuværende 0-2 m bræmme.

Der kan samtidigt forventes en reduktion i nitratudvaskningen som følge af udtagning af bræmmearealet, og der antages en reduktion af samme størrelse som nævnt i afsnit 2.7. Der antages dog ikke at være nogen retention, idet arealerne er så vandløbsnære. Desuden kan spild af gødning direkte ud i vandløbet minimeres ved anlæg af de bredere bræmmer.

I Nordjylland Amts del af MFO (ca. 2/3 af oplandet) er optalt over 102 km vandløb med 2 m bræmmer, mens der ikke er foretaget en optælling i Arden kommune og i Århus Amt. I udtagningsscenarierne regnes med anlæg af henholdsvis 34 og 68 km bræmme svarende til 17 og 34 km vandløb.

### 3.7 Samlet vurdering af scenarieopfyldelse

Sammen med effekten af basislinjen og ved indregning af de væsentligste vekselvirkninger giver de skitserede tiltag i scenarierne i tabel 5-8 anledning til opfyldelse af målsætningerne for reduktion i kvælstoftabet til vandmiljøet. Det skal derudover bemærkes, at den direkte effekt af reduceret ammoniakdeposition i vandmiljøet som følge af den kraftige reduktion i ammoniakemissionen (specielt ved de teknologiske tiltag) ikke er medregnet.

Med hensyn til fosformålsætningerne er der manglende viden om, hvor stor effekt mange af de foreslåede tiltag vil have på fosfortabet til vandmiljøet. Derfor er effekterne kun i få tilfælde søgt kvantificeret i tabel 5-8, og der opnås kun en ringe mål opfyldelse for fosfor. Muligheder for på langt sigt at nedbringe fosforoverskuddet i oplandet og således reducere både det diffuse og det erosionsprægede fosfortab til vandmiljøet er beskrevet i afsnit 4.

**Tabel 5. Scenarium for Mariager Fjord med lav målsætning (ca. 60 tons N). Inklusive basislinjen og vekselvirkninger mellem tiltag.**

Virkemiddel	Areal, hektar	Reduceret udvaskning tons N rodzone	Reduceret afstrømning. Vandløb v. retention = 49 %	Reduceret ammoniakemission Tons N	Reduceret P-tab til vandmiljøet Tons P
Foderudnyttelse N –basislinjen		Ca. 28	Ca.14	Ca. 34	+
Ændret husdyrsammensætning og staldindretning, basislinje		Ca. 7	Ca. 4	Ca. 28	
Arealreduktion, basislinje	735	Ca. 37	Ca. 19	Ca. 5	
Foderudnyttelse N – VMP tiltag		Ca. 28	Ca.14	Ca. 34	+
Målrettet anvendelse af nuværende 6% efterafgrøder (12 kg N/ha)	1600	Ca. 19	Ca. 10	0	+
Udtagning i ådale (100 kg N/ha, 5 kg P/ha)	100	Ca. 10	Ca. 10	Ca.1	Ca. 0,5
Forsuring af gylle i 10 % af de gyllebaserede kvæg - og svinestalde		Ca. -13	Ca. -7	Ca. 51	
Nedfældning af yderligere 10 % af gyllen		Ca. -2	Ca. -1	Ca. 6	+ (på erosions-truede arealer)
<b>I alt</b>		<b>Ca. 114 tons N</b>	<b>Ca. 63 tons N</b>	<b>Ca. 159 tons N</b>	
<b>Målsætning</b>			<b>Ca. 60 tons N</b>		<b>Ca. 6 tons P</b>

**Tabel 6. Scenarium for Mariager Fjord med høj målsætning (ca. 120-125 tons N). Inklusive basislinjen og vekselvirkninger mellem tiltag.**

