



Vejledning til nye fosforvirkemidler marts 2021

Formålet med denne vejledning er at give en introduktion til de nye virkemidler for fosforafværge og hvordan de bruges i forbindelse med vådområde- og alle typer lavbundsprojekter. Vejledningen bør bruges i forbindelse med udarbejdelsen af de tekniske forundersøgelser og er et supplement til de generelle vejledninger om tilskud til Klima-Lavbunds-, vådområde- og lavbundsprojekter.

Ved etablering af vådområde- og lavbundsprojekter betyder genskabelse af naturlig hydrologi og de dermed potentielt anaerobe jordbundsforhold, at der er en risiko for mobilisering af fosfor (P) fra projektområderne. Der kan derfor være behov for at anvende fosforafværge i projekterne.

[Aarhus Universitets fosforvirkemiddelkatalog fra juni 2020](#) indeholder en række virkemidler til fosforafværge. Heraf vil følgende være relevante at bruge i vådområde- og lavbundsprojekter:

- Høst af biomasse (mangler finansieringsmodel)
- Dybdepløjning
- Fjernelse af topjord
- P-fældningsbassiner (med eller uden filter)

I denne vejledning beskrives de enkelte virkemidler og forudsætninger for at bruge dem i vådområde- og lavbundsprojekter.

Særligt for eksisterende projekter

Har man allerede tilsagn til fjernelse af topjord, kan man søge en ændringsansøgning til omfordeling af midler fra denne post til yderligere undersøgelser af fosfor i dybere jordprofiler. Dette er muligt, idet de andre afværgetiltag som udgangspunkt er billigere end fjernelse af topjord. Det er dog også muligt at søge midler til supplerende forundersøgelse, med den begrundelse at projektet ikke kommer videre uden yderligere undersøgelser af jordprofilen. Det kan være nødvendigt med analyse af dybere jordprofiler til bl.a. dybdepløjning.

Husk at valg af fosforafværge altid skal følges af en faglig redegørelse for valget, samt effekten af virkemidlet.

P-virkemidler i vådområde- og lavbundsprojekter

Når P-afskæringskriteriet overskrides for delvandoplandet, skal der benyttes fosforafværge. Virkemidler der modvirker fosforudledning ved reetablering af vådområder eller lavbundsprojekter kan tages i anvendelse når dele af projektarealet har kritisk høje P-tab eller hvis hele projektarealet har høje P-tab.

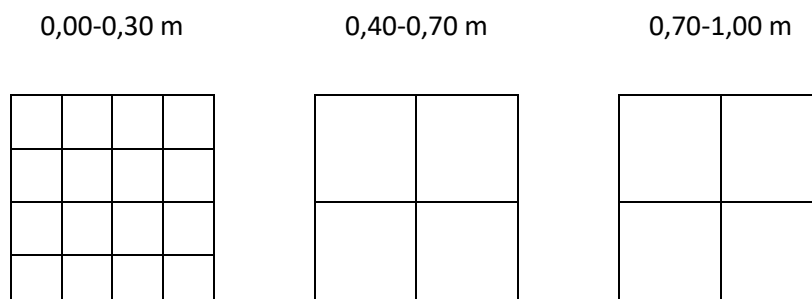
Virkemidler der kan anvendes i forbindelse med vådområde- eller lavbundsprojekter er opsummeret i tabel 1 med angivelse af tidshorisont, forudsætninger, krav til vedligehold samt vidensgrundlag i forhold til anvendelse (Tabel 1). Vær opmærksom på, at dybdepløjning og fjernelse af topjord mindsker CO₂-reduktionen i lavbundsprojekter og bør derfor ikke benyttes på de dele af området der ligger på tørvejord.

