



MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL KOLDING FJORD

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 394

2026



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL KOLDING FJORD

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 394

2026

Hans Estrup Andersen

Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 394
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Muligheder for reduktion af den diffuse fosfortilførsel til Kolding Fjord
Forfatter:	Hans Estrup Andersen
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	https://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Juni 2026
Redaktion afsluttet:	10. juni 2026
Faglig kommentering:	Hans Thodsen
Kvalitetssikring, DCE:	Iben Boutrup Kongsfelt og Henriette Hossy
Ekstern kommentering:	Der er ikke modtaget kommentarer til rapporten.
Finansiel støtte:	Kystvandrådet for Kolding Fjord
Bedes citeret:	Andersen, H.E. 2026. Muligheder for reduktion af den diffuse fosfortilførsel til Kolding Fjord. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 29 s. - Teknisk rapport nr. 394
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten opgør den diffuse fosforbelastning af Kolding Fjord fordelt på tabsveje, vurderer potentialet i en række virkemidler til reduktion af belastningen og estimerer de forventede effekter. Arbejdet er input til Kystvandrådet for Kolding Fjord i arbejdet med at opstille en lokalt funderet vandplan for Kolding Fjord.
Emneord:	Fosfor, virkemidler, Kolding Fjord, kystvandråd
Foto forside:	Luftfoto af Marina Nord i Kolding på en sommerdag, Colourbox
ISBN:	978-87-7648-070-7
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	29

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	6
Summary	7
1 Indledning	8
2 Metode	9
2.1 Introduktion	9
2.2 Kalibrering af beregningen af diffust fosfortab på transportveje	9
2.3 Kildeopsplitning	13
2.4 Forbehold	13
3 Beregning af effekter ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialer	14
3.1 Skovrejsning	14
3.2 Randzoner	14
3.3 Træer på vandløbsbrinker	15
3.4 Sandfang	16
3.5 Mindre strækningsbaserede restaureringer af vandløb	17
3.6 Genslyngning af vandløb	18
3.7 Mini-vådområder	18
3.8 Integrerede bufferzoner (IBZ)	19
3.9 Fosfor-vådområder (P-ådale)	20
4 Beregning af effekter ved lokalt virkemiddelscenario	21
5 Resultater	24
5.1 Kildeopsplitning	24
5.2 Effekter af virkemidler mod diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialet	26
5.3 Effekter ved lokale virkemiddelscenarier	26
6 Konklusion	28
7 Referencer	29

Forord

Rapporten er affødt af et kystvandrådsprojekt omhandlende Kolding Fjord med Kolding Kommune som sekretariatskommune. Kystvandrådet er nedsat som følge af *Aftale om et Grønt Danmark* og *Aftale om implementering af et Grønt Danmark*. Kystvandrådet skal gennemføre lokalt forankrede analyser med henblik på at afdække, om der kan findes alternative veje til at opnå målopfyldelse, som defineret i EU's vandrammedirektiv.

Kolding Kommune har indgået en aftale med Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet, om ekspertstøtte til at gennemføre en gennemgang af oplandet til fjorden med henblik på at identificere potentialer og virkemidler til reduktion af fosfortilførslen.

Denne rapport beskriver dels virkemidler og potentialer for virkemidler til reduktion af den diffuse fosfortransport til Kolding Fjord, dels effekter i form af en reduktion af fosfortransporten af virkemidlerne.

Sammenfatning

Dette projekt fokuserer på at anvise muligheder for at reducere diffust fosfortab fra risikoområder i oplandet til Kolding Fjord ved at kombinere detaljeret kortlægning af fosfortab med forskellige virkemidler. Fosfortabet stammer primært fra fem diffuse kilder: erosion, udvaskning til dræn, makroporetab til dræn, tab fra dyrket organisk jord og brinkerosion.

Den samlede fosfortilførsel til Kolding Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 21,1 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 16,2 tons P (78 %). De mest betydende diffuse tabsveje for fosfor i oplandet er brinkerosion og tab via makroporer til dræn, som udgør hhv. 30 % og 32 % af den samlede, diffuse tilførsel.

Effekt på fosforudledningen til Kolding Fjord er beregnet for en række virkemidler. For virkemidlerne randzoner, træer langs vandløb, IBZ og mini-vådområder er der regnet på det fulde potentiale. For virkemidlerne skovrejsning, hævning af vandløbsbunden, genslyngning og sandfang er der regnet på det omfang, de er omfattet af vandområdeplanerne eller for skovrejsnings vedkommende kommuneplanen. Virkemidlerne med størst effekt er hhv. træplantning på vandløbsbrinker med en samlet effekt på ca. 1.500 kg P og mini-vådområder med en effekt på ca. 1.670 kg P ved udnyttelse af de fulde potentialer. Det skal understreges, at der er tale om en teoretisk beregning, der har til formål at belyse reduktionsmulighederne i oplandet. Det er ikke realistisk at hele potentialet udnyttes.

