



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Begrænsning af fosfortab fra husdyrbrug

Metoder til brug ved fremtidige miljøgodkendelser

Faglig rapport fra DMU, nr. 566

[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Begrænsning af fosfortab fra husdyrbrug

Metoder til brug ved fremtidige miljøgodkendelser

Faglig rapport fra DMU, nr. 566
2006

Kurt Nielsen
Hans Estrup Andersen
Danmarks Miljøundersøgelser

Jørgen Frederik Hansen
Goswin Johan Heckrath
Danmarks JordbrugsForskning

Leif Knudsen
Per Tybirk
Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret

Kitt Bell Andersen
Skov- og Naturstyrelsen

Olav Bojesen
Fyns Amt

Datablad

Titel:	Begrænsning af fosfortab fra husdyrbrug
Undertitel:	Metoder til brug ved fremtidige miljøgodkendelser
Forfattere:	Kurt Nielsen ¹ , Hans Estrup Andersen ¹ , Jørgen Frederik Hansen ² , Goswin Johan Heckrath ² , Leif Knudsen ³ , Per Tybirk ³ , Kitt Bell Andersen ⁴ og Olav Bojesen ⁵
Afdelinger:	¹ Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi, ² Danmarks JordbrugsForskning, ³ Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, ⁴ Skov- og Naturstyrelsen, ⁵ Fyns Amt
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 566
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	Marts 2006
Faglig kommentering:	Ruth Grant og Martin Søndergaard, Danmarks Miljøundersøgelser
Finansiell støtte:	Skov- og Naturstyrelsen
Bedes citeret:	Nielsen, K., Andersen, H.E., Hansen, J.F., Heckrath, G.J., Knudsen, L., Tybirk, P., Andersen, K.B. & Bojesen, O. 2006: Begrænsning af fosfortab fra husdyrbrug. Metoder til brug ved fremtidige miljøgodkendelser. Danmarks Miljøundersøgelser. 42 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 566. http://faglige-rapporter.dmu.dk .
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	Rapporten er en del af forarbejdet til en ny vejledning, som udarbejdes til kommunernes fremtidige miljøgodkendelser af husdyrbrug. Rapporten beskriver det faglige grundlag for de metoder, som kan anvendes til regulering af landbrugets fosfortab. På nuværende tidspunkt findes ikke redskaber, som kan beregne sammenhæng mellem tilført mængde fosfor til marken og tab af fosfor til vandområder. Den generelle risiko for tab af fosfor kan mindskes ved regulering af bedriftens fosforbalance. Fosfortab fra særligt udsatte marker som f.eks. tørveholdige og drænedede marker, samt arealer med højt fosforindhold kan begrænses gennem en målrettet indsats, såfremt arealerne kan identificeres. Fosfortab fra stejle marker nær vandløb med høj erosionsrisiko kan nedsættes ved etablering af randzoner langs vandløb og søer.
Emneord:	Fosfor, husdyrbrug, VVM, miljøgodkendelse
Layout: Korrektur:	Grafisk Værksted, Silkeborg Karin Balle Madsen
ISBN: ISSN (elektronisk):	978-87-7772-911-9 1600-0048
Sideantal:	42
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR570.pdf
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tel. 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

Forord 5

Sammenfatning 6

1 Indledning 7

2 Hvorfor regulere landbrugets fosfortab? 9

3 Fosforoverskud, fosforstatus og miljømæssig betydning 13

4 Identifikation af risikoområder 18

5 Virkemidler mod fosfortab 24

6 Databehov fra myndigheder og ansøger 28

7 Vidensbehov 30

8 Hittidige anvendte metoder og oversigt over fremtidige metoder 32

9 Referencer 35

Bilag 1 38

Bilag 2 39

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Forord

Som følge af kommunalreformen overtager kommunerne fra 1. januar 2007 den samlede miljømæssige administration af husdyrbrug, hvorfor der er behov for en vejledning for administration i forhold til bl.a. miljøbeskyttelsesloven og regler for vurdering af virkning på miljøet (VVM-regler). Endvidere har miljøministeren i juni 2005 indgået en aftale vedr. en ny og samlet godkendelsesprocedure for husdyrbrug over 75 dyreenheder (DE).

Skov- og Naturstyrelsen igangsatte i sommeren 2005 udarbejdelse af en vejledning til kommunernes administration af godkendelser af ansøgninger om etablering, ændringer og udvidelser af husdyrbrug. Vejledningen skal bl.a. beskrive de relevante metoder samt estimeringsværktøjer, som anvendes ved vurderingen af ansøgningerne.

Skov- og Naturstyrelsen har nedsat seks faglige arbejdsgrupper, som skal bidrage til udarbejdelse af den kommende vejledning for fremtidig godkendelse af husdyrbrug. Fosforgruppen er én af de disse seks grupper, som udarbejder bidrag til vejledningen. Derudover er nedsat fire grupper, som foretager udredningsarbejde i forbindelse med forberedelse af ny lov om godkendelse af husdyrbrug.

Formålet med fosforgruppens arbejde er at beskrive eksisterende modeller og beregningsværktøjer til estimering af risiko for fosfortab, at foreslå standardmetoder til beskrivelse af risiko for fosfortab, at beskrive hvordan data gøres tilgængelige for sagsbehandling, at udarbejde forslag til virkemidler mod fosfortab samt udarbejde forslag til vejledningstekst for kommunerne. Gruppen skal desuden påpege, hvor der er behov for øget viden.

Denne rapport beskriver det faglige grundlag for de metoder i relation til landbrugets fosfortab, der kan indgå i den fremtidige vejledning for kommunerne. Rapporten er udarbejdet af arbejdsgruppen, som består af følgende personer: Kurt Nielsen (formand), Hans Estrup Andersen og Martin Søndergaard, Danmarks Miljøundersøgelser, Jørgen Frederik Hansen og Goswin Johan Heckrath, Danmarks JordbrugsForskning, Leif Knudsen og Per Tybirk, Landscenret, Kitt Bell Andersen, Skov- og Naturstyrelsen, Olav Bojesen, Fyns Amt, Karen Feddersen, Sønderborg Områdets Miljøcenter I/S.

Sammenfatning

Skov- og Naturstyrelsen igangsatte i sommeren 2005 udarbejdelse af en vejledning til kommunernes administration af godkendelser af ansøgninger om etablering, ændringer og udvidelser af husdyrbrug. Denne rapport beskriver det faglige grundlag for de metoder i relation til landbrugets fosfortab, der kan indgå i den fremtidige vejledning for kommunerne. Rapporten kan anvendes som baggrundsviden for vejledningen, som udarbejdes efterfølgende.

På nuværende tidspunkt findes ikke redskaber, som kan beregne sammenhæng mellem tilført mængde fosfor til marken og tab af fosfor fra marken til vandområder, selv om landbrugsdrift giver anledning til et forøget fosfortab. Man er derfor henvist til at lave en generel risikovurdering, hvor den enkelte bedrifts fosforbalance vurderes i forhold til vandområdernes sårbarhed og målsætning. Fosforbalancen for den enkelte mark angiver gennem fortegn og størrelse, hvorvidt jordens fosforindhold stiger, nedbringes eller bevares uændret.

Marker, der er særlig udsat for fosfortab gennem erosion kan i første omgang identificeres ved hjælp af den såkaldte KLS-kortlægning, hvor markernes placering angives. Andre faktorer som dræningsgrad, forekomst af lavbundslande og jordens fosforstatus (fosfortal) kombineret med transportveje til vandområder har også væsentlig betydning for udpejning af risikoområder. Indtil der i 2009 vil foreligge et bedre værktøj til udpejning af områder med særlig stor risiko for fosfortab, må ovenstående faktorer indgå i vurderingen af risikoområder.

En oversigt over de vigtigste virkemidler til reduktion af fosfortabet fra marker er angivet i rapporten på baggrund af forarbejdet til VMP III. Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt, at kvantificere effekten af de fleste af virkemidlerne, lige som kun nogle få virkemidler umiddelbart kan implementeres.

En oversigt over fremtidige metoder til regulering af husdyrbrugs fosfortab kan med udgangspunkt i vandområdernes målsætning og sårbarhed reguleres på principielt tre måder:

1. Et generelt maksimalt krav til fosforbalancens størrelse til alle husdyrbrug i et opland.
2. Krav stilles til særlige risikoområder i den udstrækning, det er muligt at identificere dem. Ved brug af ét eller flere virkemidler søges fosfortabet fra disse områder reduceret. Der stilles ikke krav til de øvrige områder i oplandet.
3. En kombination af 1 og 2. Der stilles et generelt krav til fosforbalancens størrelse for hele oplandet og virkemidler anvendes for at mindske fosfortabet fra de identificerede risikoområder.

1 Indledning

Denne rapport indeholder indledningsvis i kapitel 2 en kort beskrivelse af, hvorfor det er af stor miljømæssig betydning for vandmiljøet, at fosfortilførslen, herunder landbrugets bidrag reguleres. Fosfor kan transporteres ad forskellige veje til vandløb, søer, nor, fjorde og åbne farvande, hvilket er vigtigt at holde sig for øje, når tabet af fosfor til vandmiljøet skal begrænses. Derfor er disse transportveje kort beskrevet.

Det næste kapitel omhandler fosforoverskud i landbruget, herunder udvikling gennem tid, regionale forskelle og forskelle mellem de forskellige bedriftstyper. Fosforoverskuddet har indflydelse på den enkelte marks risiko for fosfortab, da en øget ophobning af fosfor giver øget risiko for fosfortab. Det mest anvendte mål for jordens indhold af lettilgængelig fosfor, fosfortallet, er også omtalt.

Metoder til beskrivelse af fosfortab fra de enkelte marker beskrives i kapitel 4. Værktøjer til udpegning af områder med særlig stor risiko for tab af fosfor på de enkelte marker er under udvikling dels i forskningsprogrammet under VMP III og dels som følge af et udviklingsarbejde, som Skov- og Naturstyrelsen har igangsat. Dette redskab vil imidlertid først være færdigudviklet i 2009.

Der findes en kortlægning for Danmark med undtagelse af Bornholm, som udpeger de marker, som har en naturbetinget erosionsrisiko og dermed kan bidrage med et erosionsbetinget fosfortab. En række andre elementer skal indgå i bedømmelsen af områder med høj risiko for fosfortab. Disse elementer er også beskrevet (kapitel 5).

Virkemidler til at reducere tabet af fosfor fra landbrugsarealer er behandlet i kapitel 6. Virkemidler blev vurderet i forarbejdet til VMP III (Poulsen og Rubæk 2005). Selv om der er en lang række virkemidler, som teoretisk set kan anvendes, er det meget få, som umiddelbart kan indgå som vilkår i en miljøgodkendelse. Effekten af virkemidlerne kan i meget få tilfælde kvantificeres, selv om undersøgelser peger på, at de vil nedsætte fosforbidraget.

Information om de nødvendige data, samt en umiddelbar adgang til disse data er vigtig for at gøre administrationen effektiv for såvel ansøger som myndighed. En oversigt over de data, som er relevante i forbindelse med vurdering af landbruget i forhold til fosforproblematikken ved miljøgodkendelsen er opstillet i kapitel 6.

Arbejdsgruppen har også peget på problemstillinger, hvor der er et øget forsknings- og udviklingsbehov i relation til fosfortab fra marker, effekt af virkemidler, påvirkning af recipienter, udvikling af redskaber, samt dataadgang. Disse forslag, som kun dækker de umiddelbare behov, er beskrevet i kapitel 7.

I kapitel 8 er beskrevet hvilke elementer, der indgår i den nuværende vurdering af husdyrbedrifter i forbindelse med screeninger og miljøgodkendelser. Der er betydelige forskelle mellem de enkelte amters

praksis (Kørnøv og Christensen 2005). Da et af formålene med arbejdsgruppens arbejde er at foreslå metoder, som fremover skal anvendes af alle kommuner, og dermed gøre sagsbehandlingen mere ensartet, er arbejdsgruppen fremkommet med en række anbefalinger. Disse anbefalinger bygger på en faglig vurdering af hvilke metoder, der vil være anvendelige til regulering af fosfor ved den fremtidige godkendelse af husdyrbrug.

2 Hvorfor regulere landbrugets fosfortab?

2.1 Fosfors betydning for vandmiljøet

Danske vandområder har på trods af forbedringer i dag generelt en forringet vandkvalitet, hvilket skyldes tilførsler af betydelige mængder næringsstoffer især gennem det sidste århundrede (Kronvang et al. 2001; Conley 2000; Amsinck et al. 2003).

De fleste søers planteproduktion er begrænset af fosfor. Den rigelige tilgængelighed af fosfor betyder, at de fleste danske søer er grumsede og med en flora og fauna, der adskiller sig væsentligt fra søer i naturområder uden påvirkning fra mennesker. En meget lille stigning i tilførslen af fosfor kan have stor betydning for søer, som har et lavt næringsstofniveau. Det samme vil være tilfældet for søer, som ligger tæt på grænsen mellem den klarvandede og grumsede tilstand. Foruden fosfor kan kvælstofkoncentrationer over 1,2 – 2 mg kvælstof pr. liter dog også påvirke forekomsten af vandplanter og derved påvirke den økologiske kvalitet i langt flere søer end hidtil antaget (González et al. 2005).

I marine områder spiller både fosfor og kvælstof en vigtig rolle for produktionen af planteplankton. Fosfor kan være begrænsende for planteproduktionen i de fleste fjorde og kystnære områder, især i den første del af vækstsæsonen. Som gennemsnit er fosfor potentielt begrænsende for planteproduktionen i fjorde og kystnære områder i halvdelen af vækstperioden (Ærtebjerg et al. 2005).

I vandløb er øget næringsstofftilførsel på nuværende tidspunkt af mindre betydning, da andre påvirkningsfaktorer overskygger effekter af eutrofiering. Eventuel øget tilførsel af fosfor til drikkevand indgår ikke ved vurderingen af forureningskilder for fosfor.

Ved regulering af forureningskilder for fosfor i et opland skal der tages hensyn til recipienternes følsomhed over for fosfor, de enkelte recipients forureningstilstand og belastningen fra de enkelte fosforkilder.