Tabel 1. Virkemidler der modvirker fosfortab ved vådområde- og lavbundsprojekter

Virkemiddel	Tidshorisont	Forudsætning	Vedligehold	Anvendelse (vidensgrundlag)
Høst af biomasse	Mellem/langt	Høst med specialmaskiner	Ja behov for årlig høst og bortkørsel af biomasse	Sikker effekt
Dybdepløjning	Kort	P-fordeling i jordprofilen	Nej	Kræver lokal forundersøgelse
Fjernelse af topjord	Kort	P-fordeling i jordprofilen	Nej	Kræver lokal forundersøgelse
P-fældningsbassiner	Kort	Forhold egnet til etablering	Ja der vil være behov for bortgravning af sediment med en given frekvens	Dokumentation fra okkerfældningsbassiner

Supplerende prøvetagning

Ved virkemidlerne dybdepløjning og fjernelse af topjord, er det nødvendigt med yderligere analyser af jordprofilen, end beskrevet i DCE's fosforvejledning til fosforregnearket. Ud over undersøgelser i jordlagene 0-30cm, undersøges desuden 40-70cm og 70-100cm. De dybereliggende prøver udtages i mindre omfang, da 4 ensartede fosforfelter (grids) kan slås sammen. Der vil dog stadig være krav til 16 delprøver til ét fosforfelt (grid), som puljes i pågældende dybde. Analyserne af jorden vil være de samme, som på nuværende tidspunkt er beskrevet i DCE's fosforvejledning.



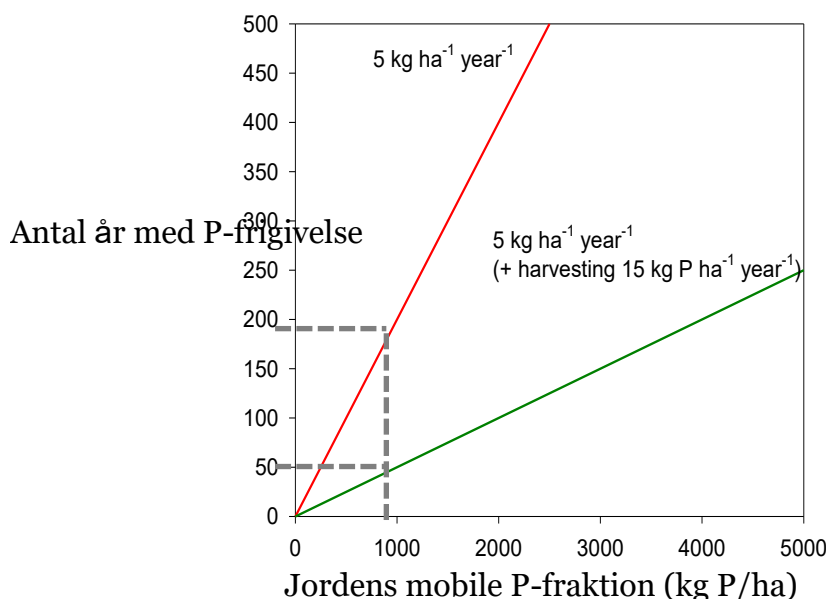
Figur 1 – Udtagning af fosforprøver. Den venstre figur viser fosforfelter (grids) i forbindelse med de normale udtagningsprøver (dybde 0-30 cm). Der skal foretages 16 analyser. Den mellemste og den højre figur viser grids der er slået sammen således der kun skal foretages 4 analyser pr. dybde (40-70 cm og 70-100 cm)

1. Høst af biomasse

Virkemidlet ”Fjernelse af biomasse i randzoner og engarealer” er beskrevet af Carl Christian Hoffmann & Dominik Zak, AU, Bioscience i Andersen et al. (2020).