Virkemiddel	Areal, hektar	Reduceret udvaskning tons N rodzone	Reduceret afstrømning. Vandløb v. retention = 49 %	Reduceret ammoniakemission tons N	Reduceret P-tab t. vandmiljøet Tons P
Foderudnyttelse N –basislinjen		Ca. 28	Ca.14	Ca. 34	+
Ændret husdyrsammensætning og staldindretning, basislinje		Ca. 7	Ca. 4	Ca. 28	
Arealreduktion, basislinje	735	Ca. 37	Ca. 19	Ca. 5	
Foderudnyttelse N – VMP tiltag		Ca. 28	Ca.14	Ca. 34	+
10 % skærpelse af udnyttelseskrav t. husdyrgødning.		Ca. 101	Ca. 51	Ca. 6	+
Målrettet anvendelse af nuværende 6% efterafgrøder (12 kg N/ha)	1600	Ca. 19	Ca. 10	0	+
Udtagning i ådale (100 kg N/ha og 5 kg P/ha)	250	Ca. 25	Ca. 25	Ca 1	Ca. 1,3
Udtagning/Skovrejsning. (50 kg N/ha og 0,1 kg P/ha)	250	Ca. 13	Ca. 6	Ca. 2	+ 1)
Forsuring af gylle i 20 % af de gyllebaserede kvæg - og svinestalde.		Ca. -27	Ca. -14	Ca. 101	
Bioafgasning af yderligere 20% af gyllen		Ca. 9	Ca. 5	Let øget	+ (fordeling)
Nedfældning af yderligere 20 % af gyllen	2500 ha	Ca. -3	Ca.- 2	Ca. 21	+ 1)
<b>I alt</b>		<b>Ca. 237 tons N</b>	<b>Ca. 132 tons N</b>	<b>Ca. 232 tons N</b>	
<b>Målsætning</b>			<b>120-125 tons N</b>		<b>Ca. 6 tons P</b>

*1) ved anvendelse på erosionstruede arealer og når skovrejsning sker med løvtræ og plantedække mellem træerne*

**Tabel 7. Scenarium for Mariager Fjord baseret på udtagning med lav målsætning (ca. 60 tons N). Inklusive basislinjen og vekselvirkninger mellem tiltag.**

Virkemiddel	Udtaget areal	Reduceret udvaskning tons N rodzone	Reduktion i N transport i vandløb t N/år	Reduktion af P transport i vandløb t P/ år
Foderudnyttelse N – basislinjen		Ca. 28	Ca.14	+
Ændret husdyrsammensætning og staldindretning, basislinje		Ca. 7	Ca. 4	
Arealreduktion, basislinje	735	Ca. 37	Ca. 19	
Ådale (100 kg N/ha og 5 kg P/ha)	210 ha	Ca. 21	Ca. 21	Ca. 1
Højbund (grundvand) (50 kg N/ha)	100 ha	Ca. 5	Ca. 3	
Højbund (erosion) (50 kg N/ha og 0,1 kg P/ha)	10 ha	Ca. 0,5	Ca. 0,3	Ca. 0,001
Bræmmer (+ 5 m) (50 kg N/ha og 1 kg P pr. km bræmme)	5 ha (10 km)	Ca. 0,3	Ca. 0,3	Ca. 0,01
<b>I alt</b>	<b>1060 ha</b>	<b>Ca. 99 tons N</b>	<b>Ca. 62 tons N</b>	<b>Ca. 1 tons P</b>

**Tabel 8 . Scenarium for Mariager Fjord baseret på udtagning med høj målsætning (ca. 120-125 tons N). Inklusive basislinjen og vekselvirkninger mellem tiltag.**

Virkemiddel	Udtaget areal	Reduceret udvaskning tons N rodzone	Reduktion i N transport i vandløb t N/år	Reduktion af P transport i vandløb t P/ år
Foderudnyttelse N – basislinjen		Ca. 28	Ca.14	+
Ændret husdyrsammensætning og staldindretning, basislinje		Ca. 7	Ca. 4	
Arealreduktion, basislinje	735	Ca. 37	Ca. 19	
Ådale (100 kg N/ha og 5 kg P/ha)	800 ha	Ca. 80	Ca. 80	Ca. 4
Højbund (grundvand) (50 kg N/ha)	375 ha	Ca. 19	10	
Højbund (erosion) (50 kg N/ha og 0,1 kg P/ha)	38 ha	Ca. 2	Ca. 1	Ca. 0,004
Bræmmer (+ 5 m) (50 kg N/ha og 1 kg P pr. km bræmme)	25 ha (50 km)	Ca. 1	Ca. 1	Ca. 0,05
<b>i alt</b>	<b>1.973 ha</b>	<b>Ca. 174 tons N</b>	<b>Ca. 129 tons N</b>	<b>Ca. 4 tons P</b>