2.2 Målsætninger for vandmiljøet

De nuværende miljømål for vandløb, søer og marine områder, som er vedtaget af amterne, bliver de foreløbige mål for økologisk kvalitet i henhold til EU's Vandrammedirektiv. Skal søer og fjorde leve op til disse målsætninger, er der ikke plads til, at fosfortabet fra landbruget kan øges. Tværtimod er der behov for en reduktion i det diffuse fosfortab. Da de gældende målsætninger ikke er opfyldt for fjorde med undtagelse af én, kystnære områder og 2/3 af søerne, vil der generelt være behov for at mindske tilførslen af næringsstoffer for at opfylde de gældende målsætninger (Nielsen og Riemann 2004). Ved godkendelse af den enkelte bedrift er det relevant at vurdere i hvilken grad

der er behov for reduktion af den nuværende fosfortilførsel fra det pågældende opland af hensyn til søer eller marine recipienter. Såfremt målsætningerne for søer og fjorde også er beskrevet som fosforkvoter skal den nuværende belastning vurderes i forhold til disse.

2.3 Landbrugets fosforbidrag

Landbrugets fosforbidrag påvirker miljøkvaliteten i vandområder i lighed med tilførslen fra de andre forureningskilder, hvorfor landbrugsbidragets størrelse skal vurderes i forhold til disse. Landbrugsbidraget bestemmes ved at fratække spildevandsbidrag, naturbidrag, dambrugsbidrag og bidrag fra spredt bebyggelse fra den målte fosfortransport. Landbrugsbidraget fremkommer dermed som en residual og er derfor meget usikkert bestemt. Op til 2/3 af fosforbidraget til vandmiljøet kommer på landsplan i dag fra det åbne land – det såkaldt diffuse fosfortab og landbrugsbidraget udgør i omkring halvdelen af den samlede udledning af fosfor (Kronvang et al. 2001; Andersen et al. 2005). Et skøn over sammensætningen af landbrugsbidraget angiver at erosionen af vandløbsbrinker kan udgøre halvdelen (Poulsen og Rubæk 2005). De anvendte skøn er meget usikre og kvaliteten af de forskellige skøn er vurderet fra "middel" til "duer ikke", mens ingen er vurderet som værende gode eller af høj kvalitet (Bilag 1).

Tidligere udgjorde spildevand fra byerne og andre punktkilder også en meget stor andel, men denne er i dag reduceret kraftigt via omfattende investeringer i spildevandsrensning. Derfor er punktkilder kun få steder en vigtig forureningskilde for fosfor på grund af en målrettet indsats mod en stærk forbedring af spildevandsrensningen i netop søoplande (Søndergaard et al. 2003). Intern fosforbelastning, der stammer fra fosfor ophobet i søbunden fra tidligere høj belastning, kan i mange søer være med til at opretholde en høj fosforkoncentration i en periode efter reduceret ekstern tilførsel og dermed forsinke effekten af mindsket tilførsel af fosfor.

I takt med reduktion af fosfor fra spildevand er den relative andel af landbrugsbidraget steget.

2.4 Fosforbinding i jord

Tilført fosfor reagerer villigt med jordens faste bestanddele, og kun en meget lille mængde uorganisk fosfor er opløst i jordvæsken og dermed umiddelbart tilgængeligt for planterne eller for udvaskning. Jorden virker som en buffer for det opløste fosfor i jordvæsken, dog er jordens bindingskapacitet for fosfor ikke ubegrænset. Som følge af en nettotilførsel vil fosfor akkumulere i overjorden og fosformætningsgraden vil stige. Fosformætningsgraden angiver forholdet mellem indholdet af sorberet, uorganisk fosfor og jordens fosforsorptionskapacitet. Ved øget fosfortilførsel vil der ske en forskydning af ligevægten mellem bundet og opløst fosfor hen mod større fosforkoncentrationer i jordvæsken (Poulsen og Rubæk 2005). Herved øges potentialet for transport af opløst fosfor med overfladeafstrømning eller nedvaskning fra overjorden. Mange jorde besidder stor bin-

dingskapacitet for fosfor i dybere jordlag, hvor fosfor kan tilbageholdes. Hvis fosfor afstrømning sker via makroporer, vil potentialet for tilbageholdelse af fosfor være betydeligt reduceret.

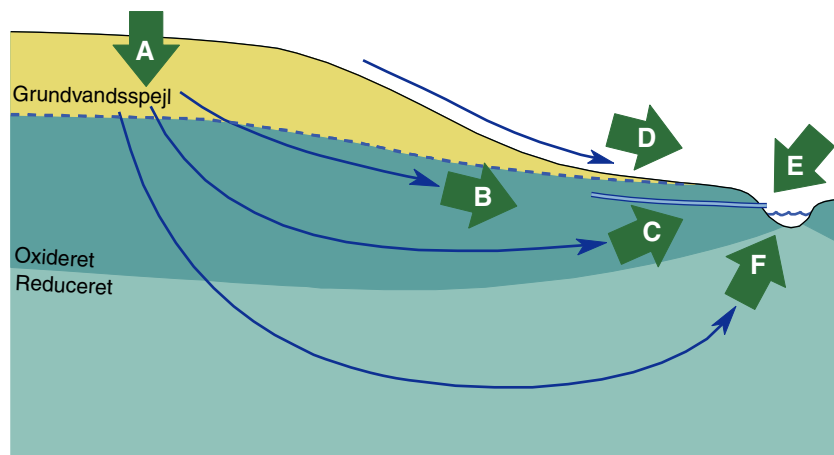
Eksperimentel dokumentation for ovenstående sammenhænge findes hos Rubæk et al. (2000) i undersøgelsen af landbrugsjorde i det såkaldte kvadratnet. Kvadratnettet er et net af ca. 830 fastliggende måleflader systematisk fordelt over hele landet med 7 km's afstand. Heraf er 590 beliggende på landbrugsarealer. Analyser af jordprøver fra 337 landbrugsjorde i Kvadratnettet udtaget i 1986 og igen i 1997-98 viser en markant stigning i jordens totale fosforindhold i de mere sandede jorde (<JB 6) over perioden. Denne stigning fandt sted i lige så høj grad under pløjelaget (25 – 50 cm's dybde) som i selve pløjelaget (0 – 25 cm's dybde). Tilsvarende kunne der ses en stigning i overjordens fosformætningsgrad på de sandede jorde (<JB 5), dog på basis af et betydeligt mindre datasæt. Stigningen i underjordens indhold af totalfosfor er et tegn på, at overjorden i mange tilfælde ikke er i stand til at tilbageholde fosfor i samme grad som tidligere eller at partikelbundet fosfor nedvaskes fra overjorden.

2.5 Fosfortab og –transportveje

Fosfortab er en kompleks funktion af klima, topografi, jordbundsegenskaber og dyrkningspraksis. Fosfortabet optræder derfor normalt med stor rumlig og tidsmæssig variation både indenfor og mellem oplande. En stor del af den partikulære fosfortransport i vandløbene, der hidrører fra overfladeafstrømning eller udvaskning igennem dræn, forekommer i få, store afstrømningsbegivenheder. Hovedparten af fosfortabet fra landbrugsjord antages på nuværende tidspunkt at hidrøre fra en relativt begrænset del af det samlede areal (Poulsen og Rubæk 2005). Områder i et opland, som i særlig grad bidrager med fosfortab til vandmiljøet, benævnes kritiske kildeområder. Et kritisk kildeområde er karakteriseret ved, at indeholde potentielt mobiliserbart fosfor og samtidigt at være forbundet til vandmiljøet med en effektiv transportvej.

I modsætning til kvælstof, som generelt udvaskes til grundvand og overfladevand fra hele landbrugsfladen afhængigt af nettoinput af kvælstof, samt klima og dyrkningspraksis, er der for fosfor flere betydende transportveje (figur 1): udvaskning af opløst og partikelbundet fosfor fra dyrkningslaget (A) til dræn (B) og øvre grundvand (C), hvorfra det kan transporteres til overfladevand, transport af partikelbundet fosfor med vanderosion eller vinderosion (D), brinkerosion (E) og tilførsel af naturligt forekommende fosfor med reduceret grundvand (F), der har været i kontakt med lokale forekomster af fosfor i dybe jordlag fra marine aflejringer. Måling såvel som modellering af fosfortab udgør derfor en stor udfordring.

Figur 1. Fosfor kan transporteres til overfladevand ad flere veje. Noget fosfor opløses og kan sive med regnvand ned til grundvandet (A) og videre til dræn (B) og vandløb (C). Andet fosfor sætter sig på fine jordpartikler, som via sprækker og store porer i jorden nedvaskes til dræn og herfra transporteres til vandløb og søer. Fosfor, bundet til jordpartikler, kan også skylle eller blæse fra markerne ud i vandmiljøet i perioder med heftig regn, snesmeltning eller kraftig blæst (D). Derudover kan fosfor, bundet til jorden på vandløbsbrinken eller i bunden af vandløbene, blive frigjort og transporteret videre (E). Endelig er der i nogle områder lokale forekomster af fosfor i dybe jordlag. Dette fosfor kan frigives til grundvandet og derved transporteres til vandmiljøet (F).



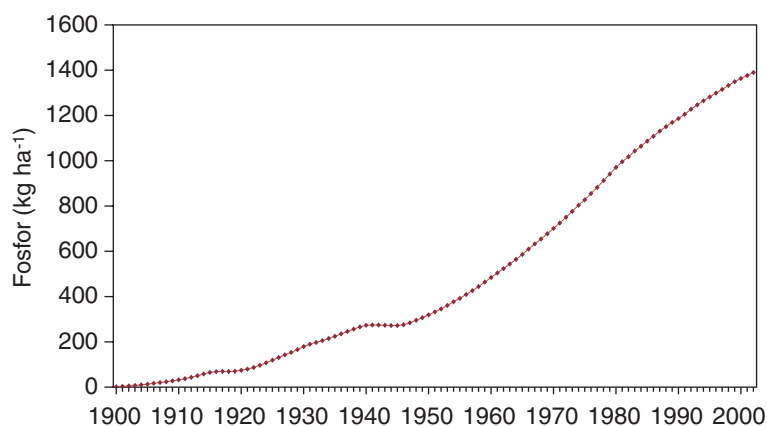
En fortsat nettotilførsel af fosfor til landbrugsjorden øger alt andet lige risikoen for fosfortab fra landbrugsjord. Således stiger tabsmængden af partikelbundet fosfor ved overfladiske afstrømningsprocesser og i drænvand i takt med stigende fosforindhold i overjorden. Desuden øges risikoen for udvaskning af opløst fosfor med stigende fosformætningsgrad, idet jordens evne til at tilbageholde fosfor falder (f.eks. Heckrath et al. 1995). Et eksempel herpå kommer fra Holland, hvor grundvandsstanden i mange jorde er høj og hvor mange landbrugsjorde har høj fosformætningsgrad helt ned til grundvandsspejlet på grund af årtiers stor nettotilførsel af fosfor. I disse jorde er bindingskapaciteten begrænset. Modelberegninger viser, at der vil gå årtier efter iværksættelse af generelle tabsbegrænsende tiltag som for eksempel negativ fosforbalance, før et fald i udvaskningen af fosfor kan forventes (Schoumans et al. 2004). I sådanne situationer med kritisk høj fosforakkumulering kan udvaskningstabet kun begrænses på kort sigt efter iværksættelse af mere målrettede tekniske tiltag, der fx øger jordens fosforbinding eller tilbageholder mobiliseret fosfor igen (Poulsen og Rubæk 2005). Indsats over for overfladeafstrømning og erosion i landskabet ved tilpassede dyrkningsmetoder forventes at have en effekt inden for en kortere tidshorisont.

3 Fosforoverskud, fosforstatus og miljømæssig betydning

3.1 Fosforoverskud og fosfortal på landsplan

Landbrugsjorden er blevet tilført langt mere fosfor med gødning gennem det sidste århundrede end der er fjernet med afgrøder. Fosforoverskuddet toppede omkring 1980 med et årligt overskud på landsplan på 30 kg fosfor pr. ha årligt, mens det i 2004 var 9,9 kg fosfor pr. ha. (Grant et al. 2005). Derfor er der akkumuleret ca. 1400 kg fosfor pr. ha gennem de sidste 100 år (figur 2). Omkring år 1900 var landbrugsjordens fosforindhold lavt pga. lav fosfortilførsel. Typisk indeholder de øverste 0,75 meter af landbrugsjord omkring 4600 kg fosfor pr. ha, mens indholdet på ikke-landbrugsjord er i størrelsesordenen 2700 kg fosfor pr. ha (Poulsen og Rubæk 2005). I jorden er kun en mindre del af fosformængden tilgængelig for planter.

Figur 2. Akkumulering af fosfor i landbrugsjord gennem de sidste 100 år (efter Kyllingsbæk).



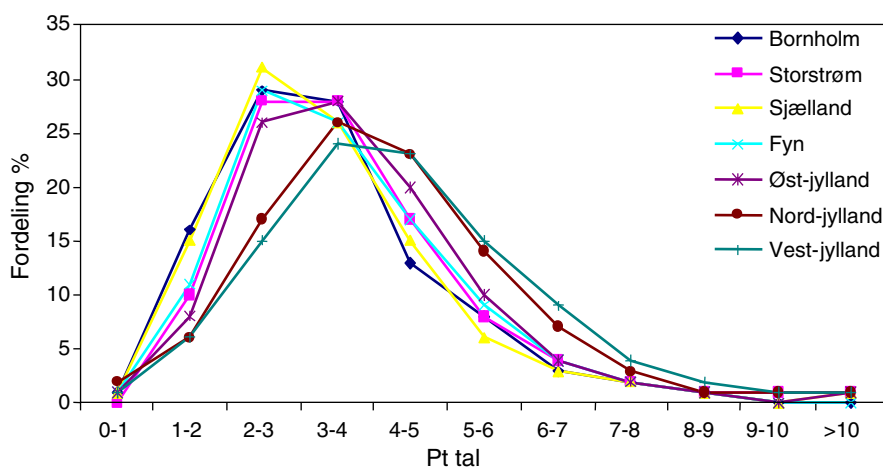
Jordens indhold af plantetilgængeligt fosfor kan angives i form af fosfortallet (Pt). Fosfortallet bestemmes ved ekstraktion med 0,5 M natriumhydrogencarbonat, og en fosfortalsenhed svarer til 1 mg fosfor pr. 100 g jord. Fosfortallet er en målestok for den mest tilgængelige del af jordens fosforpulje. Denne del af jordens fosforindhold udgør kun en mindre mængde af jordens samlede fosforindhold, for sandjord omkring 11% og for lerjord omkring 5% af fosformængden (Rubæk et al. 2005).