Omlægningsplanen for oplandet til Kolding Fjord omfatter udtag af områder til kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning, ekstensivering, øvrige områder samt mini-vådområder. De 50 foreslåede mini-vådområder vil have en samlet effekt på ca. 135 kg P. Den samlede effekt af planens ekstensivering af de omfattede områder er en reduktion i fosforudledningen på ca. 355 kg P. Fosfortabet kan reduceres med yderligere ca. 385 kg P under antagelse af, at vandløbsbunden hæves på alle vandløb i forbindelse med etablering af kvælstofvådområder og lavbundsprojekter. En eventuel fosformobilisering (et fosfortab) som følge af vådlægning har det ikke været muligt at kvantificere. Det samme gør sig gældende for en eventuel fosfortilbageholdelse i forbindelse med overrisling med drænvand eller temporære oversvømmelser med vandløbsvand, da omfanget heraf vil afhænge af de enkelte projekters udformning. Den samlede effekt af omlægningsplanen er under de angivne forudsætninger ca. 875 kg P.

Et selvstændigt scenarie omfattende ekstensivering af landbrugsdriften på omdriftsmarker med en hældning større end 6% indenfor en buffer på 300 m langs alle vandløb giver en reduktion i fosfortabet på ca. 300 kg P.

Etablering af en række af de foreslåede vådområder som fosfor-vådområder med temporære oversvømmelser er estimeret til maksimalt at kunne reducere fosfortabet til Kolding Fjord med ca. 1.260 kg P. Effekten vil reduceres, hvis der kombineres med andre tiltag opstrøms for fosfor-vådområdet rettet mod en reduktion af sedimenttransporten.

Summary

This project focuses on identifying options for reducing diffuse phosphorus losses from high-risk areas in the catchment of Kolding Fjord by combining detailed mapping of phosphorus loss with different mitigation measures. The phosphorus loss originates primarily from five diffuse sources: erosion, leaching to drains, macropore losses to drains, losses from cultivated organic soils, and bank erosion.

The total phosphorus input to Kolding Fjord averaged 21.1 tons P over the period 2014–2023, of which the diffuse contribution accounts for 16.2 tons P (78%). The most significant diffuse pathways for phosphorus loss in the catchment are bank erosion and macropore losses to drains, which constitute 30% and 32% respectively of the total diffuse input.

The effect on phosphorus discharge to Kolding Fjord has been calculated for a number of mitigation measures. For riparian buffer zones, trees along watercourses, integrated buffer zones (IBZ), and mini-wetlands, the full potential has been assessed. For afforestation, raising of streambeds, re-meandering, and sediment traps, the calculations are based on the extent included in the River Basin Management Plans or, in the case of afforestation, the municipal plan. The measures with the greatest effect are tree planting along stream banks, with a total effect of approx. 1,500 kg P, and mini-wetlands, with an effect of approx. 1,670 kg P when their full potential is utilized. It should be emphasized that these are theoretical calculations intended to illustrate the reduction potential in the catchment. It is not realistic that the full potential will be utilized.

The land-use conversion plan for the Kolding Fjord catchment includes the designation of areas for nitrogen wetlands, lowland restoration projects, afforestation, extensification, other areas, and mini-wetlands. The 50 proposed mini-wetlands will have a combined effect of approx. 135 kg P. The total effect of the plan's extensification of the designated areas is a reduction in phosphorus discharge of approx. 355 kg P. Phosphorus loss can be reduced by an additional approx. 385 kg P under the assumption that streambeds are raised in all watercourses in connection with the establishment of nitrogen wetlands and lowland projects. A potential phosphorus mobilization (a phosphorus loss) resulting from rewetting has not been possible to quantify. The same applies to potential phosphorus retention associated with irrigation using drain water or temporary flooding with stream water, as the extent of these effects will depend on the design of individual projects. Under the stated assumptions, the total effect of the land-use conversion plan is approx. 875 kg P.

An independent scenario involving extensification of agricultural land on arable fields with a slope greater than 6% within a 300-meter buffer along all watercourses results in a reduction in phosphorus loss of approx. 300 kg P.

Establishing some of the proposed wetlands as phosphorus wetlands with temporary flooding is estimated to reduce phosphorus loss to Kolding Fjord by up to approx. 1,260 kg P. The effect will be reduced if combined with other upstream measures targeting reductions in sediment transport.

1 Indledning

Med "Aftale om akutpakke til forbedring af vandmiljøet" fra den 8. maj 2024 og "Aftale om et Grønt Danmark" fra den 24. juni 2024 er det besluttet at nedsætte op til 18 kystvandråd i perioden 2025-2027 fra at sikre en stærk lokal forankring i implementering af udkast til vandområdeplanerne 2021-2027 II. Kystvandrådene er rådgivende partnerskaber, der arbejder på tværs af et eller flere vandoplande i områder med et stort kvælstofindsatsbehov. Centrale milepæle for kystvandrådene er blandt andet:

- frem mod genbesøget af kvælstofindsatsen i sommeren 2026 at bidrage med forslag til virkemidler med tilhørende analyser for det opland, kystvandrådet er nedsat i, således at arbejdet kan indgå i forslag til Vandområdeplanerne 2028-2033, som sendes i høring med udgangen af 2026. Frist for aflevering af kystvandrådets forslag til virkemidler er maj 2026.
- frem mod udgangen af 2027 kan kystvandrådet bidrage med analyser og forsøgsprojekter samt bidrage til at sikre effektiv implementering af arealomlægning og evt. nye virkemidler.