## 4 Scenarier for reduktion af fosforoverskuddet i oplandet til Mariager Fjord

### 4.1 Indledning

I dette afsnit beskrives resultaterne af en række scenarier for reduktion af fosfor- (P) overskuddet i oplandet til Mariager Fjord. Scenarierne er udarbejdet i forbindelse med det forberedende arbejde til Vandmiljøplan III.

Beregningerne baserer sig på data fra Fødevareministeriets landsdækkende registre for år 2001. For at kunne afstemme opgørelserne med national statistik er beregningerne foretaget for alle bedrifter i Danmark, således at opgørelserne for Mariager Fjord kan sammenlignes med tilsvarende, summerede opgørelser for hver af amterne i Danmark. Det faglige grundlag for beregningerne er bl.a. rapporten fra fosforgruppen (P-U-1, Danmarks JordbrugsForskning, november 2003) og en til lejligheden udarbejdet simplificeret metode til opgørelse af mark P-balancer og opskalering til total P-balance for dansk landbrug. Sideløbende arbejdes med en mere detaljeret kortlægning af P-overskuddet i oplandet til Ringkøbing Fjord, men af tids- og ressourcemæssige årsager har denne metode ikke kunnet anvendes ved Mariager Fjord.

### 4.2 Metode

Med baggrund i data fra Fødevareministeriets landsdækkende landbrugsregistre beregnes markbalancen på bedriftsniveau og opskaleres til oplands/lands-niveau ifølge de generelle principper skitseret i Dalgaard et al. (2003). Ifølge disse principper bør en estimeret P-balance på et lavere skala/hierarkiniveau (i dette tilfælde bedriften) ved opskalering til et højere skala/hierarkiniveau (i dette tilfælde hhv. oplandet omkring Mariager Fjord og hele Danmark) afstemmes med empiriske data på det højeste skala/hierarki-niveau. Da der ikke er adgang til statistisk holdbare empiriske data vedr. bedrifts-P-balancer i Mariager Fjord oplandet afstemmes i dette tilfælde mod den nationale total P-balance for det aktuelle år 2001 (Jf. tabel 1, Kyllingsbæk 2003).

Tabel 1. Fosforbalance for dansk landbrug 2001 (Kyllingsbæk 2003).

<b>Total balance</b>		
<b>Tilført:</b>	t P	kg P/ha
Foder	48000	18
Handelsgødning	15300	6
Slam	5500	2
Andet (atm., udsæd mv.)	300	0
<b>Fraført:</b>		
Husdyrprodukter	23000	9
Vegetabiliske produkter	14000	5
<b>Overskud</b>	<b>31000</b>	<b>11,7</b>

Korrektionen er indtil videre foretaget ved at addere forskellen mellem total landsbalancen (Tabel 1) og den totale beregnede markbalance for Danmark (se nedenfor) til hver af de beregnede markbalancer. Der er dog behov for at videreudvikle denne korrektionsmetode, fx gennem afstemning med statistisk repræsentative bedriftstypedata (Kristensen et al. 2003b).

Markbalancen for hver bedrift opgøres som P tilført markerne med husdyrgødning, anden organisk gødning, handelsgødning, deposition og såsæd fratrukket P i den høstede afgrøde.

P i husdyrgødning ab lager beregnes for hver bedrift ud fra dyreenheder (DE) kvæg, svin og andet, som er opgivet i gødningsregnskabet 2001. Der korrigeres for køb og salg af husdyrgødning (købt og solgt kg N omregnes til kg P via P/N forholdet for svinegylle hhv. i 2001 situationen og

ved optimeret fodring). Anden organisk gødning hentes ligeledes fra gødningsregnskabet, idet N-mængden omregnes til kg P via et P/N forhold på 1,25 svarende til P/N-forholdet i slam.