Et fosforniveau på 2 til 4 anses for at være optimalt for planteproduktion (Knudsen og Heckrath 2005), mens fosfor ikke er begrænsende for planteproduktionen på jorde med højere fosfortal. Ved fosfortal 2 - 4 anbefales det, at der tilføres fosfor svarende til fraførslen, ved fosfortal over 4 anbefales en tilførsel mindre end fraførslen indtil fosfortallet igen falder til et niveau under 4 (Knudsen 2000).

Jordens fosforindhold kan variere meget inden for en mark, mellem de enkelte marker og bedrifter, og der er også betydelige forskelle mellem landsdelene i Danmark. I Nord- og Vestjylland, hvor husdyrtætheden er størst, og hvor der er stor kvægproduktion, ligger

fosfortallet gennemgående højere end i Østjylland og på Øerne. Dertil kommer, at et givet fosforoverskud påvirker fosfortallet mere på sandjord end på lerjord. I Vest- og Nordjylland har omkring halvdelen af arealerne et fosfortal >4 (figur 3). På landsplan er fosfortallet større end 2 for omkring 90% af de analyserede prøver. På langt størstedelen af arealet er fosforstatus således væsentligt over, hvad der betragtes som minimumsniveauet for optimal planteproduktion. Knudsen (2006) anfører, at fosfortallet på landsplan er faldende, der er dog betydelig usikkerhed knyttet til landstallene (Rubæk et al. 2005).

Figur 3. Fordeling af fosfortal i de enkelte landsdele i 2004.



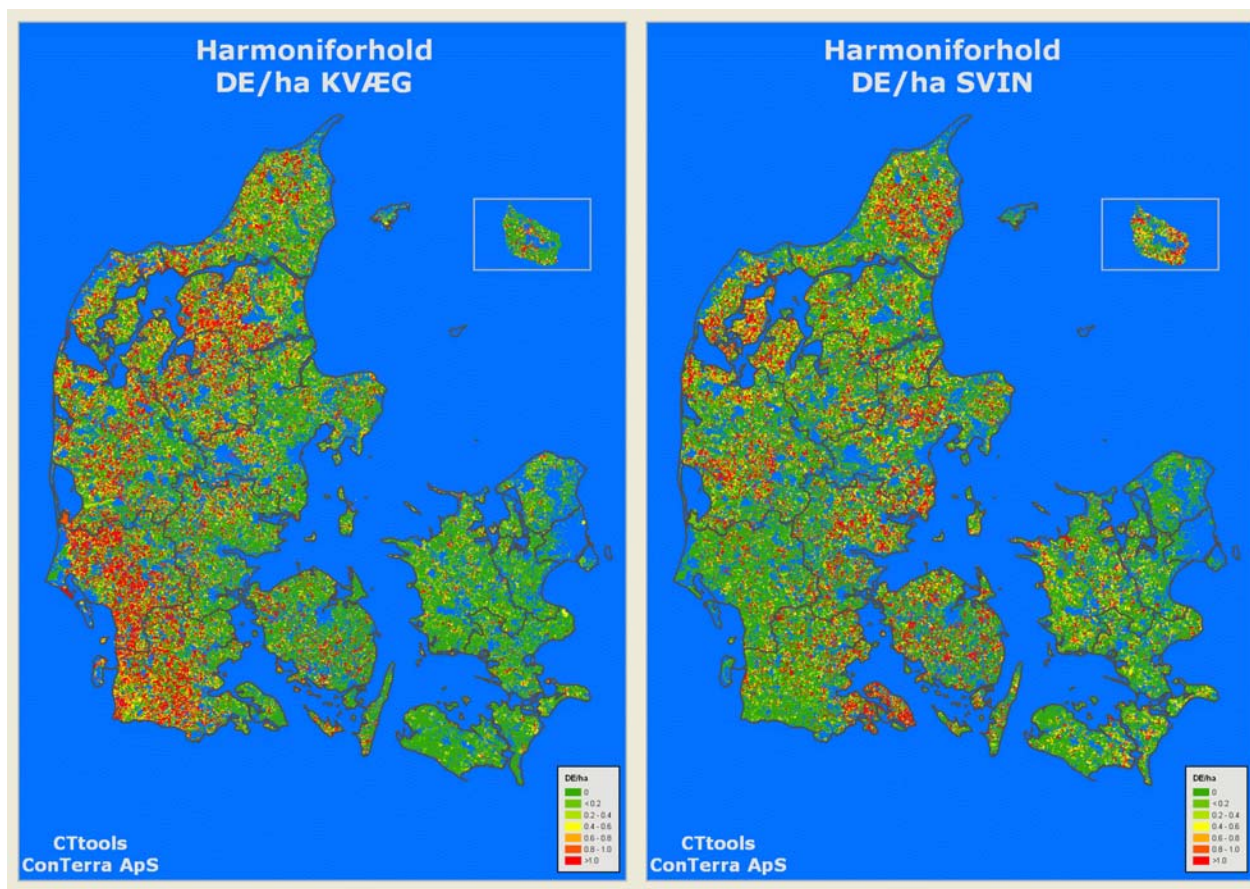
3.2 Fosforoverskud på forskellige bedriftstyper

Fosforoverskuddet vil afhænge af bedriftstype, jordbundsforhold og husdyrtæthed. I tabel 1 er vist fosforoverskud beregnet ud fra normudskillelse af fosfor fra husdyr og normudbytter for forskellige bedriftstyper og jordbundsforhold. Det absolut største overskud ved den tilladte dyretæthed forekommer for mink og fjerkræ på sandjord. Køer med opdræt (2,3 DE/ha), søer og smågrise har et overskud på op til 22 kg/ha på sandjord, mens det er mindre på lerjord. For malkekøer med 1,7 DE/ha og slagtesvin er fosforoverskuddet beskedent. Planteavlsbrug vil normalt ikke have et fosforoverskud, med mindre de modtager væsentlige mængder husdyrgødning.

På landsplan findes den største tæthed af kvæg i Jylland bortset fra Østjylland. Svineproduktionen er mere jævnt fordelt over landet, dog med en lavere tæthed af svin på dele af Sjælland og i Ribe Amt. Den samlede fordeling af husdyr afspejles i store træk i de regionale forskelle i fosfortal. Fordelingen af husdyr i Danmark fremgår af figur 4 og af DJF's Geodatabase (<http://www.djfgeodata.dk>).

Table 1. Beregnede fosforoverskud ved maksimal antal husdyr pr. arealenhed, normudskillelse af fosfor fra husdyr og normudbytter (Knudsen og Heckrath 2005).

Dyreart	DE/ha	Enhed	Kg P/ha	Fosforoverskud, kg P pr. ha				
				JB 1+3	JB 2+4	Vandet sandjord	JB 5-6	JB 7
Køer	1,7	årsko	32	5	4	2	4	3
Køer	2,3	årsko	43	16	15	10	15	14
Køer m opdr.	1,7	årsko+opdr.	30	3	2	0	2	1
Køer m.opdr.	2,3	årsko+opdr.	40	13	12	7	12	11
Småkalve	1,7	årsvdyr	23	-4	-5	-7	-5	-6
Opdræt	1,7	årsvdyr	30	3	2	0	2	1
Ammekøer	1,7	årsko	21	-6	-7	-9	-7	-8
Tyre, kalve	1,7	årsvdyr	29	2	1	-1	1	0
Tyre	1,7	producerede	38	11	10	8	10	9
Søer	1,4	årssøer	38	22	17	16	13	12
Smågrise	1,4	10 producerede	32	16	11	10	7	6
Slagtesvin	1,4	10 producerede	28	12	7	6	3	2
Høns	1,4	årshøner	50	34	29	28	25	24
Kyllinger	1,4	producerede	45	29	24	23	20	19
Mink	1,4	årstæver	55	39	34	33	30	29



Figur 4. Fordeling af husdyr i Danmark. Beregningen er baseret på oplysninger fra indberettede gødningsregnskaber 2002. Beregningerne er foretaget på bedriftsniveau og fordelt ud fra blokkortoplysninger. Import og eksport af husdyrgødning indgår i den beregnede fordeling (www.cttools.dk).

3.3 Sammenhæng mellem jordens fosforstatus og risiko for miljøbelastning

Ved både overfladiske transportprocesser og udvaskning er det kun en procentisk lille del af overskuddet, der normalt bidrager direkte til fosfortabet. Tabet afhænger i højere grad af totale fosforindhold i overjorden. Ændringer i fosfortilførslen har således en langsigtet virkning på fosfortabet. Selv om det kun er en lille procentdel af jordens fosformængde der tabes til vandmiljøet kan det have væsentlig betydning for vandmiljøet.

I danske undersøgelser foretaget på jordprøver fra Kvadratnettet (Rubæk et al. 2000) blev der fundet god sammenhæng mellem vandekstraherbart fosfor og både fosfortal og fosformætningsgrad. Vandekstraherbart fosfor er et mål for jordvæskens indhold af opløst fosfor – altså fosfor der potentielt vil kunne udvaskes. Den miljømæssige betydning af fosfortallet ligger i dets tætte korrelation med fosformætningsgraden og derfor mobiliseringspotentialet for udvaskning af opløst fosfor (Rubæk et al. 2000).

Normalt angives, at 1 enhed i fosfortal svarer til 25 kg plantetilgængeligt fosfor pr. ha i pløjelaget (ud fra en tykkelse af pløjelaget på 18 cm). En overskudstilførsel af fosfor vil kun resultere i en stigning i fosfortallet på 10-15 pct. af tilførslen på grund af forskydningen fra den let- til den tungtomsættelige pulje. Under forudsætning af at fosforoverskuddet fordeles med 10% i den plantetilgængelige fraktion og 90 pct. i den tungtopløselige fraktion, vil et overskud på 10 kg fosfor pr. ha i 25 år således teoretisk svare til en stigning i fosfortallet på ca. 1,0 enhed. Samme forhold vil være gældende, hvis fosforbalancen er negativ. Her vil fosfortallet kun falde langsomt.

Engelske erfaringer (sammenfattet af Rubæk et al. 2005) med tilførsel af fosforgødning svarende til fraførslen med høst – altså 0-balance – viser, at hvor der med tidligere gødskning er etableret høje fosfortal, vil fosfortallet falde. Når jorden som udgangspunkt har et moderat fosfortal (3-4), forbliver dette forholdsvis stabilt ved en nettotilførsel af fosfor på 0 (gennem en forsøgsperiode på 14 år). I jorden med det moderate fosfortal synes ligevægtene mellem let- og sværttilgængeligt fosfor allerede at være indstillet til et netto-fosforinput på 0.

I hvor høj grad opløst fosfor fra jordvæsken når frem til drænen og vandløb afhænger af transportvejene, herunder navnlig forbindelsen mellem overjorden og drænen via makroporer. Transporten gennem makroporer, der er forbundet til drænen, sker så hurtigt, at fosfor ikke bindes i jordmatricen. Danske undersøgelser viser eksempler på sammenhæng mellem højt fosfortal i dyrkningslaget og høj jordvands- eller drænvandskoncentration af fosfor (Simmelsgaard 1996; Grant et al. 2001), men det er ikke et generelt billede. Målinger på drænedede tørvejorde viser, at fosforudvaskningen herfra kan være høj uden at fosfortallet er højt (Poulsen og Rubæk 2005; Charlotte Kjærgaard, DJF, pers. medd.). Fosforbindingskapaciteten i tørvejord er generelt lav, da fosforsorption især er associeret med den minerogene fraktion.

Der er altså godt eksperimentelt belæg for sammenhængen mellem jordens fosfortal og indholdet af opløst uorganisk fosfor og dermed udvaskningspotentialer. Sammenhængen ses generelt ikke i feltmålinger, sandsynligvis fordi der i de fleste danske jorde endnu er ubrugt fosforbindingskapacitet til stede. En fortsat ophobning af fosfor i pløjelaget øger risikoen for, at der på et tidspunkt vil kunne ske en forøget udsivning til overfladevand enten via makroporer til dræn eller direkte til overfladevand eller via det øvre grundvand. Også den partikulære transport påvirkes af en stigning i jordens fosforindhold, idet jordpartiklernes fosforkoncentration øges. Mangeårige undersøgelser i NOVANA-programmet viser, at koncentrationen af total fosfor i vandløb, der afvander dyrkede oplande (uden punktkilder), er betydeligt højere end fosforkoncentrationen i naturvandløb, hhv. 0,120 mg fosfor/l og 0,050 mg fosfor/l (Bøgestrand et al. 2005). Høje fosfatkoncentrationer i kilder i Mariager Fjords opland tyder på udvaskning fra landbrugsarealer (Wiggers 2001).

4 Identifikation af risikoområder

Udpegning af de områder i landskabet, der udgør den største risiko for at tabe fosfor til vandmiljøet, er afgørende både for at kunne iværksætte tabsbegrænsende foranstaltninger og for at kunne friholde disse områder for yderligere fosforbelastning. I 4.1 beskrives kort et udpegningsværktøj, der er under udvikling og forventes klart til brug i 2009. I perioden indtil 2009 kan der være behov for en foreløbig metode til at udpege risikoområder. I 4.2 gennemgås en række mulige elementer, som vil kunne anvendes i en sådan foreløbig metode.