I et projekt omhandlende Kolding Fjord har Kolding Kommune, som er sekretariat for Kystvandråd Kolding Fjord, indgået en aftale med DCE/Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet (AU), om ekspertstøtte til at gennemføre en grundig gennemgang af de relevante deloplande med henblik på at identificere potentialer og virkemidler til reduktion af fosfortilførslen.

Dette notat beskriver de data, som AU har stillet til rådighed for kystvandrådet til arbejdet med at undersøge mulighederne for reduktion af den diffuse fosfortilførsel til Kolding Fjord. Der er tale om data vedrørende transportveje for diffust fosfortab samt potentialer for og effekter af fosforvirkemidler.

2 Metode

2.1 Introduktion

Fosfortab fra det åbne land, det diffuse fosfortab, hidrører kun fra en mindre del af landskabet – de såkaldte risikoområder. For at have effekt skal virkemidler mod diffust fosfortab derfor målrettes mod disse risikoområder. Metoden i nærværende projekt består i at kombinere den detaljerede kortlægning af diffust fosfortab foretaget af Andersen & Heckrath (2020) med en række virkemidler, hvis effekter er beskrevet i Andersen et al. (2020).

Effektberegningen forudsætter, at potentialet for det enkelte virkemiddel er kendt. For visse virkemidler er potentialet ukendt, men er her estimeret: for skovrejsning anvendes kommuneplanernes udpegede skovrejsningsområder som potentiale. For vandløbsvirkemidlerne (genslyngning, hævning af vandløbsbunden, sandfang, okkeranlæg) anvendes de foreslåede indsatser i Vandområdeplanerne 2021-2027 som potentiale. Endelig er der virkemidler (f.eks. fosfor-vådområder), hvor effektberegningen kræver lokal information, og hvor beregningen derfor må afvente en lokal udpegning af placering. Som grundlag for formulering af lokalt funderede scenarier beregnes indledningsvist effekten af, at hele potentialet udnyttes – altså den teoretiske, øvre grænse for reduktion i det diffuse fosfortab. Kystvandrådet kan i formulering af lokalt funderede scenarier foreslå andre/ændrede potentialer, som dernæst effektberegnes. Det er vigtigt at være opmærksom på, at ikke alle virkemidler er additive; for eksempel får man ikke nogen fosforreduktion ud af at placere en randzone nedenfor en mark med en potentiel erosionsrisiko, hvis denne risiko allerede er elimineret ved at virkemidlet skov allerede er anvendt på marken.

Alle effekter i form af reduktion af det diffuse fosfortab er opgjort ved vandløbskant. På trods af at der vil forekomme en vis tilbageholdelse af fosfor i eventuelle nedstrøms beliggende søer (Trolle et al., 2015), er der ikke indregnet retention af fosfortransporten gennem oplandene mod kystvand, da virkemidler fordeles spredt i oplandet, både op- og nedstrøms søer.

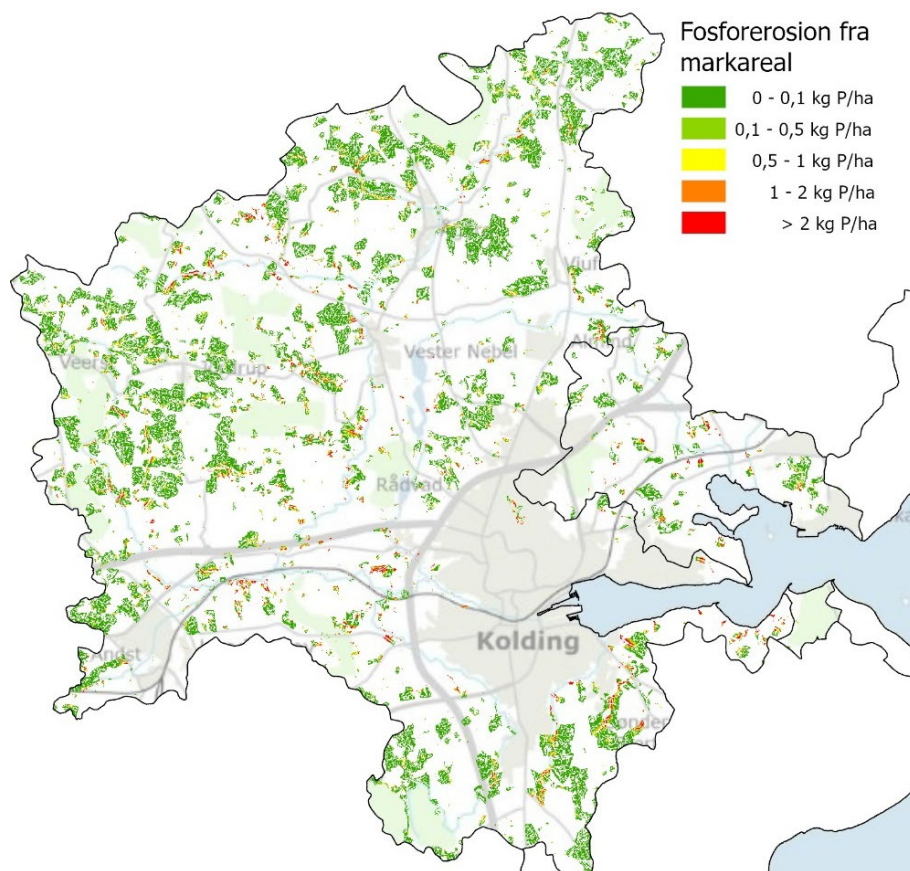
2.2 Kalibrering af beregningen af diffust fosfortab på transportveje