Normen for kg P ab lager per dyreenhed 2001 beregnes på baggrund af kg P ab dyr i Danmark 2001 og forventede effekter ved optimeret fodring mht. P (Danmarks JordbrugsForskning 2003a, Rubæk et al. 2003). Der regnes i år 2001-dyreenheder (DE), idet det må bemærkes, at definitionen på 1 DE skiftede i år 2002, hvorved fx antal årssøer og antal producerede slagtesvin der medgår til 1 DE steg. Derimod regnes i år 2000 gødningsnormer, idet det gødning der forbrugtes i 2001 produceredes i 2000! For kvægdyreenheder er således regnet med 18 kg P/DE i 2001 og 14 kg P/DE ved optimeret fodring. For svinedyreenheder er regnet med 24 kg P/DE i 2001 og 15 kg P/DE ved optimeret fodring. For andre dyreenheder er regnet med 31 kg P/DE i 2001 og 21 kg P/DE ved optimeret fodring.

P i handelsgødning sættes til 0 for økologiske bedrifter. For konventionelle bedrifter beregnes for hver bedrift en P-norm som afhænger af afgrødesammensætningen. Handelsgødningsforbruget estimeres dernæst som denne P-norm minus P i husdyrgødning og anden organisk gødning på bedriften. I 2001 situationen tages P-normen fra Plantedirektorates vejledning til gødningsregnskab og i scenarierne sættes P-normen med henblik på 1) P-balance, 2) P-balance+10 kg P/ha og 3) P-behov afhængig af fosfortallet i jorden (se detaljer nedenfor). I 2001 situationen korrigeres det estimerede handelsgødningsforbrug til det forbrug, der ifølge Plantedirektorates statistik var i forskellige regioner af Danmark (Tabel 2), idet der inden denne korrektion tillægges 1 kg P grundhandelsgødning til hver ha konventionelt dyrket landbrugsjord. Der tages ikke hensyn til at der på visse arealer er indgået MVJ-aftaler, som lokalt begrænser landmandens mulighed for tildeling af gødning. Depositionen sættes til 0,1 kg P/ha.

Tabel 2. Plantedirektorates statistik for tildeling af P i handelsgødning i forskellige regioner 2001.

Landsdel	Handelsgødningsforbrug (kg P/ha)
Sjælland/Lolland-Falster/Møn	9
Bornholm	5
Fyn	7
Nordlige Jylland	4
Vestlige Jylland	5
Østlige Jylland	7
Sydlig Jylland	6
Hele landet 2000/01	6

Afgrødeoplysninger hentes for hver bedrift for 2001 og klassificeres i 6 afgrødekategorier (Tabel 3). Udbyttet tages fra Danmarks Statistiks amtsopgørelser, idet udbyttet for græs og grøntfoder reduceres med 15%. Halmudbyttet fordeles proportionelt med udbyttet på korn og rapsarealet. Dernæst omregnes til P-indhold ifølge normtal fra fodermiddeltabeller, og der fratrækkes et estimeret P-indhold i årlig udsæd.



Tabel 3. Høstet kg P per ha i forskellige afgrødekategorier i amterne 2001. Værdierne er nettoudbytter (høst-udsæd). Den andel af halmen, der ifølge Danmarks Statistik er bjærget, er antaget bjærget proportionalt med udbytterne på korn og rapsmarkerne.

Netto høstet (kg P/ha)				Rodfrug		Brak
	Korn	Raps	Bælgsæd	t	Græs/grønfoder	
Hovedstadsregionen	22	23	13	18	21	0
Vestsjællands Amt	22	23	12	21	21	0
Storstrøms Amt	27	25	15	23	21	0
Bornholm	23	27	7	28	21	0
Fyns Amt	24	26	14	19	21	0
Sønderjyllands Amt	21	23	11	20	21	0
Ribe Amt	17	18	11	19	21	0
Vejle Amt	21	24	13	19	21	0
Ringkøbing Amt	18	18	10	18	21	0
Århus Amt	22	25	14	19	21	0
Viborg Amt	19	23	13	21	21	0
Nordjyllands Amt	18	23	12	18	21	0

### 4.3 Scenarier for Mariager Fjords Opland

Udgangssituationen i 2001 beregnes og sammenlignes med 3 scenarier for reduktion fosforoverskuddet i Mariager Fjords opland (Tabel 4).