4.1 P-indeks: et kommende værktøj til at vurdere risikoen for fosfortab generelt.

Et P-indeks er en metode til at udpege de områder i landskabet, der udgør den største risiko for at tabe fosfor til vandmiljøet. P-indekset er et simpelt, empirisk modelredskab, som er udviklet i USA og dér anvendes af rådgivere og miljøforvaltere til udpegning af risikoområder. I forbindelse med vedtagelsen af Vandmiljøplan III blev der igangsat et projekt med det formål at udvikle og teste et P-indeks tilpasset danske forhold (se <http://www.vmp3.dk/> under Forskning). Projektet afsluttes med udgangen af 2006. I et efterfølgende projekt, der afsluttes i 2008, skal der udføres en egentlig kortlægning af hele det dyrkede areal i Danmark med det udviklede P-indeks (Anon. 2006).

Formålet med et P-indeks er at beskrive den relative risiko for fosfortab på markniveau baseret på lettilgængelige data. P-indekset leverer altså en kvalitativ tabsvurdering svarende til en rangordning af markerne efter deres sårbarhed for fosfortab. I beregningen af indekxsværdien for en mark fremgår det hvilke delfaktorer, der bidrager mest til den samlede risiko. Hermed kan der for hvert enkelt risikoområde vælges det mest velegnede, tabsbegrænsende tiltag.

I 2009 vil der kunne forventes en web-tilgængelig kortlægning af P-indekxsværdier for det dyrkede areal på markblokniveau. Kortlægningen vil inddrage fosfor-kildefaktorer: jordens fosforstatus og tilførsel af fosfor med gødning, og faktorer, der påvirker transporten af fosfor: jordens fosfor-bindingskapacitet, erosion, afstrømningsrisiko, kombinationen af makroporer og dræn, brinkerrosion og tilstedeværelse af bevoksede bræmmer omkring vandløb og søer. Brugeren af P-indeks-kortet – miljømedarbejderen i kommunen eller en rådgiver – vil kunne trække et kort ned fra nettet for sit område. Af kortet vil det fremgå, hvilke markblokke, der udgør en særlig fosfortabsrisiko. Desuden vil der fremkomme forslag til de mest relevante, fosfortabsbegrænsende virkemidler for det enkelte risikoområde. Brugeren vil kunne indlægge oplandsgrænse til en sø og få foretaget beregninger over effekten af virkemidlerne indenfor oplandet. Herudover vil kortet kunne bruges interaktivt til at indlægge lokale værdier af f.eks. målte fosfortalsværdier i jord til supplement eller erstatning af de centralt indlagte værdier.

4.2 En foreløbig metode til udpegning af risikoområder for fosfortab

I perioden indtil 2009, hvor en færdig risikokortlægning foreligger, kan risikoområder vurderes ved at sammenstille en række risikoelementer. De elementer, der kan indgå er gennemgået i det følgende.

Erosion

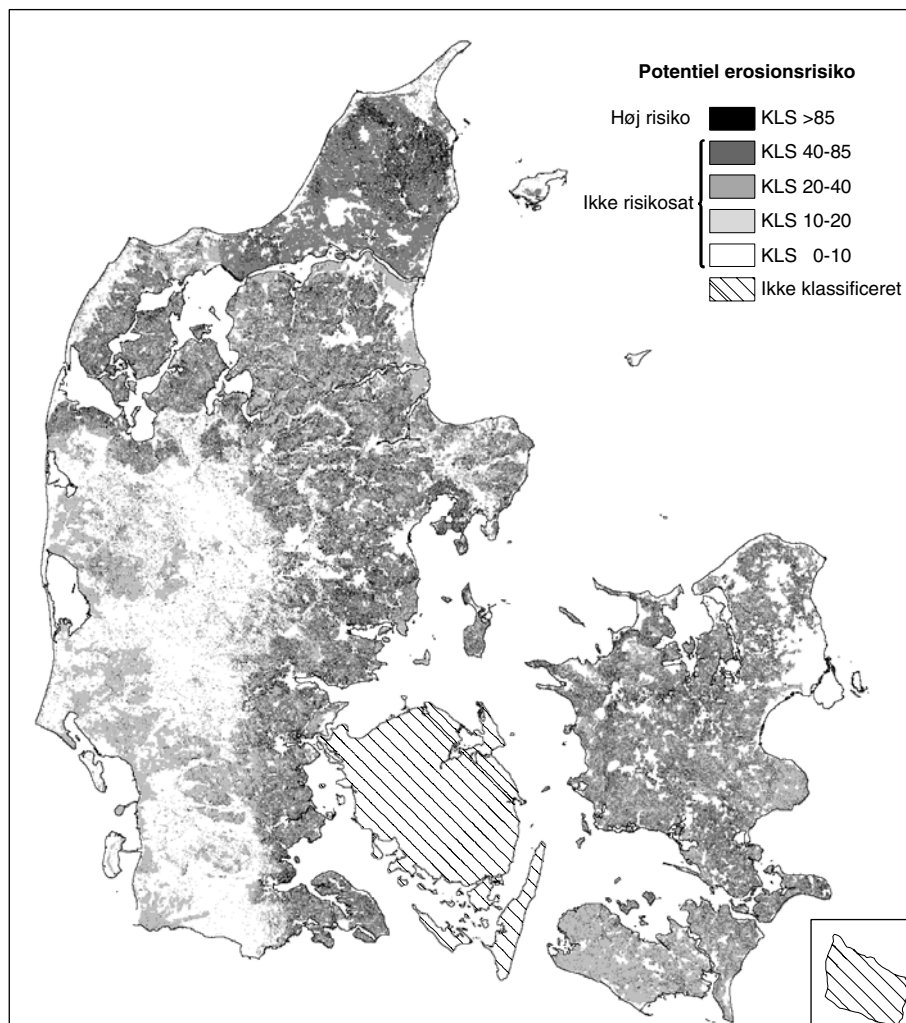
I perioden indtil P-indeks-kortlægningen ligger færdig i 2009, vil det såkaldte KLS-tema kunne anvendes til at vurdere risikoen for fosfortab ved jorderosion.

I Danmark opstår vandbetinget jorderosion på marker især ved uhensigtsmæssig anvendelse og bearbejdning af arealer, der fra naturens hånd har hældning og jordbundsforhold, der befordrer erosion. Om erosion rent faktisk opstår på disse arealer afhænger desuden af de konkrete vejrforhold (Kronvang et al. 2004). KLS-kortlægningen er udført på en højdemodel med en cellestørrelse på 25x25 m. Kortlægningen omfatter alene permanente karakteristika, nemlig jordens erodibilitet (K), skråningslængde (L) og skråningshældning (S). KLS-temaet angiver således kun den potentielle (naturgivne) erosionsrisiko. Kortlægningen siger derimod ikke noget om den aktuelle jorderosion i området, idet denne også afhænger af klimasituation, arealanvendelse og jordbearbejdning. De enkelte K-, L- og S-værdier er ganget sammen, således at en samlet KLS-værdi kan aflæses i hver celle i et landsdækkende griddata-kort (figur 5). KLS-værdierne er valideret mod observationer af rilleerosion i Danmark. På grundlag heraf er en mark med en KLS-værdi på mere end 85 defineret som et højrisikoområde for rilleerosion, mens marker med KLS-værdier under 85 ikke er risikosat (Kronvang et al. 2004).

Lavbundsjord

Mange lavbundsJORDE har som udgangspunkt en lav bindingskapacitet for fosfor. Drænede lavbundsJORDE der i forbindelse med okkerkortlægningen er klassificeret som okkerklasse I, kan have en forøget bindingskapacitet i det omfang pyrit er oxideret og jern forefindes i jorden på oxideret form. I forbindelse med dræning og oxidation af pyrit vil en del af det oprindelige jernindhold være udvasket. I et igangværende projekt mellem DJF og DMU arbejdes der på at risikoklassificere organogene lavbundsJORDE med hensyn til fosforbindingskapacitet baseret på georegion, kvartærgeologi, og okkerklasse. Disse oplysninger vil være tilgængelige fra slutningen af 2006 og indgår i en integreret lavbundsarealklassificering i DJF Geodatabase. En kombination af tørveholdige lavbundsJORDE og dræn vil under alle omstændigheder være et potentielt risikoområde for fosfortab. For et konkret areal vil landmanden vide om og hvordan der er drænet. Som supplement og til regionale analyser kan drænet lavbundsJORD med stor usikkerhed estimeres på grundlag af to kortlægninger: lavbundsJORDE kortlagt omkring år 1900 og lavbundsJORDE kortlagt i 1970'erne (farvekode 7 = humusjord). Antagelsen er, at lavbundsJORDE omkring år 1900, der ikke kan genfindes som lavbundsJORDE i 1970'erne, er blevet drænet i den mellemliggende periode.

Figur 5. KLS-værdier beregnet i et 25x25 m gridnet for den del af Danmark, hvor der foreligger jordbundsclassifikation, dvs. primært det dyrkede areal. I kortet er Fyn udeladt på grund af problemer med 25x25 m højdemodellen. Kortlægningen af Fyn er efterfølgende foretaget på en 10x10 m højdemodel. Bornholm er udeladt, idet datagrundlaget her krævede videreudvikling inden kortlægning kunne foretages. Kortlægning er ikke gennemført på Bornholm.



Dræning

I marker, hvor der findes makroporer, der når til drændybde, kan dræn være en effektiv transportvej for fosfor fra det fosforrige pløjelag til vandmiljøet. Det er meget vanskeligt at få fuldstændige oplysninger om dræning af marker. Det Danske Hedeselskab har i sit arkiv en omfattende samling af drænkort. Udover Det Danske Hedeselskab har en lang række lokale entreprenører udført dræning, som ikke nødvendigvis er kortlagt. Landmanden har i visse tilfælde selv drænkort og ved normalt, hvordan arealet er drænet.

Som supplement og til regionale analyser kan anvendes en kortlægning, hvor landbrugsarealet opdeles i afvandingsklasser på baggrund af jordbundsbeskrivelser og landskabelement – metode beskrevet i Breuning Madsen et al. (1992). Afvandingsklasse 1 – 4 angiver et potentielt dræningsbehov. Idet danske landbrugsjorde gennemgående er vel-drænede, vil denne beskrivelse være et bud på de faktiske forhold. En revurdering af metoden på et forbedret datagrundlag findes i Hansen et al. (2005).

Fosfortal

Jordens fosfortal kan bruges som en lettilgængelig indikator for jordens mest mobile fosforpulje, såfremt der findes repræsentative og pålidelige analyser af de pågældende markers fosforindhold. Fosfor-

tallet er dog uegnet som indikator på tørveholdig jord. Oplysning om fosfortal på markniveau findes kun hos landmanden.

Fosforbalance

Fosforbalancen for den enkelte mark angiver gennem fortegn og størrelse, hvorvidt jordens fosforindhold stiger, nedbringes eller bevares uændret. Fosforbalancen på mark og ejendomsniveau kan estimeres ud fra landmandens gødningsplanoplysninger, idet der her for hver mark er angivet jordtype og afgrødetyper. I Plantedirektoratets vejledning om mark- og gødningsplaner er der angivet et normudbytte for hver afgrøde, hvor ud fra bortførslen af fosfor kan beregnes. På tilsvarende måde kan beregnes en tilførsel af fosfor i husdyrgødning baseret på normer. En endnu mere nøjagtig af balancen kan fås fremadrettet (i godkendelsesøjemed) ved at tage udgangspunkt i de historiske udbytter på marken (f.eks. 5 år bagud) og tilsvarende for fodringseffektiviteten. I kontroløjemed kan aktuelle fosforbalancer beregnes for ejendommen. På bedriftsniveau kan balancen desuden udarbejdes på baggrund af et næringsstofregnskab som eksempelvis Grønt regnskab. Til brug for regionale analyser er DMU og DJF i færd med at udarbejde fosforbalancer på markblokniveau på standardiseret vis ud fra registerdata for hele Danmark ud fra samme koncept som nogle amter har udviklet i den GIS baserede database CT-tools (www.cttools.dk). Balanceberegninger foretaget af DMU og DJF vil være tilgængelige fra slutningen af 2007 og vil blive opdateret årligt.

Arealanvendelse

Arealanvendelsen spiller en stor rolle for erosion. Erosionsrisikoen nedsættes til i praksis nul ved en ændring i arealanvendelse fra mark i omdrift – og her især vinterafgrøder – til permanent bevoksning i form af vedvarende græs. Arealanvendelsen oplyses bedst af landmanden. Alternativt kan arealanvendelsen udtrækkes af registerdata. Dog med det forbehold, at ganske vist er arealanvendelse oplyst på enkeltmarkniveau, men placeringen af de enkelte marker kendes kun på markblokniveau.