Andersen & Heckrath (2020) har kortlagt og beregnet fosfortransporten fra de fem mest betydende diffuse kilder: erosion, udvaskning til dræn, tab gennem makroporer til dræn, tab fra dyrket organisk jord og tab via brinkerrosion. Fosfortransporterne er beregnet med en række uafhængige modeller. På nationalt niveau tegner de fem diffuse kilder sig for 94 % af den samlede diffuse fosfortransport. Fosfortab med vinderosion og overfladisk afstrømning samt tab via grundvand fra ikke-drænede marker udgør de resterende 6 %.

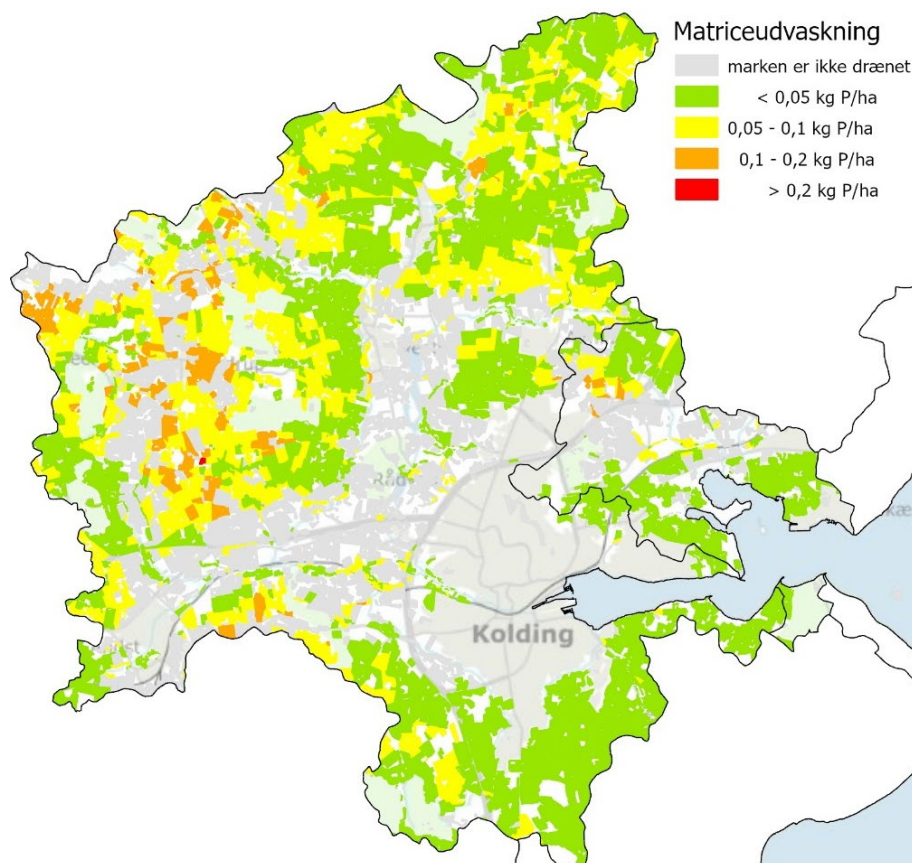
I dette projekt er de modelberegneede fosfortab via de fem diffuse transportveje summeret på ID15-oplandsniveau. Efterfølgende er den modelberegneede fosfortransport justeret, så summen for hvert ID15-opland er identisk med 94 % af den diffuse fosfortransport opgjort ifølge den nationale vandmiljøovervågning NOVANA (Thodsen et al., 2024). De resterende 6 % udgøres af fosfortab med vinderosion og overfladisk afstrømning samt tab via grundvand fra ikke-drænede marker, som ikke kunne kortlægges i Andersen & Heckrath (2020). Der er anvendt et gennemsnit af fosfortransportdata for perioden

2014-2023. Den relative fordeling mellem de fem diffuse transportveje er bi-beholdt. Denne justering sikrer, at der er overensstemmelse mellem resultater fra dette projekt opgjort på ID15-niveau og landstal for fosfortab. Figur 2.1 – 2.5 viser kortlægningen af de fem diffuse transportveje for oplandet til Kolding Fjord (kortene findes også landsdækkende på [Miljøgis](#)).