Virkemidlet

- **Funktion:** Ved høst af biomasse udtømmes jordens P-pulje i hele jordprofilen på mellem/langt sigte. Virkemidlet vil ikke have en effekt på risikoen for udvaskning på kort sigt, da jordens P-pulje ofte vil være af en størrelsesorden, der kan forsyne både afgrøde vækst i vækstsæsonen samt udvaskning i vinterhalvåret (Figur 1). Høst af biomasse vil især være en fordel på arealer med en høj P-pulje, men med lav til moderat P-frigivelsesrate pr. fosforfelt (se tabel 2).
- **Effekt:** Ved høst af biomasse fjernes i gennemsnit 12-14 kg P/ha/år. Se i fosforvirkemiddelkataloget for yderligere informationer.
- **Forudsætninger:** Virkemidlet kan tages i brug inden realisering, for at udtømme fosforpuljen. Høst på våde arealer kræver specielle maskiner. Høst af biomasse kan ikke erstattes af græsning. Græsning er ofte ønskeligt ift. biodiversitet, men har begrænset P-effekt
- **Anvendelse:** Kan tages i anvendelse på det nuværende vidensgrundlag
- **Økonomi:** Mangler finansieringsmodel. Det vil sige, at der ikke med de nuværende ordninger kan søges om tilskud til biomassehøst.



Figur 2. Eksempel på antal år med P frigivelse fra vådområde ved en konstant rate på 5 kg/ha/år med og uden høst af biomasse-P på 15 kg/ha/år.

Tabel 2: Kategorier for frigivelsesrater pr. fosforfelt i kg P/ha/år i forbindelse med vådområde- og lavbundsprojekter. Kategorierne stammer fra DCE og bruges til at vælge virkemiddel.

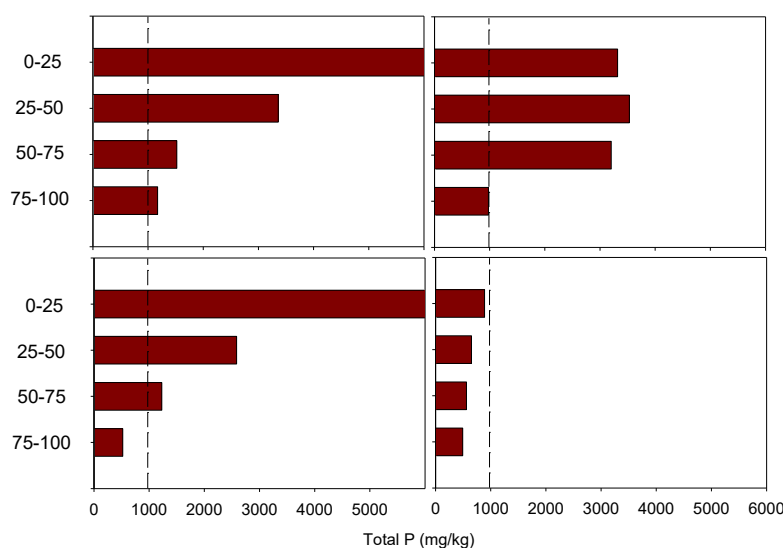
	Lav	Moderat	Høj
P-frigivelsesrate (kg P/ha/år)	< 2	2-5	> 5

2. Dybdepløjning for etablering af vådområde- og lavbundsprojekter

Virkemidlet ”Dybdepløjning for etablering af vådområde” er beskrevet af Sara Egemose, Henning S. Jensen & Kasper Reitzel, SDU i Andersen et al. (2020).