Fosforbindingskapacitet

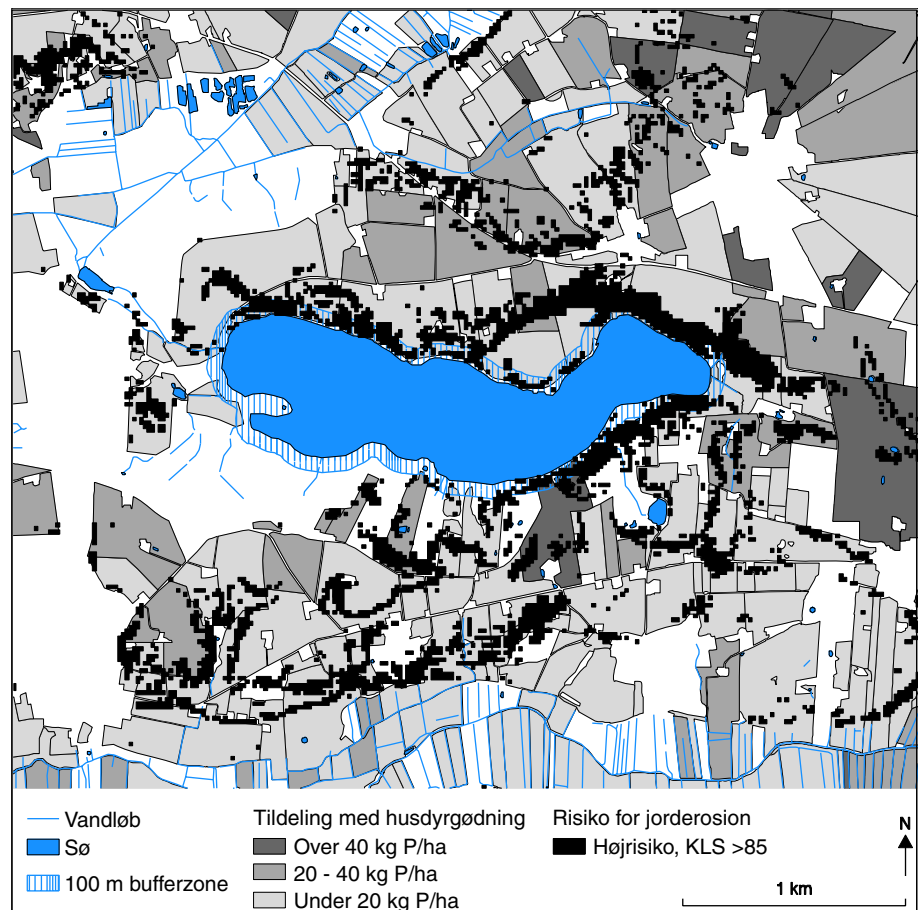
Jordens evne til at tilbageholde fosfor vil i høj grad afhænge af indholdet af jern- og aluminiumoxider. På baggrund af en statistisk sammenhæng mellem hhv. tekstur og indholdet af jern- og aluminiumoxider for en række analyserede jordprøver er der udviklet en pedotransfer-funktion. Denne funktion omsætter teksturoplysninger til en estimeret fosforbindingskapacitet. Flere amter bruger denne pedotransferfunktion til beregning af fosforadsorptionskoefficienter for de øverste 75 cm af jordprofilen, som vises på baggrund af jordbundskortet (www.cttools.dk). Fosformætningsgraden må forventes at afhænge af forholdet mellem fosforbindingskapaciteten og det fosforoverskud, der har været på arealerne gennem længere tid (Lisbeth Wiggers Nielsen, Århus Amt, prs. komm.). I et igangværende projekt udvikles en forbedret pedotransferfunktion til beskrivelse af fosforbindingskapacitet på grundlag af et væsentligt større datamateriale, end der hidtil har været til rådighed. Pedotransferfunktionen vil være

tilgængelig ved udgangen af 2006. Et egentligt landsdækkende GIS-tema over fosforbindingskapacitet vil være tilgængeligt i 2009.

4.3 Et eksempel på kombination af risikoelementerne

KLS-temaet kan kombineres med vandløbs- og søtemaet fra Miljøministeriets Areal-Informationssystem (AIS) og med et årligt opdateret, landsdækkende tema over fosforgødskning på markblokniveau beregnet ud fra registerdata. I kombination kan de tre temaer være med til at udpege de markblokke, som har en stor, potentiel risiko for jorderosion, en stor tildeling af fosfor, og som støder op til vandløb eller søer. Denne kombination vil alt andet lige medføre en stor risiko for tab af både partikelbundet og opløst fosfor til overfladevand. I den lokale anvendelse kan temaerne suppleres med information om målte fosfortals-værdier, arealanvendelse, jordbearbejdning og forekomst af bræmmer. Figur 6 viser et eksempel på anvendelse af en kombination af temaerne.

Figur 6. Eksempel på kombination af KLS-værdi (25x25 m grid), tildeling af fosfor med husdyrgødning (markblokniveau) og vandløbs- og søtemaet fra Miljøministeriets Areal-Informationssystem (AIS) for et søopland. I eksemplet er der desuden indlagt en zone omkring søen på 100 m's bredde.



4.4 Samlet vurdering

Med P-indeks-kortlægningen eller - indtil denne er klar til brug i 2009 – kan en kombination af ovennævnte elementer udpege områder i landskabet, der forventes at udgøre en særlig risiko for at tabe fosfor til vandmiljøet. Hensigten med at foretage en sådan udpegning er at rette fokus mod disse områder. Før en eventuel iværksættelse af tiltag skal der altid foretages en konkret vurdering af det område, der er udpeget som risikoområde.

5 Virkemidler mod fosfortab

Ideelt kan der opstilles følgende krav til virkemidler, som skal anvendes. Virkemidlerne skal være tilpasset de tabsprocesser, som er dominerende på bedriftens areal. Virkemidlerne skal medføre et mindsket tab af fosfor til vandmiljøet eller forhindre at tabet øges fremover, og de bør ikke unødigt genere landbrugsdriften. Effekten af virkemidler skal så vidt muligt kunne kvantificeres, og virkemidlerne skal kunne kontrolleres. De enkelte virkemidler forventes kun anvendt på marker, hvor de vil have en effekt.

Alle de anførte virkemidler forventes at reducere tabet, men tidshorizonten og effekten er ofte meget vanskelig eller umulig at angive på nuværende tidspunkt. Det har således kun ved enkelte virkemidler været muligt at angivet en kvantitativ vurdering af effekten. I Poulsen og Rubæk (2005) er givet en mere omfattende beskrivelse af de enkelte virkemidler.

5.1 Virkemidler - fosforoverskud og fordeling af fosfor på landbrugsarealet.

Disse virkemidler har en generel karakter, som kan anvendes over hele landet, og har en virkning for alle bedrifter. Det er virkemidler, hvor der sker en reduktion fosforoverskuddet og dermed i tilførslen til jorden. Samtidig tilstræbes en bedre fordeling af fosfor på landbrugsarealet. Tidshorizonten for virkningen på fosfortabet og dermed på miljøet vil imidlertid være lang (mange år), og samtidig er effekten af virkemidlerne på tabet særdeles vanskelig at kvantificere. Disse usikkerheder til trods vurderes det dog, at der på lang sigt vil være en sikker effekt af virkemidlerne. En reduktion af fosfortilførslen med husdyrgødning på nogle arealer vil samtidig bevirke, at man generelt kan opnå en bedre fordeling af fosfor på landbrugsarealet. En negativ balance mellem til- og fraførsel vil nedsætte risikoen på arealer, hvor der allerede er ophobet store mængder fosfor eller hvor tabsrisikoen er betydelig. Reduktionen i fosforoverskuddet vil derimod ikke løse akutte miljøproblemer forårsaget af for store fosforudledninger til vandmiljøet. Det må endvidere forventes, at effekten af en reduceret fosfortilførsel til jorden vil variere fra sted til sted afhængig af, hvor stor risikoen for fosfortab er fra de pågældende områder

Fodringsrelaterede virkemidler

Fodringsrelaterede virkemidler kan mindske fosforudskillelsen fra dyr og dermed reducere fosforoverskuddet på bedriften. Nedenstående virkemidler kan anvendes:

- *Valg af foderstoffer og foderfosfat med høj fordøjelighed.* Herved kan den totale fosformængde i foderet nedsættes, og fosfor i foderet udnyttes bedre.
- *Optimeret fodringsstrategi.* Tildelingen af fosfor optimeres i forhold til husdyrenes vækst og udvikling, hvorved fosforanvendelsen kan reduceres.

- *Fytasetilsætning til foderet.* Dette øger fordøjeligheden af fosfat i foderet.
- *Undlade varmebehandling af foder.* Herved undgås det, at naturligt forekommende fytase ødelægges, og der vil derfor være en højere fordøjeligheden af fosfor i foderet. Dette er dog i modstrid med Salmonella handlingsplanen.

Det samlede forbrug af foderfosfat er beregnet til at ligge på 17.800 tons i 2001, hvor forbruget fordeler sig med 64, 25 og 11% på svin, kvæg og fjerkræ. Det umiddelbare potentiale for at reducere fosforudskillelsen ligger i at mindske brugen af foderfosfat. Det forudsætter anvendelse af fytase (naturligt og mikrobielt) og forbedret udnyttelse af det naturligt forekommende fosfor, reducerede fodringsnormer samt forbedret foderudnyttelse. Det vurderes, at behovet for tilskud af foderfosfat kan reduceres til 6.000 tons pr. år. Det betyder, at fosforudskillelsen derved kan reduceres med omkring 11.800 tons. Reduktionen fordeler sig på svin, kvæg og fjerkræ med ca. 8.000, 3.000 og 800 tons fosfor. Dette svarer til en reduktion på 23% i forhold til den samlede fosforudskillelse i husdyrgødning, som lå på ca. 52.000 tons (2002-værdier). En del af reduktionen i foderfosfatforbruget gennem tilsætning af fytase til svine- og fjerkræfoder er allerede på nuværende tidspunkt realiseret. Der er dog stadig begrænsninger i vores viden om fytase under danske forhold, så der kræves både en forskningsmæssig indsats og en efterfølgende implementeringsproces, før den fulde effekt vil kunne opnås. Tilmed vil ny forskning måske også frembringe nye fytaseprodukter eller korn-/proteinafgrøder med et lavere indhold af fytatbundet fosfor eller højere indhold af fytase, som kunne bidrage til yderligere reduktioner.

Virkemidler - nedsat tilførsel og bedre fordelingen af fosfor på landbrugsarealet

Mindsket fosfortab fra marker kan på lang sigt opnås ved at reducere tilførslen og samtidig sikre en optimal fordeling mellem de enkelte marker. Nedenstående virkemidler kan anvendes:

- *Behovsbetinget fosfortilførsel.* Herved reduceres nettotilførslen til landbrugsarealet. Dette virkemiddel kræver præcise metoder for fastsættelse af behov på alle jordtyper gennem hensyntagen til jordens fosforstatus, f.eks. ved anvendelse af fosfortallet.
- *Fastsættelse af normtal for fosfortilførsel til afgrøderne.* Dette svarer til normtallene for kvælstof. Også her vil der være behov for at tage hensyn til jordens fosforstatus.
- *Anvendelse af gødningssteknologi.* Dette kan f.eks. være gylleseparering. Herved kan hovedparten af fosforindholdet i husdyrgødningen opkoncentreres og derved transporteres over større afstande. Dette muliggør en bedre fordeling, så overskudstilførsel kan undgås. Der kan også på sigt ligge større muligheder i udvikling af gyllebehandlingsteknologien således, at fraktioner fra separeringen afbrændes i kraft-varmeværker og/eller genanvendes i industrien som råmateriale til fremstilling af kunstgødning.
- *Harmonikrav til husdyrbrug baseret på en optimal fosfor-gødsning.* Dette vil øge arealkravene til husdyrbedrifter, og formentlig påvirke jordpriserne med mindre gødningsteknologien forbedres samtidig.

5.2 Virkemidler i risikoområder

Disse virkemidler tænkes anvendt i områder, hvor der er risiko for fosfortab ved erosion. Virkemidlerne vil typisk have en effekt ved at hindre en udledning af fosfor til vandmiljøet. Flere virkemidler vil kunne kombineres på det samme areal, men effekterne vil ikke nødvendigvis kunne adderes. Ved anvendelse på forskellige arealer vil der imidlertid givetvis kunne opnås en additiv virkning af forskellige virkemidler. De enkelte virkemidlers effekt i et givent område vil i høj grad afhænge af lokale forhold. For at opnå en effekt, der er hensigtsmæssig både økonomisk og miljømæssigt, bør valg af virkemidler ske på baggrund af de lokale forhold.

Virkemidler mod jorderosionsbetingede tab

Disse virkemidler sigter på at mindske fosfortabet fra skrånende arealer, hvor der kan være en væsentlig erosion og dermed transport til vandløb.

- *Tilpasset jordbearbejdning på vintersædsarealer.* Erosionstab er ofte størst i vintersædsafgrøder på skrånende arealer. Dette kan reduceres ved at foretage jordbearbejdning langs konturlinierne på skråninger i stedet for op og ned ad skråningen, ved at undlade kørespor ved såning af vintersæd på skråninger (især ved såning op og ned ad skråningen) og ved direkte såning af vintersæden.
- *Etablere en dækkende helårsafgrøde på skrånende arealer.* Det mest effektive virkning fås formentlig ved at erstatte vintersæd med f.eks. græs eller ved at braklægge arealet. Det er anslået, at tabet herved kan reduceres med 0,06-0,25 kg P/ha. Reduktionens faktiske størrelse vil afhænge af lokale forhold. Dette virkemiddel kan dog være vanskeligt at indpasse i driften på plante- og svinebrug.
- *Skovrejsning.* Skov vil på sigt begrænse/forhindre erosionstab. I etableringsfasen kan der dog ske en forøgelse af tabet pga. mindre plantedække.
- *Anlæggelse af randzoner langs vandløb og søer.* Disse randzoner kan opfange især partikulært fosfor. Det er vurderet, at randzoner kan reducere tabet fra det tilgrænsende areal med 0,04-0,2 kg P/ha erosionstruet areal, men den faktiske størrelse af reduktionen vil afhænge af de lokale forhold. Ved at høste zonerne og fjerne plantematerialet kan der fjernes fosfor, som ellers vil kunne frigives ved nedbrydning af planter. Akkumulering af fosfor i randzoner vil kunne øge brinkerrosion på sigt (Kronvang et al. 2005)
- *Etablering af vådområder, søer og midlertidig oversvømmelse af ådale.* Herved kan der opfanges især partikulært fosfor. Effekten er vurderet til 12-120 kg P pr. oversvømmet ha. Den præcise størrelse af akkumuleringen for et givent areal vil afhænge af de lokale forhold. Vådområder vil imidlertid også kunne medføre en frigivelse af fosfor i stedet for en akkumulering (Kronvang et al. 2005).

Virkemidler mod tab via dræn

Nedenstående virkemidler sigter på at tilbageholde fosfor, som er bundet til partikler i drænvandet.

- *Udledning af drænvand over eng- og løvbundsområder.* Herved reduceres tabet af især partikulært fosfor til vandmiljøet.

- *Etablering af sedimentationsdamme for afløb fra drænledninger.* Partikulært fosfor vil herved sedimentere og bundfældes. Sedimentationsdammene kan efterfølges af udfældningsbassiner, hvor opløst fosfor udfældes ved hjælp af tilsætning af P-fældende stoffer, f.eks. aluminium-hydroxy-polymer.