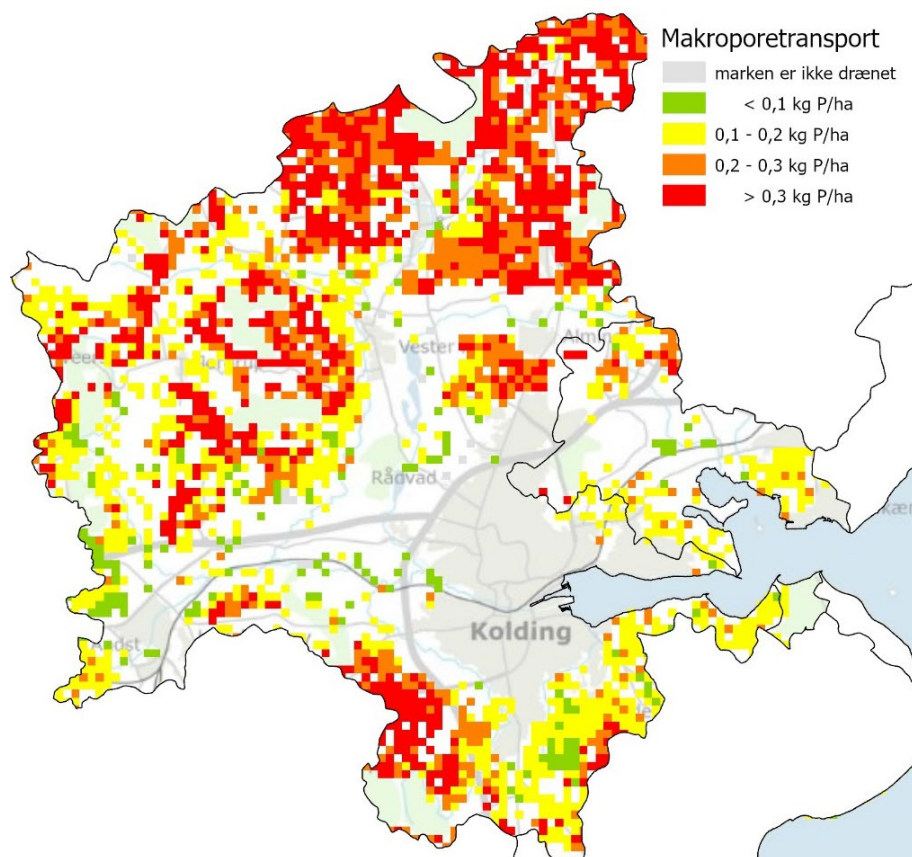
Figur 2.1. Erosionsbetinget fosfortab fra mark til vandløb.



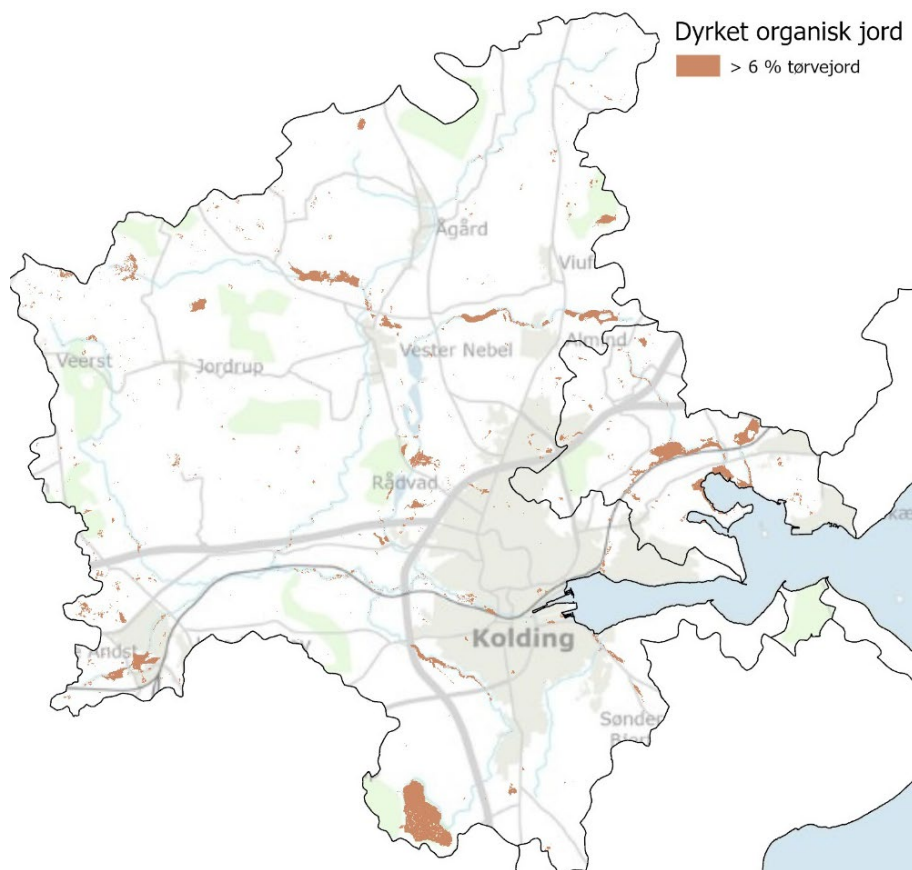
Figur 2.2. Udvaskning af fosfor til dræn.