Virkemidlet

- **Funktion:** Ved dybdepløjning vendes de P-berigede øvre jordlag ned i dybere jordlag i jordprofilen. Virkemidlets effekt forudsætter således at: (i) de P-berigede jordlag er begrænset til de øvre jordlag, og at underjordens P-indhold er ubetydeligt i udvaskningsmæssig sammenhæng, og (ii) at vandets strømning ikke forekommer i de P-holdige jordlag i underjorden. Der findes en større dansk analyse af P-indhold i hele jordprofilen (0-0,75 m) – eksempler på fire forskellige profiler fremgår af figur 2.
- **Effekt:** Virkemiddelseffekten vil afhænge af forskellen i Fe:P-forholdet i strømningslaget før og efter dybdepløjning. Effekten vil således skulle opgøres på baggrund af en P-risikoberegning med de respektive Fe:P-forhold. Dette vil nemt kunne gøres i forbindelse med forundersøgelsen for at kvalificere valg af virkemiddel.
- **Forudsætning:** Vurdering af virkemidlets egnethed forudsætter at der i forbindelse med forundersøgelserne laves undersøgelser af P-indholdet i jordprofilen 0-0,75 m, samt en kvalificering af vandets strømningsveje
 - (i) For jordtyper med ler >12% og/eller gytje vil sedimentets hydrauliske ledningsevne være begrænsende, og dybdepløjning vil kunne anvendes, hvis underjordens P-indhold er begrænset
 - (ii) For jordtyper med tørv skal tørvens ledningsevne på den konkrete lokalitet sammen med trykgradienter vurderes for at kvalificere strømningsvejen
 - (iii) For sandede jordtyper (<12% ler) vurderes strømningsforhold på basis af lokale trykgradienterVær opmærksom på, at dybdepløjning fjerner CO₂-reduktionen på tørvejord og bør derfor ikke benyttes på de dele af området der ligger på tørvejord.
- **Anvendelse:** Kan tages i anvendelse på det nuværende vidensgrundlag, hvis forudsætningerne er tilstede.
- **Økonomi:** 100 % finansieret via ordningerne.



Figur 2. Eksempler på fordelingen af total-P i jordprofilen 0-1 m for fire forskellige lokaliteter. Den stiplede linje viser gennemsnitsindhold af total-P i landbrugsjord. Y-aksen viser dybden i jordlaget i cm (Kjærgaard, 2007).

3. Fjernelse af topjord før etablering af vådområde- og lavbundsprojekter

Virkemidlet ” Fjernelse af topjord før etablering af vådområde” er beskrevet af Dominik Zak og Carl Christian Hoffmann, AU, Bioscience i Andersen et al. (2020).

Virkemidlet

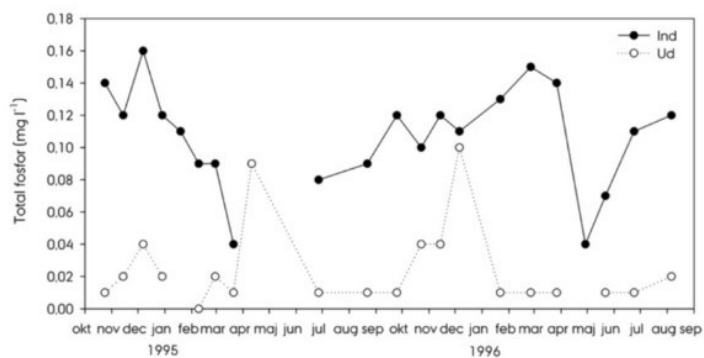
- **Funktion:** Ved fjernelse af topjord fjernes det P-berigede øvre jordlag. Virkemidlets effekt forudsætter, at underjordens P-indhold er ubetydeligt i udvaskningsmæssig sammenhæng.
- **Effekt:** Virkemiddelseffekten vil afhænge af forskellen i Fe:P-forholdet i strømninglaget før og efter fjernelse af topjorden. Effekten vil således skulle opgøres på baggrund af en P-risikoberegning med de respektive Fe:P-forhold. Dette vil nemt kunne gøres i forbindelse med forundersøgelsen for at kvalificere valg af virkemiddel.
- **Forudsætning:** Vurdering af virkemidlets egnethed forudsætter, at der i forbindelse med forundersøgelserne laves undersøgelser af P-indholdet i jordprofilen 0-0,75 m (Figur 2)
Vær opmærksom på, at dybdepløjning fjerner CO₂-reduktionen på tørvejord og bør derfor bruges med større omtanke i denne type af projekter.
- **Anvendelse:** Kan tages i anvendelse på det nuværende vidensgrundlag, hvis forudsætningerne er tilstede.
- **Økonomi:** 100 % finansieret via ordningerne

4. Etablering af P-fældningsbassiner på afstrømning fra reetableret vådområde- og lavbundsprojekter

Virkemidlet er ikke beskrevet som virkemiddel målrettet reetablering af vådområder og lavbundsprojekter, men virkemidlet er en modifikation af virkemidlet "Okkerfældningsbassiner" og/eller "Minivådområder" som er beskrevet i Andersen et al. (2020).