Tabel 4. Scenarier for nedbringelse af fosforoverskuddet via forbedret fodring og omfordeling af P i husdyrgødning.

Virkemiddel	Scenarier for reduktion af P-overskuddet		
	P-balance	P-balance +10 kg P/ha	Behovsbaseret P-tilførsel
- Effekt af optimeret fodring mht. P	t P	t P	t P
- Handelsgødning erstattet ved omfordeling af gødning	t P	t P	t P
- Tvungen ekstra eksport af husdyrgødning ud af oplandet	t P	t P	t P
Reduktion af P-balancen	t P	t P	t P

- P-balance målsætningen betyder at der på hver af bedrifterne i MFO stilles krav om en total P-balance på maksimum 0 kg P/ha.
- P-balance +10 kg P/ha betyder at der på hver af bedrifterne i MFO stilles krav om en total P-balance på maksimum 10 kg P/ha.
- Behovsbaseret P-tilførsel betyder, at P-normen sættes i relation til fosfortallet (Pt) i jorden, således at den totale P-balance maksimum må være -10 kg P/ha ved Pt>4, 0 kg P/ha ved Pt mellem 2 og 4, og +10 kg P/ha ved Pt<2.

Den behovsbaseret P-tilførsel er opgjort på baggrund af antagelser om forskellige fordelinger af markarealet med Pt<2, Pt mellem 2 og 4 og Pt>4 på hhv. planteavlsbedrifter uden husdyr og på husdyrbedrifter med hhv. < 1 DE/ha og >1 DE/ha (Tabel 5). Den antagne fordeling i hele oplandet svarer til en vægtet fordeling af målte analyser i Nord- og Østjylland. Desuden er den antagne fordeling på hver af de tre driftstyper opstillet således, at det gennemsnitlige, arealvægtede Pt på hver brugstype svarer til målte Pt på tilsvarende driftstyper i Kvadratnettet. Således bliver den

gennemsnitlige P-norm på planteavlsbedrifter 1 kg P/ha og husdyrbedrifter med under 1 DE/ha - 3 kg P/ha og husdyrbedrifter med over 1 DE/ha -5 kg P/ha.

Tabel 5. Fordelingen af fosfortal (Pt) målt i forskellige regioner af Danmark 2001 (Landscenterets 2001 Oversigt over Landsforsøgene), og den tilsvarende antagede fordeling på 3 bedriftstyper i Mariager Fjords Opland.

	% andel af arealet		
	Pt<2	Pt 2-4	Pt>4
Bornholm	6	53	41
Storstrøms	14	60	25
Sjælland	14	60	25
Fyn	17	60	23
Østjylland	10	59	29
Nordjylland	8	50	41
Vestjylland	9	48	42
Antaget fordeling i Mariager Fjords opland	8	55	37
heraf på planteavlsbedrifter	20	70	10
heraf på husdyrbedrifter <1 DE/ha	10	50	40
heraf på husdyrbedrifter >1 DE/ha	0	50	50

#### 4.4 Resultater

Mark P-balancen for Danmark 2001 er, før korrektion til landsbalancen (Tabel 1) beregnet til 8 kg P/ha, og efter korrektion 12 kg P/ha (Tabel 6). De største overskud findes i Viborg Amt (19 kg P/ha), mens de laveste P-overskud findes i Storstrøms Amt (-1 kg P/ha). Endvidere er vist det gennemsnitlige P-overskud for de bedrifter, som har marker i oplandet til Mariager Fjord.

Tabel 6. Beregnet mark P-balance i de danske amter 2001 og for de bedrifter, som har marker i oplandet til Mariager Fjord 2001. Desuden vises yderst til højre markbalancen korrigeret til total P-balance (alle mark-P-balancer er jf. Tabel 1 korrigeret op med 3,7 kg P/ha).