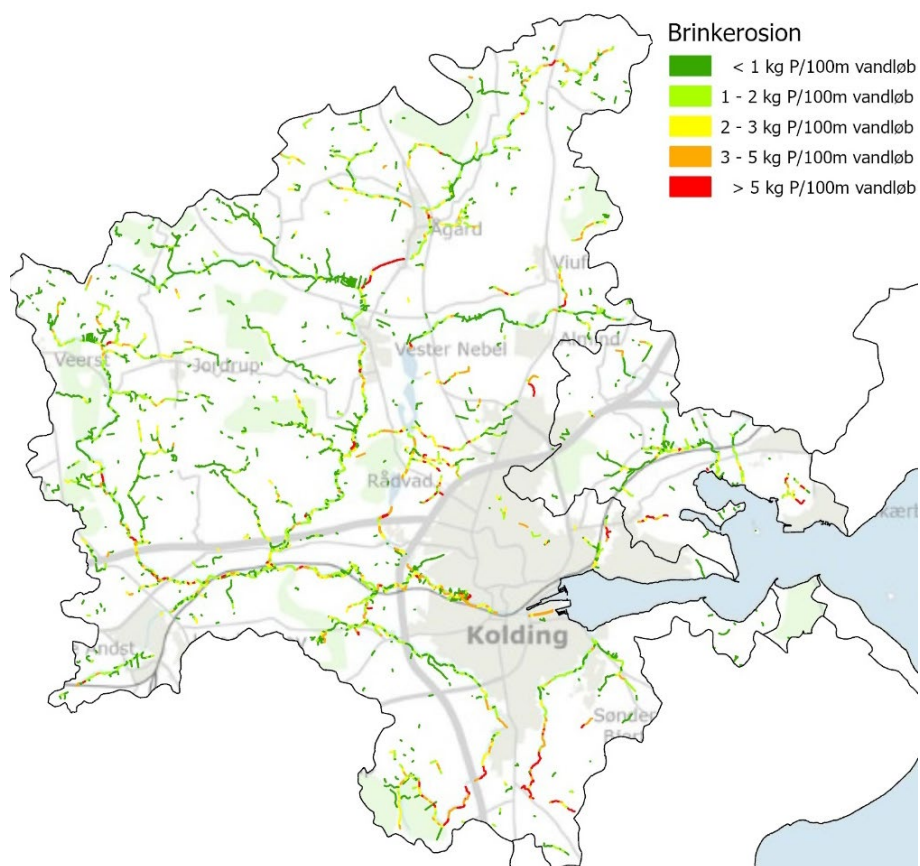
Figur 2.3. Tab af fosfor via makroporer til dræn.



Figur 2.4. Dyrket organisk jord.



Figur 2.5. Fosfortab ved erosion af vandløbsbrinker.



2.3 Kildeopsplitning

For hvert ID15-opland i det samlede opland til Kolding Fjord foretages en kildeopsplitning af det samlede diffuse fosfortab på de mest betydende transportveje: erosion, udvaskning, tab via makroporer, tab fra dyrket organisk jord og brinkerosion. Dette giver en indikation af, hvilke virkemidler der i det enkelte opland vil være effektive.

2.4 Forbehold

Der er i mange tilfælde en betydelig usikkerhed på de anvendte tabs- og effektestimater. For usikkerheder på fosfortab henvises til Andersen og Heckrath (2020). For usikkerheder på effekter af fosforvirkemidler henvises til Andersen et al. (2020).