5.3 Samlet vurdering af virkemidler

Selv om fosforbidraget fra den enkelte bedrift ikke kan kvantificeres på nuværende tidspunkt, er det muligt at reducere risikoen for fosfortab på lang sigt ved at stille krav til bedriftens fosforoverskud, samt at vurdere behov og mulighed for mindske fosfortabet på særligt udsatte marker. Ændringer i fosforbalancen på de enkelte marker vil have størst betydning på lang sigt, mens ændringer i driften, som sigter på at nedsætte tabet fra overfladeerosion af marker, vil have en langt hurtigere effekt.

Nedbringelse af fosforoverskuddet til balance eller derunder vil på lang sigt mindske fosfortabet fra især marker med høj fosforstatus. Derfor vil vilkår om fosforoverskud/-underskud ved miljøgodkendelsen af bedrifter have betydning for vandmiljøet på lang sigt. I vurderingen af krav til fosforoverskud/-underskud skal indgå sårbarhed af vandområder herunder målsætning, særlige krav til beskyttelse jfr. Habitatdirektivet, de enkelte markers fosforstatus, omfang af dræning og forekomst af lavbundsjord.

Såfremt ejendommen har arealer med risiko for et stort erosionsbetinget tab af fosfor, kan krav til de respektive marker vedrørende helårsafgrøder, bearbejdning af vintersædsarealer og vandzoner langs vandløb og søer reducere fosfortabet. Udbringning af husdyrgødning på skrånende arealer kan medføre en umiddelbar risiko for forurening af overfladevand, hvorfor det ikke er tilladt.

6 Databehov fra myndigheder og ansøger

En effektiv sagsbehandling af husdyrbrug forudsætter, at de relevante data fra både ansøger og myndigheder er til stede. Ansøgeren skal levere den nødvendige information, som er knyttet til bedriften, mens myndigheder skal fremskaffe viden om de relevante vandområder og oplande. Derudover skal der foreligge beskrivelser af de beregningsmetoder, der kan anvendes i forbindelse med behandlingen af den enkelte ansøgning, så den er tilgængelig for både ansøger og kommuner. Alle data, som stilles til rådighed af myndighederne, kan med fordel placeres på en hjemmeside, mens de nødvendige oplysninger fra ansøgeren skal fremgå af vejledningen.

En oversigt over datakilder, som kan indgå i vurderingen af fosfor ved fremtidige godkendelser af husdyrbrug, er angivet i tabel 2. Det er imidlertid ikke alle datakilder, som er nødvendig for godkendelse af den enkelte bedrift.

KLS kortlægningen kan i givet fald, indtil der foreligger et bedre værktøj til udpegning af risikoområder, anvendes til en første identifikation af erosionstruede marker, hvilket forudsætter en færdiggørelse af temaet. En foreløbig risikovurdering af markerne foretages ud fra oplysninger om arealanvendelse, dræningsgrad af marker, udbredelse af nuværende og tidligere lavbundslande, samt fosfortal. Oplysninger om arealanvendelse, dræningsforhold og fosforstatus i jorden tilvejebringes af ansøgeren, mens udbredelse af lavbundslande vurderes ud fra de landsdækkende korttemaer.

Fosforbalancen kan enten beregnes ud fra oplysninger fra den enkelte bedrift eller ud fra normtal og registerdata. Såfremt der foreligger oplysninger om adsorptionskapaciteten for bedriftens marker kan de indgå i vurderingen af bedriftens fosforbalance i forhold til risikoen for øget fosfortab.

Oplysninger om vandområdenes målsætning fremgår af regionplanerne. Enkelte amter har fastlagt krav til fosforoverskud/-underskud og det fremgår af myndighedernes indsatsplaner. Disse oplysninger kan foreligge som kort over deloplande med tilhørende krav til fosforoverskud/-underskud.

Table 2. Oversigt over data, datatilgængelighed, datausikkerhed for kilde- og transportfaktorer for fosfor.

Risikoelement	Data	Tilgængelighed	Usikkerhed estimering	Usikkerhed tabsrelevans
Fosforbalance (Kildefaktor)	Bedriftens næringsstof-regnskab; fosfortil- og fraførsel beregnet ud fra normtal for sædskifte.	Almindelige bedriftsdata	Sikker; normalt bruges også i andre regulerings-sammenhæng.	Overskudstilførsel ikke direkte relateret til tabsmængden; tabseffekt på langt sigt veldokumenteret.
Fosfortal (Kildefaktor)	Oplysning fra landmanden om jordbundsanalyser	Udbredt; de fleste landbrug gennemfører analyser rutinemæssigt	Usikker mht repræsentativitet. Kvalitet af data variabel; fosfortallet afspejler ikke markens rumlige variation i P status.	Beskriver sikkert mobiliseringspotentialet for opløst P fra pløjelaget; mindre egnet i sammenhæng med erosion og partikulær fosforudvaskning; uegnet på lavbundsjord.
Erosion (Transportfaktor)	KLS-kortlægningen	Oprettet som tema i DJFs Geodatabase i 2006	Moderat usikker; beregnet med forholdsvis lav opløsning; sammenligning med feltmålinger tilfredsstillende.	Beskriver kun den naturgivne erosionsrisiko uden hensyn til dyrkning; beskriver ikke potentiale for jordtab fra mark.
Dræning (Transportfaktor)	Drænkort Kort overdræningsbehov	Oplysning fra landmanden Landsdækkende korttema i DJF's Geodatabase i 2006	Rimelig sikker.	Fosfortab i dræn afhænger af faktorer som makropore-transport, tilbageholdelse i underjorden, hvilke ikke kan inddrages i vurderingsmetode. Dræning øger principielt tabsrisikoen til overfladevand.
Lavbundsjord (Transportfaktor)	Kortlægning, lavbundsarealklassificering	Oprettet som integreret tema i DJFs Geodatabase i 2006; oplysning fra landmanden.	Rimelig sikker.	Bestemte lavbundstyper har stor tabsrisiko pga. manglende bindingskapacitet eller pga. stor fosforophobning og dræning; datagrundlag ikke stort.
Arealanvendelse (Sekundærdata)	Bedriftsdata	Oplysning fra landmanden	Sikker.	Mere virkemiddel end risikoelement; indirekte effekt på fosfortabet ved overfladiske tabsprocesser; nogle afgrøder og dyrkningspraksis med sikker virkning.

7 Vidensbehov

Kvantificering af fosfortab fra marker og effekt af virkemidler

Der er et stort behov for at kunne kvantificere fosfortabet fra de enkelte marker via de forskellige transportveje. Der er allerede igangsat et projekt som opfølgning på vedtagelsen af VMP III-planen, blandt andet med det formål at øge vores viden om forekomsten af makroporer, bestemmende faktorer for udvaskning af opløst fosfor og fordeling af fosforbindingskapacitet i danske jorde. I et projekt igangsat af Skov- og Naturstyrelsen overføres den opnåede viden til en landsdækkende kortlægning af risikofaktorer for fosfortab (Anon. 2006).

KLS metode

KLS-metoden kan eventuelt anvendes frem til 2009, hvor der foreligger et udpegningsredskab for hele Danmark. Der mangler imidlertid KLS-kort for Bornholm, som det eneste område i Danmark. Dette skal udarbejdes inden 2007, således at der foreligger et landsdækkende værktøj.

KLS kortene er ikke udarbejdet til anvendelse via web, hvilket vil være nødvendigt, såfremt alle redskaber skal være tilgængelige på en fælles hjemmeside.

Udvaskning af fosfor

Der er behov for en øget viden om fosformobilitet og -udvaskning af opløst såvel som partikulært bundet fosfor. Betydningen af jordens fosforstatus (fosfortal eller fosformætningsgrad), gødningsmængde og -type, samt øvrige dyrkningsfaktorer bør undersøges nærmere.

P/N begrænsning i søer

Nye forskningsresultater viser, at planteproduktionen i nogle søer kan være begrænset af både fosfor og kvælstof, og at kvælstof måske spiller en vigtigere rolle end tidligere antaget. Viden om hvilke søer, der også kan være begrænset af kvælstof vil have stor betydning for den fremtidige planlægning og administration i relation til opfyldelse af Vandrammedirektivet og Habitatdirektivet.

Kort over oplande og vandområder

Kortmateriale, som kan anvendes til fastsættelse af krav til fosforoverskud på oplandsniveau i forhold til vandområdernes målsætning/sårbarhed vil være af stor betydning for en ensartet administration fremover.

Fastlæggelse af husdyrenes fosforbehov

Kendskab til husdyrenes fysiologiske fosforbehov er vigtigt, så det bliver muligt at dosere fosfor mere præcist, så dyrenes behov sikres samtidig med, at overdosering undgås. Målet er at øge husdyrenes

udnyttelse af fosfor uden, at det giver anledning til velfærds- og sundhedsmæssige problemer og nedsat produktivitet.

Bedre udnyttelse af det naturligt forekommende fosfor i foderstoffer og foderfosfater

Fosforindholdet i husdyrgødning vil kunne reduceres væsentligt gennem bl.a. forbedring af fordøjeligheden af foderets naturlige indhold af fosfor. Øget kendskab til tilgængeligheden af fosfor i foderstoffer og -rationer vil medføre, at behovet for tilskud af foderfosfat kan minimeres. Desuden kan forbedringer i udfodringsteknikken, bl.a. vådfodringen, øge udnyttelsen af fosfor i fodermidlerne.

8 Hidtidige anvendte metoder og oversigt over fremtidige metoder

Nedenstående er en kort beskrivelse af hvilke metoder, der er hidtil har været anvendt af amterne, samt en oversigt over fremtidige metoder.

8.1 Hidtidige metoder anvendt af amterne

I den hidtil gennemførte screening har amterne stillet krav til bedriftens fosforoverskud. Nogle amter har stillet krav i forhold til merbelastning af fosforoverskud, mens andre har stillet krav om fosforbalance for hele bedriften. Der har været tale om meget forskellig administrationspraksis, hvilket ikke er i overensstemmelse med ønsket om at gøre administrationen mere ensartet. I forhold til opfyldelse af vandområdernes målsætning er det relevant at vurdere bedriftens samlede fosforoverskud og ikke kun merbelastningen.

Kravene til fosforbalancen for de enkelte bedrifter bygger på en vurdering af behovet for reduktion af fosfortilførslen i oplandene til de enkelte recipienter. Nogle amter har anvendt GIS-temaer med beregnet fosforoverskud og – fosforbindingskapacitet til vurdering af behovet for generel reduktion af risikoen for fosfortab på oplandsniveau. Det vil være en fordel, hvis vurderingsgrundlaget bliver mere ensartet fremover.

Oplysninger om markernes fosforstatus i form af oplysninger om markernes fosfortal har i nogle tilfælde indgået i amternes vurdering af behovet for reduktion af fosforoverskuddet (Kørnøv og Christensen 2005), men disse oplysninger har ikke generelt været anvendt. Data over de enkelte markers fosforstatus kan indgå i den fremtidige vurdering af bedriftens fosforbalance, såfremt der foreligger repræsentative og pålidelige analysedata.

Nogle amter har i tilknytning til regionplanerne udarbejdet kort, som angiver differentierede krav til fosforoverskud. Kort er et godt og overskueligt redskab for både ansøger og administration.

Metoder til reduktion af fosfortab ved erosion fra marker er hidtil ikke vurderet på en ensartet måde og der har været forskellige kriterier for, hvornår der kunne være VVM-pligt. Oplysninger om markers hældning, samt nærhed til vandløb har typisk indgået i amternes vurdering, men der er anvendt forskellige grænser for hældning og dermed det erosionsbetingede fosfortab (Kørnøv & Christensen 2005). Fremover kan sagsbehandlingen gøres mere ensartet ved at anvende de samme kriterier. En mere ensartet metode vil være at anvende KLS-kortlægningen, indtil der i 2009 foreligger et nyt redskab til udpegning af risikoområder. En oversigt over amternes hidtidige afgrænsningskriterier for fosfor er angivet i Bilag 2 (Kørnøv og Christensen 2005).

8.2 Oversigt over fremtidige metoder

En vurdering af risiko for fosfortab som følge af udvidelse af husdyrhold kan enten bygge på en vurdering af den generelle risiko ved ophobning af fosfor i jord, eller der kan inddrages forskellige, tabsrelevante faktorer. Som beskrevet i de foregående kapitler er fosfortab resultatet af et komplekst samspil af en række faktorer, der omfatter jordtype, dyrkning, fosforgødskningshistorie, overfladiske og underjordiske afstrømningsprocesser og forbindelse mellem mark og vandløb eller sø. Fosfortab varierer meget i tid og rum. Til forskel fra kvælstof kan fosfortab derfor ikke kvantificeres på mark- eller bedriftsniveau med eksisterende modeller, ej heller betydningen af en ændret fosforbelastning af den enkelte mark. Der er ikke foretaget en økonomisk og administrativ konsekvensanalyse af de forskellige metoder til fremtidig regulering af landbrugets fosfortab.

Regulering af fosfortab

Udgangspunktet for regulering af fosfortab fra husdyrbrug er vandområdets miljømålsætning og følsomhed overfor tilførsel af fosfor. Der findes ikke centralt udarbejdede kort over generelle krav til fosforbalancen størrelse (positiv, negativ eller nul) i oplandene til de enkelte vandområder. Nogle amter har imidlertid udarbejdet kort, der angiver generelle krav til fosforbalancen størrelse, hvorfor disse kan anvendes. Alternativt kan anvendes generelle værdier for fosforbalancen således, at der eksempelvis stilles samme krav for alle oplande til eksempelvis søer eller fjorde og/eller Habitatområder. På længere sigt kan der i forbindelse med indsatsplanlægning i forhold til Vandrammedirektivet være behov for en individuel analyse af de enkelte vandområder.