	Areal (1000 ha)	Handels- gødning (kg P/ha)	Husdyr- gødning (kg P/ha)	Anden org. gødn. og deposition (kg P/ha)	Høstet netto (kg P/ha)	Beregnet Markbalance (kg P/ha)	Korrigeret totalbalance (kg P/ha)
Hovedstadsregionen	115	9	9	2	20	-1	2
Vestsjællands Amt	188	8	15	2	21	5	9
Storstrøms Amt	235	10	10	1	25	-4	-1
Bornholm	34	5	30	1	22	15	18
Fyns Amt	225	7	20	0	22	5	9
Sønderjyllands Amt	275	6	24	1	20	12	15
Ribe Amt	192	4	22	1	18	10	13
Ringkøbing Amt	183	6	24	1	20	11	14
Viborg Amt	296	6	25	2	17	15	19
Århus Amt	267	8	18	1	21	6	10
Vejle Amt	256	4	25	0	19	10	14
Nordjyllands Amt	381	4	23	1	18	10	14
Total	2648	6	20	1	20	8	12
Mariager Fjord	59	6	18	1	19	7	10

I tabel 7 er den gennemsnitlige P-balance (kg P/ha) vist for de bedrifter, der i 2001 havde mindst 1 mark i en af de markblokke som rører Mariager Fjords opland. Af de ca. 59000 ha som drives af

disse bedrifter ligger marker med et samlet areal på ca. 41000 ha i de markblokke som rører Mariager Fjords opland (Fx ligger hovedparten af Overgaard Gods udenfor oplandet, men har nogle af sine marker indenfor oplandets grænser). Nederst i tabel 7 er vist den estimerede total P-balance på disse 41000 ha. Desuden sammenlignes 2001 balancen med de tre scenarier for reduktion af fosforoverskuddet.

Tabel 7. Fosforbalancen for landbrug i oplandet til Mariager Fjord 2001 og for de tre reduktions-scenarier, der er beregnet efter en optimeret fodring mht. P (organisk gødning inkluderer her P-depositionen og P tilført med slam).

		Handels-gødning	Organisk gødning	Netto fraført ved høst	Kor-rektion	Total balance
2001-situation	(kg/ha)	6	20	-19	4	10
<u>Scenarier:</u>						
P-balance	(kg/ha)	1	14	-19	4	0
P-balance+10 kg	(kg/ha)	11	14	-19	4	10
Behovsbaseret	(kg/ha)	-2*	14	-19	4	-3
2001-situation	(t P)	238	811	-775	154	428
<u>Scenarier:</u>						
P-balance	(t P)	41	580	-775	154	0
P-balance+10 kg	(t P)	450	580	-775	154	410
Behovsbaseret	(t P)	-82*	580	-775	154	-123

\* I dette scenario er der efter korrektion til total P-balance ikke plads til køb af handelsgødnings-P, og den organiske P-mængde i oplandet må reduceres med -2 kg P/ha svarende til 82 t P i oplandet.

Effekten af optimeret fodring er i Mariager Fjords opland 2001 således beregnet til  $811-580=231$  t P (før korrektion). Under antagelse af at alle bedrifter gøder efter den fastsatte norm i de tre scenarier, og at bedrifter med overskydende husdyrgødnings-P så vidt muligt afsætter sit gødning til andre bedrifter indenfor oplandet, vil scenarierne med "P-balance" og "behovsbaseret P-tilførsel" lede til et reduceret P-overskud på hhv. 428 t P og 551 t P, mens scenariet med "P-balance + 10 kg P/ha" vil lede til en forøgelse af P-overskuddet på 18 t P (Tabel 8). Dette er under antagelse af at overskydende husdyrgødning i scenariet "behovsbaseret P-tilførsel" eksporteres ud af oplandet eller at husdyrproduktionen nedsættes i oplandet.

Tabel 8. Den beregnede effekt af de tre scenarier på total P-balancen i Mariager Fjords Opland 2001.