Virkemidlet

- **Funktion:** Ved P-frigivelse fra reetablerede vådområder og lavbundsprojekter frigives samtidig opløst jern (Fe). Fældningsbassiner med lavvandede grødefyldte zoner virker ved at ilte vandet, hvorved opløst ferro Fe(II) oxideres til partikulært ferri Fe(III) der sedimenterer. Ved denne proces kan Fe(III) samtidig binde opløst P.
- **Effekt:** Undersøgelser har vist at velfungerende okkerbassiner kan have en høj retention af P (op til 85%). Effekten vil være målbar på kort-sigt. Der forudsættes vedligehold i form af opgravning af det P-holdige okkersediment med samme frekvens som kendes fra okkerbassiner.
- **Forudsætning:** Forudsætningen for at anvende virkemidlet vil være at afstrømningen fra vådområdet eller lavbundsprojektet kan samles i kanaler og ledes igennem iltningssedimentet. Dette vil i mange tilfælde kunne lade sig gøre ved at etablere grøfter parallelt med vandløb. Iltningssedimentet kan som okkerbassinerne også anlægges direkte i grøfter og vandindløb.
- **Anvendelse:** Kan tages i anvendelse på det nuværende vidensgrundlag fra okkerbassiner.
- **Økonomi:** 100 % finansieret via ordningerne. Virkemidlet kan sidestilles med etablering af okkerbassiner og minivådområder og økonomien vil forventes at være i den størrelsesorden



Figur 4. Koncentration af total fosfor (TP) i ind- og udløb ved Hvidmose okkerfældningsanlæg i perioden oktober 1995 til august 1996. Data fra Ringkøbing Amt, 2001.



Figur 6. Effekt af P-retention i okkerfældningsbassinet Hvidmose (Data fra Ringkøbing Amt)

Valg af afværgemetode

Nedenfor beskrives en guide til valg af metode til fosforafværge.

1. Gridanalyse - Valg af felter der kræver fosforafværge

Realisering af projektet beror på en grid-analyse af projektarealet. Ved grid-analysen ses på frigivelsen fra det enkelte grid og denne findes i P-regnearket i det lilla område øverst til højre, se figur nedenfor.

$Fe_{BD}:P_{BD}$ (ligning 6.2) molforhold	Frigivelses rate (ligning 6.1) (kg P ha ⁻¹ mm ⁻¹)	Fosfor frigivelse (kg P år ⁻¹)	P_{BD} pulje (kg P ha ⁻¹)	P_{BD} total (kg P)
15,2	0,010	3	814	740
29,2	0,005	3	357	557

2. Vurdering af mulig indsats:

- Identificer og optæl grids med højt P-tab (sammenholdes med afskæringskriteriet). Udtag kritiske grids ved at indsætte værdien 1 i kolonne AB ($P_{BD(0-30cm)}$) i P-regnearket. Dette vil vise, hvor stor indflydelse det pågældende grid har på det samlede P-tab og varigheden af P-tabet.
- Noter hvis P-tabet er fordelt på mange grids og ikke kun få grids med højt P-tab
- Illustrer eventuelt den geografiske fordeling af grids med højt P-tab i GIS, det kan hjælpe i den videre proces med at identificere det bedst anvendelige fosforvirkemiddel

Valg af fosforvirkemiddel

Valg af afværgeforanstaltning bør afspejle om indsatsen skal ligge på enkelt grid-niveau eller om der skal laves en indsats der dækker hele eller store dele af projektarealet. Valget af virkemiddel skal beskrives i TFU'en (Teknisk forundersøgelse) eller i særskilt notat og følges af en faglig redegørelse for valget, samt effekten af virkemidlet.