Med udgangspunkt i vandområdets målsætning og følsomhed for fosfortilførsel er der principielt tre måder at udføre reguleringen på:

1. Der stilles et generelt, maksimalt krav til fosforbalancens størrelse (positiv, negativ eller nul) gældende for alle husdyrbrug i oplandet til det enkelte vandområde, da en fortsat ophobning af fosfor i jorden vil øge risikoen på lang sigt for et stigende tab til vandmiljøet fremover. Dette generelle krav vil danne loftet for fosforbelastningen for alle bedrifter. Udvidelser af husdyrproduktionen indenfor oplandet forudsætter en mere effektiv udnyttelse af fosfor i landbrugsproduktionen. Der tages ikke hensyn til særlige risikoområder for fosfortab indenfor oplandet. Størrelsen af det generelle krav er bestemt af vandområdets målsætning og følsomhed eller af generelle krav.
2. De særlige risikoområder for fosfortab indenfor oplandet til det enkelte vandområde identificeres i den udstrækning, det er muligt. Ved brug af et eller flere virkemidler anvendt kun på risikoområderne søges fosfortabet fra disse områder reduceret. Den resterende del af landbrugsarealet indenfor oplandet til det følsomme vandområde friholdes for særlige reguleringer ud over de generelle harmonikrav.

- En kombination af 1. og 2.: Der stilles et generelt krav til fosforbalancens størrelse (positiv, negativ eller nul) gældende for alle husdyrbrug i oplandet til det enkelte vandområde. Størrelsen af det generelle krav er bestemt af vandområdets målsætning og følsomhed eller ud fra generelle krav. Desuden identificeres eventuelle særlige risikoområder for fosfortab indenfor oplandet i den udstrækning der er muligt, og virkemidler mod fosfortab anvendes indenfor disse risikoområder.

En regulering af fosfortab fra særlige risikoområder kunne baseres på nedenstående vurderingsskema, der anvendes på markniveau indenfor oplandet til de enkelte vandområder. Et nyt redskab til udpegning af risikoområder vil være tilgængeligt i 2009 – se beskrivelsen af P-indeks-metoden og –kortlægningen i afsnit 4.1. Indtil 2009 må anvendes oplysninger om overfladeerosion, fosfortal, forekomst af lavbundsjord, samt omfang af dræning. Kortlægning af erosion ved hjælp af KLS-metoden forudsætter, at kortlægningen foretages for Bornholm, og at kortet gøres operationelt. Anvendelsen af fosfortal i sagsbehandlingen forudsætter, at der foreligger data, som er repræsentative for de enkelte arealer, samt at analysedata er pålidelige. Ved vurdering af forekomst af lavbundsjord, samt markernes dræningsgrad vil der være behov for at kunne verificere ansøgerens oplysninger ud fra landsdækkende oplysninger.

I vurderingsskemaet, der således tjener som et eksempel, indgår både virkemidler mod fosfortab fra risikoområder samt et generelt krav til fosforbalancens størrelse. Fosfortal 4 er anvendt, da det ligger over det dyrkningsmæssigt optimale niveau.

Vurderingsskema for husdyrbrug beliggende i oplande til et følsomt vandområde

For alle marker indenfor oplandet til et følsomt vandområde: P-balance < f.eks. xx kg ha⁻¹. På alle marker, der karakteriseres som særlige risikoområder gennem nedenstående kriterier, iværksættes desuden særlige tiltag (tabel 3).

Tabel 3. Eksempel på vurderingsskema vedr. fosfortab.

Transportfaktor og -kriterium		Fosforstatus-kriterium	Forpligtende tiltag
Erosion	KLS > 85	Fosfortal < f.eks. 4	Erosionsbegrænsende tiltag: f.eks. 25 m randzone; ændret arealanvendelse (reduceret jordbearbejdning, ændret sædskifte, f.eks. ingen vintersæd) P-balance < f.eks. xx kg P ha ⁻¹
		Fosfortal > f.eks. 4	Erosionsbegrænsende tiltag plus P-balance = f.eks. x kg P ha ⁻¹ , eller erosionsbegrænsende tiltag plus forbud mod P-gødskning
Dræning	Systematisk drænet	Fosfortal > f.eks. 4	P-balance = f.eks. x kg P ha ⁻¹
Lavbundsjord	Klasse xx		P-balance = f.eks. x kg P ha ⁻¹

9 Referencer

- Andersen, J. M., Boutrup, S., Svendsen, L. M., Bøgestrand, J., Grant, R., Jensen, J. P., Ellermann, T., Ærtebjerg, G., Jørgensen, L. F. og Pedersen, M. W. 2005: Aquatic Environment 2004. State and trends – technical summary. National Environmental Research Institute, Denmark. 64 pp. NERI Technical Report, No. 561.
- Amsinck, S.L., Johansson, L.S., Bjerring, R., Jeppesen, E., Søndergaard, M., Jensen, J.P., Jensen, K., Bradshaw, E., Anderson, N.J., Bennike, O., Nielsen, A.B., Rasmussen, P., Ryves, D., Stavngaard, B., Brodersen, K., McGowan, S., Odgaard, B.V. & Wolin, J. 2003: Vandrammedirektivet og danske søer. Del 2: Palæoøkologiske undersøgelser. Danmarks Miljøundersøgelser. 120 s. Faglig rapport fra DMU 476.
- Anon. 2006: Kommende web-version af projektbeskrivelse for SNS-projektet om risikokortlægning.
- Bøgestrand, J. (ed.) 2005: Vandløb 2004. Danmarks Miljøundersøgelser. 82 s. Faglig rapport fra DMU nr. 554.
- Borggaard, O.K., Rasmussen, L.H., Gimsing, A.L. & Szilas, C. 2005: Pedotransfer function for estimation of phosphate adsorption capacity on a wide range of soils. In: Soil Abiotic and Biotic Interactions and Impact on the Ecosystem and Human Welfare (Eds., P.M. Huang, A. Violante, J.-M. Bollag & P. Vityakon), Science Publ., Enfield (NH), pp. 177-194.
- Madsen, H.B., Nørr, A. & Holst, K. AA. 1992. The Danish soil classification. Atlas over Denmark I,3. pp 56.
- Conley, D.J. 2000: Biogeochemical nutrient cycles and nutrient management strategies. *Hydrobiologia* 410, 87-96.
- González Sagrario, M.A., Jeppesen, E., Gomà, J., Søndergaard, M., Jensen, J.P., Lauridsen, T.L. & Landkildehus, F. 2005: Does high nitrogen loading prevent clear-water conditions in shallow lakes at moderately high phosphorus concentrations? - *Freshwater Biology* 50: 27-41.
- Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Paulsen, I., Jørgensen, J. O., Laubel, A., Jensen, P. G., Pedersen, M. og Rasmussen, P. 2001: Landovervågningsoplande 2000. Danmarks Miljøundersøgelser. 154 s. Faglig rapport fra DMU nr. 376.
- Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P. G. & Rasmussen, P. 2005: Landovervågningsoplande 2004. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 140 s. Faglig rapport fra DMU nr. 552.
- Hansen, B., Olesen, S. E. & Ernsten, V. 2005: Dræning og grundvandsdannelse. *Vand & Jord* 12, nr. 1, 19-22.

- Heckrath, G., Brookes, P. C., Poulton, P. R. & Goulding, K. W. T. 1995: Phosphorus leaching from soils containing different phosphorus concentrations in the Broadbalk experiment. *J. Environ. Qual.* 24, 904-910.
- Knudsen, L. 2000: Fosforproblematikken set ud fra et landbrugsmæssigt synspunkt. DJF rapport nr. 34. *Markbrug*: 89-95.
- Knudsen, L. 2006: Udvikling af fosfortal i Danmark fra 1987 til 2005. Notat februar 2006. 5 sider. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.
- Knudsen, L. og Heckrath, G. 2005: Fosforbalancens betydning for fosfortabet. Notat af 26. december 2005. 9 s.
- Kronvang, B., Bøcher, P. K., Olsen, P., Andersen, H. E., Gyldenkærne, S. og Djuurhus, J. 2004: Risikoområder for jorderosion og fosfortab. *Vand & Jord* 11 (3), 110-114
- Kronvang, B., Iversen, H. I., Jørgensen, J. O., Paulsen, I., Jensen, J. P., Conley, D., Ellermann, T., Laursen, K. D., Wiggers, L. Flindt Jørgensen, L. og Stockmarr, J. 2001: Fosfor i jord og vand. Udvikling, status og perspektiver. *Danmarks Miljøundersøgelser*. 88 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 380.
- Kronvang, B., Beckmann, M., Lundekvam, H., Behrendt, H., Rubæk, G.H., Schoumans, O.F., Syversen, N., Andersen, H. E. & Hoffmann, C. C. 2005: Phosphorus Losses from Agricultural Areas in River Bassins: Effects and Uncertainties of Targeted Mitigation Measures. *J. Environ. Qual.* 34. 2129-2144.
- Kørnøv, L. og Christensen, P. 2005: Opsamling af erfaringer med behandling af sager vedrørende husdyrprojekter efter VVM-reglerne. Rapport fra Aalborg Universitet udarbejdet for miljøministeriet. 74 s + bilag.
- Landbrugets Rådgivningscenter 1996: Pas på fosfor. Pjece fra Landbrugets Rådgivningscenter. 19 s.
- Nielsen, K. og Riemann, B. 2004: Hvordan bliver effekten af Vandmiljøplan III. *Vækst* 3: 9-12.
- Poulsen, H.D. og Rubæk, G.H. (Eds.) 2005: Fosfor i dansk landbrug. Omsætning, tab og virkemidler mod tab. *Danmarks Jordbrugsforskning*. DJF rapport Husdyrbrug nr. 68. 211 s.
- Rubæk, G.H., Djurhuus, J., Heckrath, G., Olesen, S.E. og Østergaard, H.S. 2000: Er danske jorde mættet med fosfor? DJF rapport *Markbrug* nr. 34, 17-30.
- Rubæk, G.H., Heckrath, G. og Knudsen L. 2005: Fosfor i dansk landbrugsjord. DJF rapport *Markbrug* nr. 312, 1-12.

- Schoumans, O.F., R. van den Berg, A.H.W. Beusen, G.J. van den Born, L. Renaud, J. Roelsma, and P. Gronendijk. 2004: Quick scan of the impact of proposed application standards for animal manure and chemical fertilisers on nutrient losses to groundwater and surface waters. (In Dutch). Rep. 730.6. Alterra, Wageningen, the Netherlands.
- Simmelsgaard 1996: Plantenæringsstoffer i drænvand og jordvand. S.P. rapport nr. 7, 52 s. + tabeller
- Søndergaard, M., Jensen, J. P., Liboriussen, L. og Nielsen, K. 2003: Danske søer – fosfortilførsel og opfyldelse af målsætninger. VMP III, Fase II. Danmarks Miljøundersøgelser. 40 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 480.
- Ærtebjerg, G., Bendtsen, J., Carstensen, J., Christiansen, T., Dahl, K., Dahllöf, I., Ellermann, T., Gustafsson, K., Hansen, J.L.S., Henriksen, P., Josefson, A.B., Krause-Jensen, D., Larsen, M.M., Markager, S.S., Ovesen, N.B., Skjøth, C.A., Strand, J., Søderkvist, J., Mouritsen, L.T., Bråten, S., Hoffmann, E. & Richardson, K. 2005: Marine områder 2004 - Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Danmarks Miljøundersøgelser. 94 s. - Faglig rapport fra DMU Nr. 551.
- Wiggers, L. 2001: Fosfor – grænsen er nået. Vand og Jord 3: 99-101.

Bilag 1

Kvantitative skøn over forskellige tabsposters betydning for dyrkningsbidraget på nationalt plan. Kvaliteten af det faglige grundlag for at give disse skøn er angivet med plusser efter hvert tal (+++++) højt; (++++) godt; (+++) middel; (++) dårligt; (+) dur ikke (fra Poulsen og Rubæk, 2005).

	Forudsætninger og skøn anvendt ved beregning	Tons fosfor pr år
Vanderosion, partikulært fosfor	<ul style="list-style-type: none"> • Der mobiliseres jord svarende til 0,37 kg P/ha erosionstruet areal (afsnit 3.3.5). • <5% af det dyrkede areal (2.675.000 ha) er erosionstruet. • 10-50% af det mobiliserede fosfor når frem til vandløb eller sø. • Der ses bort fra fladeerosion 	2-20 (++)
Overfladisk afstrømning, opløst fosfor	<ul style="list-style-type: none"> • Koncentration af opløst fosfor i afstrømmende vand, 0,18 mg P/l (afsnit 3.4.2). • 10-30 mm af afstrømning løber af som overfladisk afstrømning på truet areal. • Truet areal sættes til at være dobbelt så stort som det erosionstruede areal (<10% af det dyrkede areal). 	5-15 (+)
Vinderosion	<ul style="list-style-type: none"> • Typisk erosionshændelse sat til afslibning af 1-2 mm jord (afsnit 3.3.4). • Jordens fosforindhold sættes til 566 mg P/kg jord. 1 mm jord svarer til 15 tons jord pr. ha. (J. Djurhuus, notat). • 5% af afslebet fosfor ender direkte i vandløb eller sø. • Klimatiske betingelser for vinderosion forekommer hvert 10. år. • Ca. 10% af det potentielt truede areal på 1-1,5 mill ha er aktuelt truet • Bidrag via den atmosfæriske deposition er ikke indregnet 	5-15 (+)
Brinkerosion	<ul style="list-style-type: none"> • Tabsrate på 6,7-15,8 g fosfor pr. meter vandløb i dyrkede oplande. • 65.700 km vandløb i DK. Heraf ca. 2,675/4,3 på dyrkede arealer. • Tabet er formentlig overvurderet (se tekst). 	275-645 (++)
Tab via kunstige dræn på minerogene risikojorde	<ul style="list-style-type: none"> • Tabet af total-fosfor sættes til 100-500 g P/ha (afsnit 3.3.7). • Arealet af drænedede risikojorde sættes til 10 -15 procent af de drænedede minerogene jorde $0,49 \times (2.675.000 -75.000) = 1.274.000$ ha. 	15-90 (+)
Tab via kunstige dræn på lavrisikojorde	<ul style="list-style-type: none"> • Tabet af total-fosfor sættes til 20-80 g P/ha (afsnit 3.3.7.) • Arealet af drænedede lavrisikojorde sættes til 85-90% af de drænedede minerogene jorde i Danmark (1.274.000 ha). 	20-90 (+++)
Tab via kunstig dræning på lavbundsjarde	<ul style="list-style-type: none"> • Tabet af total-fosfor sættes til 400-3.000 g P/ha (afsnit 3.3.7). • Arealet af lavbundsjarde (75.000 ha) der er drænet sættes til 100%. 	30-225 (+)
Øvre grundvand, drænet dyrket areal	<ul style="list-style-type: none"> • Der afstrømmer 90 mm med en koncentration på op til 0,017 mg P/l (tabel 3.15) via dræn fra det drænedede areal (1.274.000 ha). 	<20 (++)
Øvre grundvand, ikke drænet dyrket areal	<ul style="list-style-type: none"> • Fra udrænedede dyrkede arealer (51% af dyrket areal) afstrømmer 260 mm vand. • Fosforkoncentrationens sat til op til 0,017 mgP/l • Risikoområder eksisterer formentlig, men kan ikke identificeres med nuværende viden 	<60 (++)
Dyrkningsbidrag	<ul style="list-style-type: none"> • Anslået ud fra ovenstående skøn 	440-1180 (+)