Virkemiddel	Scenarier for reduktion af P-overskuddet		
	P-balance	P-balance +10 kg P/ha	Behovsbaseret P-tilførsel
- Effekt af optimeret fodring mht. P	231 t P	231 t P	231 t P
- Handelsgødning erstattet ved omfordeling af gødning	197 t P	-213 t P	238 t P
- Tvungen ekstra eksport af husdyrgødning ud af oplandet	0 t P	0 t P	82 t P
Reduktion af P-balancen	428 t P	-18 t P	551 t P

#### 4.5 Diskussion

Nærværende beregninger er behæftet med stor usikkerhed, idet de ikke er mere nøjagtige end de normer og forudsætninger der ligger bag metoden. Nærværende nationale markbalance afviger

således fra Fosforrapportens (Danmarks JordbrugsForskning 2003) og Kyllingsbæks (2003) specifikation af totalbalancen (jf. tabel 1), hvorfor der er foretaget en korrektion af de beregnede Mark-P-balancer, således at summen stemmer til den nationale totalbalance. Disse forskelle kan dog til dels forklares med at slamforbruget i nærværende opgørelser på baggrund af Plantedirektoratets gødningsregister er ca. 1 kg/ha mindre end Kyllingsbæks (2003) opgørelser og fraført P med høst er ca. 1 kg P/ha større. Resten af afvigelsen kan ligge i opgørelsen af husdyrgødningsproduktionen eller i systematiske forskelle mellem markbalanceopgørelserne og total national opgørelserne (fx forskydninger i opgjort handelsgødningsforbrug, samt normer for P-indhold og tørstofindhold i importerede fodermidler). Ligeledes er nærværende, nationale markbalance og markbalancen for Fyns Amt mindre end opgørelserne i Økonomimodelgruppe-rapporten og der er forskel på den antagne potentielle effekt ved optimeret fodring (Fødevarøkonomisk Institut 2003). Der er behov for en yderligere udredning af disse forskelle. Ligeledes er der behov for at undersøge om den anvendte simple, og lineære metode til lineære korrektion fra mark- til total-P-balance burde specificeres nærmere, og fx være non-lineær afhængig af husdyrtætheden (Jf. metodediskussionen i Dalgaard et al. 2003). Den vigtigste lære af nærværende opgørelse er imidlertid trenden i de opstillede scenariers effekt på P-balancen samt de indikerede regionale forskelle.

I scenarierne er det antaget at alle bedrifter gødsker op til den fastsatte P-norm, hvilket ikke nødvendigvis vil være tilfældet og reduktionen af markbalancen kan derfor være større end beregnet. Ligeledes kan det bemærkes at beregningerne i Mariager Fjords opland dækker et område uden de store harmoniproblemer (i gennemsnit ca. 1 DE/ha i 2001). Hvis scenarierne blev gennemregnet for andre mere husdyrtætte områder ville der ikke være plads til supplerende indkøb af handelsgødning og der måtte antages at overskydende mængder husdyrgødnings-P ville blive transporteret væk fra området.

En vigtig pointe mht. bæredygtig P-tilførsel er, at der ikke er en umiddelbar sammenhæng mellem enkelte års P-overskud og påvirkningen af miljøet. Dels er det årlige P-overskud meget lille i forhold til puljen i jorden, hvorfor P-overskuddet skal ses over en længere årrække. Dels er vejene til P-tab fra landbrugsjorden til miljøet afhængig af især arealanvendelse og management, ligesom risikoen for P-tab gennem erosion og udvaskning varierer meget med de lokale jordbundsforhold, terræn og vejsituationen. Nærværende metode giver ikke svar på, om P-overskuddet reduceres på netop de arealer hvor risikoen for P-tab er stor.