3 Beregning af effekter ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialer

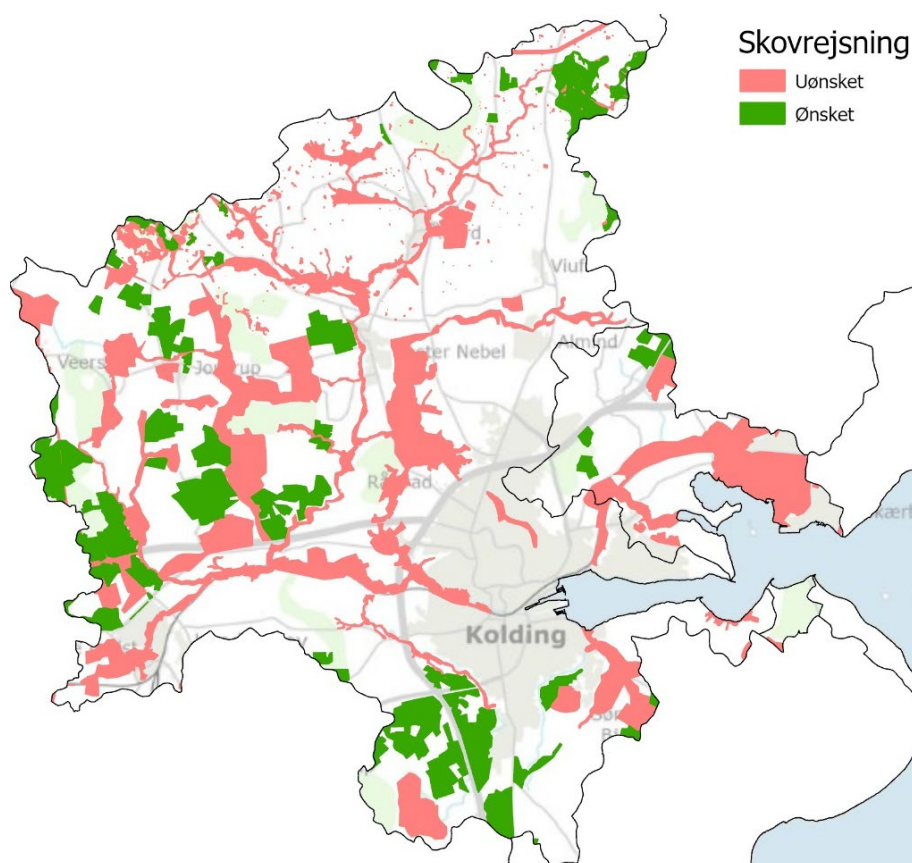
For alle virkemidler gives i det følgende en kort beskrivelse af mekanisme, effekt og potentiale for anvendelse.

3.1 Skovrejsning

Skovrejsning kan modvirke fosfortab ved erosion og kan også reducere risikoen for tab af fosfor via makroporer og eksisterende dræn, idet mobiliteten af opløst og partikelbundet fosfor i jorden reduceres, når jorden ikke længere dyrkes og gødes. Med andre ord kan virkemidlet have effekt i risikoområder for erosion og i risikoområder for makroporestrømning til dræn. Det er estimeret, at fosfortabet ved erosion reduceres 100 %, og at fosfortab via makroporer til dræn reduceres 25-50 % (Andersen et al., 2020).

Risikoarealer for fosfortab via erosion og via makroporer til dræn er kortlagt i Andersen & Heckrath (2020). Som potentielt skovrejsningsareal er anvendt kommunernes indmelding om arealer, hvor skovrejsning er ønsket (figur 3.1). Temaet er downloadet fra [Miljogis \(mim.dk\)](http://Miljogis(mim.dk)).

Figur 3.1. Arealer i oplandet til Kolding Fjord, hvor skovrejsning er hhv. ønsket og uønsket.



3.2 Randzoner

Målrettede, brede og tørre randzoners bredde designes, så de matcher den overfladiske afstrømning, der strømmer gennem randzonen fra den ovenforliggende mark ned mod vandløbet eller søen. Det betyder, at randzonens bredde fra kronekanten af vandløbet kan varieres fra de f.eks. pligtige 2 meter

bræmmer til en bredde bestemt af de lokale topografiske og jordbundsmæssige forhold. De brede randzoner vil typisk kunne udlægges langs mindre og mellemstore vandløb, hvor ådalen er smal. Bredden vil typisk variere mellem 10 og 30 m. Den væsentlige effekt af en udlagt, udyrket bred og tør randzone vil være en forventet større infiltrationskapacitet i en randzone end i et areal i omdrift. Den større infiltration i randzonen opstår i kraft af den permanente vegetation, der med rødderne øger infiltrationskapaciteten i jorden. Når overfladisk afstrømning med dets indhold af jordpartikler og hertil bundet fosfor møder randzonen, vil der både ske en opbremsning af vandet (pga. vegetations ruhed) samt en infiltration af vand i randzonen. Begge mekanismer medfører en sedimentation og tilbageholdelse af jord og fosfor. Desuden vil opløst uorganisk fosfor kunne blive sorberet til jordens frie bindingsflader, når vandet infiltrerer i randzonen. Tilbageholdelsen af fosfor i randzoner sker altså ved tre processer: 1) sedimentation i randzonen af jord og dertil bundet fosfor; 2) sorption af opløst fosfat i randzonen i jordmatricen; 3) infiltration og optag af opløste fosforforbindelser i vegetationen i randzonen. Kronvang et al. (2020) beskriver randzonens effekt på fosfortransporten ind i randzonen som en funktion af randzonens bredde. En 20 m bred randzone kan således tilbageholde 75 % af den tilførte totalfosfor.