Bilag 2

(Fra Kørnøv og Christensen, 2005)

OVERFLA-DEVAND	Amt 1	Amt 2	Amt 3	Amt 4	Amt 5	Amt 6
Kystvande	Ingen krav	Ingen stigning i P-overskud og ingen stigning i N-overskud fra den samlede fra produktionen	* N ikke øges og P-balance ikke forværres til Natura 2000 og særligt sårbare marine områder * Udvidelser kan ske umiddelbart i oplande til ikke særligt sårbare områder uden for Natura 2000	Natura 2000: *ingen fosforoverskud * N-overskud ikke væsentligt over 0 kg/år Øvrige områder: * Sand - P-balance *Andre jorde - P-balance med mindre P-tallet er < 4 N-sårbare områder: * N-overskud ikke væsentligt over 0 kg/år	Oplande til Natura 2000: * ingen fosforoverskud * ingen N-merbelastning Andre målsatte kystvande: * Ingen fosforoverskud	Natura 2000 og Limfjorden: * < 50 DE * < 200 kg P * < 200 kg N Vesterhavet: * ingen
Søer	Natura 2000: * ingen påvirkning A og B søer: *intet P-overskud C søer: * op til 2 kg P/ha/år	Ingen stigning i P-overskud og ingen stigning i N-overskud fra den samlede fra produktionen	* P-balance ikke forværres til Natura 2000 og særligt sårbare målsatte søer *Dog OK for projekter < 50 DE – også i Natura 2000 - med mindre der er væsentlig kumulation	Natura 2000: *ingen fosforoverskud * N-merbelastning ikke væsentligt over 0 kg/år Øvrige områder: * Sand - P-balance *Andre jorde - P-balance med mindre P-tallet er < 4 N-sårbare områder: * N-overskud ikke væsentligt over 0 kg/år	Natura 2000: * ingen fosforoverskud * ingen N-merbelastning Andre målsatte søer: * Ingen fosforoverskud	Natura 2000: * ingen P-overskud Næringsstoffølsomme målsatte søer: * ingen P-overskud Øvrige målsatte søer: * ingen P-overskud på risiko-arealer * < 5 kg P/ha på andre arealer
Vandløb	Ingen påvirkninger		* ikke udbringe gylle på stærkt skrånede arealer * ikke ske forringelse af udpegningsgrundlag i Natura 2000	> 12 gr. hældning ingen udbringning 6-12 gr. Hældning konkret vurdering	* ingen gylle på arealer med fare for overfladisk afstrømning	Ingen udbringning på > 10 gr. hældende arealer

OVERFLA-DEVAND	Amt 7	Amt 8	Amt 9	Amt 10	Amt 11	Amt 12
Kystvande	<p>Der må ikke være tale om væsentlig indvirkning</p> <p>Indtil videre vil alle sager > 100 DE skulle forelægges udvalget</p>	<p>Natura 2000 og højt målsatte områder:</p> <p>*P-balance</p> <p>*Udvaskning af N øges ikke</p> <p>I mindre sårbare oplande udenfor Natura 2000:</p> <p>* merudledning af N må ikke overstige 300 kg/år</p> <p>* projekter < 30 DE accepteres umiddelbart</p>	<p>Opdeling af oplande. I risikoarealer P-balance. På robuste arealer :</p> <p>*Natura 2000 og inderfjorde < 1kg</p> <p>*Yderfjorde og sårbare åbne havområder < 2 kg</p> <p>* Åbent hav < 3 kg</p> <p>Natura 2000 og Horsens fjord ingen N-merbelastning</p> <p>*inderfjorde 20% reduktion af N-overskud</p> <p>*yderfjorde 15%,</p> <p>* sårbare åbne havområder 10%</p> <p>*åbne havområder 0%</p>	<p>Marine Natura 2000</p> <p>*N-udvaskning på bedriftsniveau må ikke øges</p> <p>* P-overskud < 5 kg/ha/år</p> <p>Andre kystvande:</p> <p>*N-udvaskning på bedriftsniveau må ikke øges</p>	<p>Ringkøbing Fjord:</p> <p>Risikoområder:</p> <p>Høj : >230 kg N</p> <p>Moderat > 400 kg N</p> <p>Lav > 1600 kg N</p> <p>Nissum og Limfjorden:</p> <p>Risikoområder:</p> <p>Høj : >230 kg N</p> <p>Moderat/lav > 800 kg N</p> <p>Og > 400 kg P.</p> <p>N-udvaskning skal være uændret eller faldende, dog højst 80 kg N/ha på sandjord og 60 kg N/ha på lerjord</p> <p>P-overskud i højrisikoomr.: P-balance Moderat risikoområder < 5g P/ha</p>	<p>Natura 2000 samt målsatte, men ikke indriede:</p> <p>*merbelastning vurderes væsentligt og derfor VVM-pligt</p>
Søer	<p>Der må ikke være tale om væsentlig indvirkning</p> <p>Indtil videre vil alle sager > 100 DE skulle forelægges udvalget</p>	<p>Natura 2000 og højt målsatte områder:</p> <p>*P-balance</p> <p>*Udvaskning af N øges ikke</p> <p>I mindre sårbare oplande udenfor Natura 2000:</p> <p>* merudledning af N må ikke overstige 300 kg/år</p> <p>* projekter < 30 DE accepteres umiddelbart</p>	<p>A og B-målsatte søer:</p> <p>* P-neutralitet eller reduceret overskud</p> <p>Gudenåens opland:</p> <p>* P-balance, men op til 0,5-1 kg på robuste arealer</p>	<p>Målsatte søer:</p> <p>*N-udvaskning på bedriftsniveau må ikke øges</p> <p>* P-balance på markniveau</p>	<p>Højt målsatte og i Natura 2000:</p> <p>*mer overskud < 250 kg P</p> <p>Højrisikojorde P-balance Moderat risiko < 5 kg P/ha</p> <p>Basismålsatte:</p> <p>*mer overskud < 375 kg P</p> <p>Højrisikojorde P-balance Moderat risiko < 5 kg P/ha</p> <p>For begge gælder at N-udvaskning skal være uændret eller faldende, dog højst 80 kg N/ha på sandjord og 60 kg N/ha på lerjord</p>	<p>Natura 2000 samt målsatte, men ikke indriede:</p> <p>*merbelastning vurderes væsentligt og derfor VVM-pligt</p>

Vandløb			Kan kun i særlige tilfælde udløse VVM-pligt	> 12 gr.hældning ingen udbringning		> 12 gr.hældning ingen udbringning mellem 6 og 12 gr. hældning foretages en konkret vurdering
----------------	--	--	---	------------------------------------	--	--

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser – DMU – er en forskningsinstitution i Miljøministeriet.
DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsovej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver populærfaglige bøger ("MiljøBiblioteket"), faglige rapporter, tekniske anvisninger samt årsrapporter.
Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.
I årsrapporten findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

2005

- Nr. 533: Fate of mercury in the Arctic (FOMA). Sub-project atmosphere. By Skov, H. et al. 55 pp. (electronic)
- Nr. 534: Control of pesticides 2003. Chemical Substances and Chemical Preparations.
By Krongaard, T., Petersen, K.T. & Christoffersen, C. 32 pp. (electronic)
- Nr. 535: Redskaber til vurdering af miljø- og naturkvalitet i de danske farvande. Typeinddeling, udvalgte indikatorer og eksempler på klassifikation. Af Dahl, K. (red.) et al. 158 s. (elektronisk)
- Nr. 536: Aromatiske kulbrinter i produceret vand fra offshore olie- og gasindustrien. Test af prøvetagningsstrategi.
Af Hansen, A.B. 41 s. (elektronisk)
- Nr. 537: NOVANA. National Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description – Part 2.
By Svendsen, L.M., Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Norup, B. (eds.). 137 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 538: Tungmetaller i tang og musling ved Ivituut 2004. Af Johansen, P. & Asmund, G. 27 s. (elektronisk)
- Nr. 539: Anvendelse af molekylærgenetiske markører i naturforvaltningen.
Af Andersen, L.W. et al. 70 s. (elektronisk)
- Nr. 540: Cadmiumindholdet i kammusling *Chlamys islandica* ved Nuuk, Vestgrønland, 2004.
Af Pedersen, K.H., Jørgensen, B. & Asmund, G. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 541: Regulatory odour model development: Survey of modelling tools and datasets with focus on building effects. By Olesen, H.R. et al. 60 pp. (electronic)
- Nr. 542: Jordrentetab ved arealekstensivering i landbruget. Principper og resultater.
Af Schou, J.S. & Abildtrup, J. 64 s. (elektronisk)
- Nr. 543: Valuation of groundwater protection versus water treatment in Denmark by Choice Experiments and Contingent Valuation. By Hasler, B. et al. 173 pp. (electronic)
- Nr. 544: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2004, Part 1 Measurements.
By Kemp, K. et al. 64 pp. (electronic)
- Nr. 545: Naturbeskyttelse og turisme i Nord- og Østgrønland. Af Aastrup, P. et al. 131 pp. (electronic)
- Nr. 546: Environmental monitoring at the Nalunaq Mine, South Greenland, 2004.
By Glahder, C.M. & Asmund, G. 32 pp. (electronic)
- Nr. 547: Contaminants in the Atmosphere. AMAP-Nuuk, Westgreenland 2002-2004.
By Skov, H. et al. 43 pp (electronic)
- Nr. 548: Vurdering af naturtilstand. Af Fredshavn, J & Skov, F. 93 s. (elektronisk)
- Nr. 549: Kriterier for gunstig bevaringsstatus for EF-habitatdirektivets 8 marine naturtyper.
Af Dahl, K. et al. 39 s. (elektronisk)
- Nr. 550: Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand. Af Bach, H. (red.) et al. 205 s., 200,00 kr.
- Nr. 551: Marine områder 2004 – Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. NOVANA.
Af Ærtebjerg, G. et al. 94 s. (elektronisk)
- Nr. 552: Landovervågningsoplande 2004. NOVANA. Af Grant, R. et al. 140 s. (elektronisk)
- Nr. 553: Søer 2004. NOVANA. Af Lauridsen, T.L. et al. 62 s. (elektronisk)
- Nr. 554: Vandløb 2004. NOVANA. Af Bøgestrand, J. (red.) 81 s. (elektronisk)
- Nr. 555: Atmosfærisk deposition 2004. NOVANA. Af Ellermann, T. et al. 74 s. (elektronisk)
- Nr. 557: Terrestriske naturtyper 2004. NOVANA. Af Strandberg, B. et al. 58 s. (elektronisk)
- Nr. 558: Vandmiljø og Natur 2004. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning.
Af Andersen, J.M. et al. 132 s. (elektronisk)
- Nr. 559: Control of Pesticides 2004. Chemical Substances and Chemical Preparations.
By Krongaard, T., Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 32 pp. (electronic)
- Nr. 560: Vidensyntese indenfor afsætning af atmosfærisk ammoniak. Fokus for modeller for lokal-skala.
Af Hertel, O. et al. 32 s. (elektronisk)
- Nr. 561: Aquatic Environment 2004. State and trends – technical summary.
By Andersen, J.M. et al. 62 pp., DKK 100,00.
- Nr. 562: Nalunaq environmental baseline study 1998-2001. By Glahder, C.M. et al. 89 pp. (electronic)
- Nr. 563: Scientific and technical background for intercalibration of Danish coastal waters.
By Petersen, J.K. & Hansen, O.S. (eds.) et al. 72 pp. (electronic)

2006

- Nr. 564: Styringsmidler i naturpolitikken. Miljøøkonomisk analyse.
Af Schou, J.S., Hasler, B. & Hansen, L.G. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 567: Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, south Greenland, 2005.
By Glahder, C.M. & Asmund, G. 35 pp. (electronic)
- Nr. 569: Anskydning af vildt. Konklusioner på undersøgelser 1997-2005. Af Noer, H. 35 s. (elektronisk)

Rapporten er en del af forarbejdet til en ny vejledning, som udarbejdes til kommunernes fremtidige miljøgodkendelser af husdyrbrug. Rapporten beskriver det faglige grundlag for de metoder, som kan anvendes til regulering af landbrugets fosfortab. På nuværende tidspunkt findes ikke redskaber, som kan beregne sammenhæng mellem tilført mængde fosfor til marken og tab af fosfor til vandområder. Den generelle risiko for tab af fosfor kan mindskes ved regulering af bedriftens fosforbalance. Fosfortab fra særligt udsatte marker som f.eks. tørveholdige og drænedede marker, samt arealer med højt fosforindhold kan begrænses gennem en målrettet indsats, såfremt arealerne kan identificeres. Fosfortab fra stejle marker nær vandløb med høj erosionsrisiko kan nedsættes ved etablering af randzoner langs vandløb og søer.