## Referencer

- Andersen, J. M., Sommer, S.G., Hutchings, N.J., Kristensen, V.F., Poulsen, H.D., 1999. Emission af ammoniak fra landbruget – status og kilder. Danmarks JordbrugsForskning, 71 pp.
- Berntsen, J. Petersen, B.M., Kristensen, I.S. & Olesen, J.E., 2003. Nitratudvaskning fra økologiske og konventionelle planteavlsbedrifter – simuleringer med FASSET bedriftsmodellen. Notat til Forskningscenter for Økologisk Jordbrug 32 pp.
- Blicher-Mathiesen, G. & Grant, R., 2003. Faglig vurdering af VMP III scenarier. Notat fra DMU, 27 pp.
- Blicher-Mathiesen, G., Grant, R., Jørgensen, U. & Poulsen, H. D., 2003. Vandmiljøplan II – slutevaluering af de enkelte virkemidler. Status 2002, prognose for 2003. Notat fra DMU og DJF.
- Dalgaard, T., Hutchings, N.J. & Porter, J.R. 2003. *Agroecology, scaling and interdisciplinarity*. Agriculture Ecosystems and Environment 100 39-51. Review paper.
- Danmarks JordbrugsForskning, 2003a. *Fosfor i dansk landbrug. Omsætning, tab og virkemidler*. Rapport fra fosforgruppen P-U-1. Danmarks JordbrugsForskning, Foulum. 202 s.
- Illerup, J. B., Birr-Pedersen, K., Mikkelsen, M.H., Winther, M., Gyldenkærne, S., Bruun, H.G. & Fenhann, J., 2002. Projection Models 2010. Danish emissions of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC and NH<sub>3</sub>. NERI Technical Report No. 414, 192 pp.
- Fødevarøkonomisk Institut, 2003. Omkostninger ved reduktion af næringsstoffabet til vandmiljøet. Økonomimodelgruppe-rapport F6a. 6. november 2003. 249 s.
- Kristensen, K., Jørgensen, U. & Grant, R., 2003. Notat om genberegning af modellen N-LES. Notat fra DJF & DMU, 11pp.
- Kristensen, I. S., Kristensen, I. T. & Kristensen, T., 2003a. Typologisering af bedrifter som metode til estimering af næringsstofbalancer og –tab fra landbrugsbedrifter i et sammenhængende område. Illustration af metoden anvendt i Mariager Fjord opland. Notat, DJF, 30 pp.
- Kristensen, I. S., Kristensen, T., and Nielsen, A. H. 2003: Omlægning til økologisk mælkeproduktion - konsekvenser for kvælstofomsætning, -udnyttelse og -tab. I "Forbedret kvælstofudnyttelse i marken og effekt på kvælstoftab". Forberedelse af Vandmiljøplan III. Rapport fra Kvælstofgruppen (F10). Danmarks JordbrugsForskning. Rapport Markbrug (under trykning).
- Kristensen, I.S., Kristensen, I.T. & Kristensen, T. 2003b. Typologisering af bedrifter som metode til estimering af kvælstofbalancer og –tab fra landbrugsbedrifter i et sammenhængende område. Illustration af metoden anvendt i Mariager Fjord opland. Personlig kommunikation med ISK på baggrund af notatet. Danmarks JordbrugsForskning, Foulum.
- Kyllingsbæk, A. 2003. Den nationale P-balance for dansk landbrug 2003 (pers. komm.). Danmarks JordbrugsForskning, Foulum.
- Landscenteret, 2001. Oversigt over Landsforsøgene. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby. ISSN 0900-5293.
- Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Rom, H.B. & Sommer, S.G. (2001). Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. Danmarks JordbrugsForskning, DJF-rapport nr. 36 husdyrbrug

Rubæk, G., Heckrath, G., Sehested, J., Børgesen, CD., Dalgaard, T., Kyllingsbæk, A., Hansen, JF. & Poulsen, HD. 2003. *Scenarier for udviklingen i fosforophobning og potentiel risiko for fosfortab ved ændret tilførsel af husdyrgødning*. Notat. Danmarks JordbrugsForskning, Foulum. 12 s.

Waagepetersen, J., 2003. Merudvaskning ved tilførsel af organisk N til jorden. Vurdering til slutevaluering af VMP II. Notat DJF 13/11 2003.

Wiggers, L., Bidstrup, J., Kronvang, B., Jørgensen, J.O. & Müller-Wohlfeil, D. I., 2002. Mariager Fjord, tilførslen af næringsstoffer fra land. Århus Amt & Nordjyllands Amt, 56 pp.