Eksempel på valg af virkemidler ved enkelte grids med kritisk høje P-tab

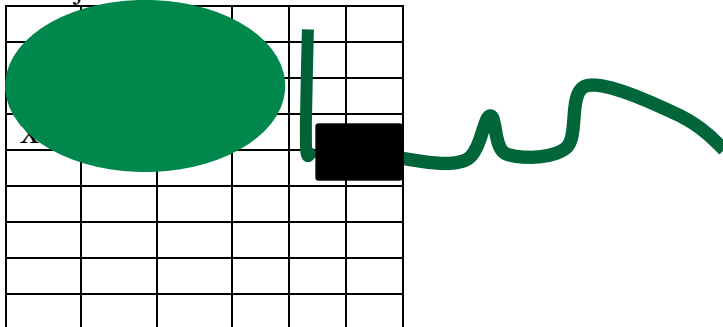
	X		
			X
X			

Figuren illustrerer et projekt opdelt i 20 grids, hvor krydserne har risiko for højt kvantitativt tab af fosfor.

Når grids med høj risiko ligger spredt og kun er få i antal kan **fjernelse af topjord** være en god løsning hvis P-tabet skal minimeres kraftigt. Virkemidlet forudsætter at P-puljen er koncentreret i topjorden

Eksempler på valg af virkemidler til større områder med kritiske høje P-tab

Figuren illustrerer et projekt opdelt i 54 grids, hvor krydsnerne indikerer at disse grids har risiko for højt kvantitativt tab af fosfor.



Virkemidler med stor effektivitet og kort tidshorizont for effekt

Da grids med højt P-tab er lokaliseret i et afgrænset område, kan der laves en afskærende grøft, der opsamler vandet fra dette område og leder det til et **fosforfilter** (den sorte firkant), der er anlagt ved udløbet fra projektområdet. Ved dimensionering af filteret skal der tages hensyn til størrelsen og varigheden af P-tabet. Ved længerevarende P-tab skal filteret fornyes. Alternativet til et fosforfilter er etablering af grødefyldte fosforfældningsbassiner anlagt efter samme princip som okkerfældningsbassiner.

Virkemidler med potentiel stor effekt og kort tidshorizont, hvis forudsætningerne er til stede

Ved **dybdepløjning** vendes de øverste jordlag – ned til ca. 80 cm - hvorved den P-berigede topjord bliver begravet, mens den dybereliggende underjord bliver ført til overfladen. Herved reduceres frigivelsen af fosfor, når et område vådlægges. Virkemidlet forudsætter et lavt indhold af mobilt P i underjorden ($F_{eBD}:P_{BD}$ indhold >20 , og lavt total indhold af P_{BD}), og samtidig forudsættes det at vandet ikke gennemstrømmer de dybereliggende P-berigede jordlag. Valg af dette virkemiddel kræver at der i forbindelse med forundersøgelserne tages jordprøver til analyse fra hele jordprofilen ned til 1 m, og samtidig at der laves en kortlægning af vandets strømningssveje

Virkemidler med effekt på længere tidshorizont

Ved **høst af biomasse** bliver jordens P-pulje langsomt udpint. Det er således et virkemiddel der skal ses over et længere tidsperspektiv, og det kan anvendes både før og efter etableringen af vådområdet eller lavbundsprojektet. På den korte bane er høst af biomasse ikke lige så effektiv som de øvrige virkemidler, men det har en naturmæssig kvalitet, idet lysåben vegetation fremmes og biodiversiteten højnes.

Særlige opmærksomhedspunkter

Ved vurderingen af fosforafværge er der særlige forhold man skal være opmærksom på:

- Nedstrøms søer tåler som udgangspunkt ikke fosformerledning.
- Projekter der anlægges med saltpåvirkning vil tabe hele P_{BD} puljen

Referencer:

Hans Estrup Andersen, Gitte Rubæk, Berit Hasler, Louise Martinsen og Brian H. Jacobsen (redaktører). 2020. Virkemidler til reduktion af fosforbelastningen af vandmiljøet.

Kjærgaard, C. 2007. Organogene lavbundsjord – Fosforstatus, binding og tabsrisiko. Intern afrapportering af delprojekt under VMPIII. Udpegning af risikoområder for fosfortab til overfladevand. Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, Februar 2007.