Risikoarealer for fosfortab via erosion er kortlagt i Andersen & Heckrath (2020). Kortet anviser rumligt, hvor sedimenttransporten med associeret fosfor til vandløb foregår. På grundlag af kortlægningen er alle 50 m vandløbsstrækninger, hvor sedimenttransporten fra mark til vandløb overstiger 1 ton sediment pr. år, identificeret. Med et antaget fosforindhold på 600 mg fosfor pr. kg sediment svarer en sedimenttransport på 1 ton til 0,6 kg fosfor. I beregningerne i nærværende projekt er det antaget, at der udlægges 20 m brede randzoner langs alle de identificerede 50 m vandløbsstrækninger.

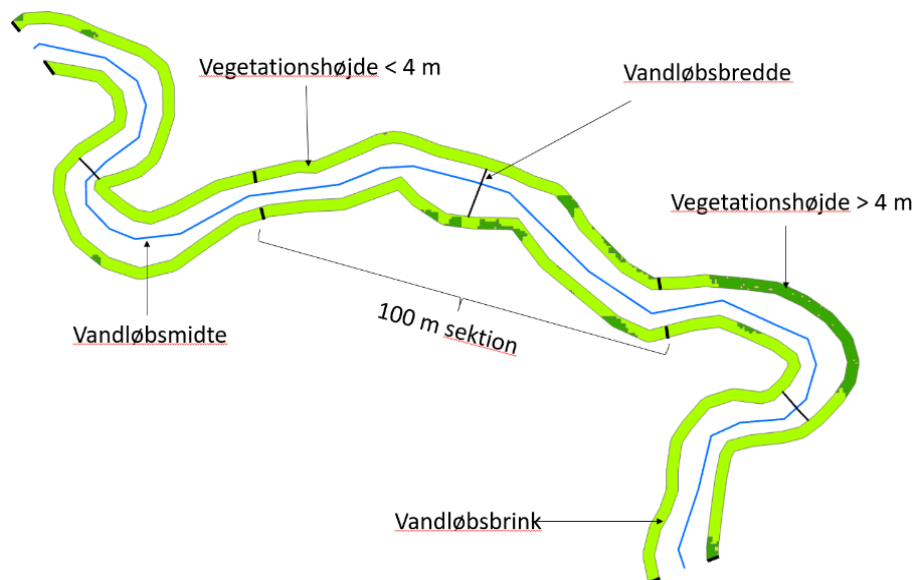
3.3 Træer på vandløbsbrinker

Træer langs vandløbets brinker har i mange undersøgelser vist sig at medvirke til at stabilisere vandløbsbrinken og dermed reducere brinkerrosionen og tilskuddet af sediment og partikulært bundet fosfor. Træernes rodnet trænger ned i brinken og er dermed med til at holde på jorden i brinken. Derved reduceres den løbende erosion af brinkerne ved vandets kræfter, og desuden fastholdes brinken, så perioden, der går mellem store brinkkollaps, forventes at blive betydeligt forlænget.

Kronvang & Larsen (2023) har udviklet en metode til beregning af effekten af træer på vandløbsbrinken. Beregning af effekten kræver information om vandløbets beliggenhed i landskabstype (moræne- eller hedeslettelandskab) og i georegion samt information om vandløbets størrelse (bredde mindre end 2 m, 2-10 m eller større end 10 m) og information om den nuværende vegetation på brinken. Effekten af træer er en reduktion af brinkerrosion på 27-53 % på strækninger, hvor der ikke i den nuværende situation er træer.

Brinkerrosion i alle danske vandløb er kortlagt i Andersen & Heckrath (2020) opgjort på 100 m-vandløbsstrækninger. Kortlægningen indeholder desuden information om vandløbets beliggenhed i hhv. landskabstype og georegion samt vandløbets bredde. Ydermere er vegetationen i en 2 m's zone på hver side af vandløbet kortlagt og inddelt i hhv. lav vegetation (græs, urter, mindre buske) og høj vegetation (træer) (figur 3.2). Potentialet for træplantning på vandløbsbrinker udgøres således af de vandløbsstrækninger, hvor der for nuværende er lav vegetation.

Figur 3.2. Opdeling af vandløb i 100 m-strækninger samt klassificering af vegetationshøjder i brinkzonerne. Mørkegrøn farve indikerer vegetation højere end 4 m og dermed tolket som træagtig vegetation, mens lysegrøn farve indikerer vegetation lavere end 4 m, tolket som buskads og græs- og urtevegetation.



3.4 Sandfang

Et sandfang anlægges ved at udvide vandløbets bredde og dybde på en kort strækning. Derved nedsættes vandets hastighed, og sandet transporteres ikke igennem sandfanget under almindelige afstrømningsforhold. Som tommelfingerregel udvides vandløbets bundbredde til 2-3 gange normal bredde, og bunden sænkes til ca. 1 m under normal bund. Sandfangets længde graves til ca. 10 gange vandløbets bredde, afhængigt af sandtransportens størrelse (Wandall et al., 2000). Et forbehold mod sandfang er dog, at vandløbets transportkapacitet nedstrøms sandfanget er øget, hvorved der er risiko for forøget erosion af vandløbets bund og sider specielt i alluviale vandløb (Bartholdy og Hasholt, 1992).

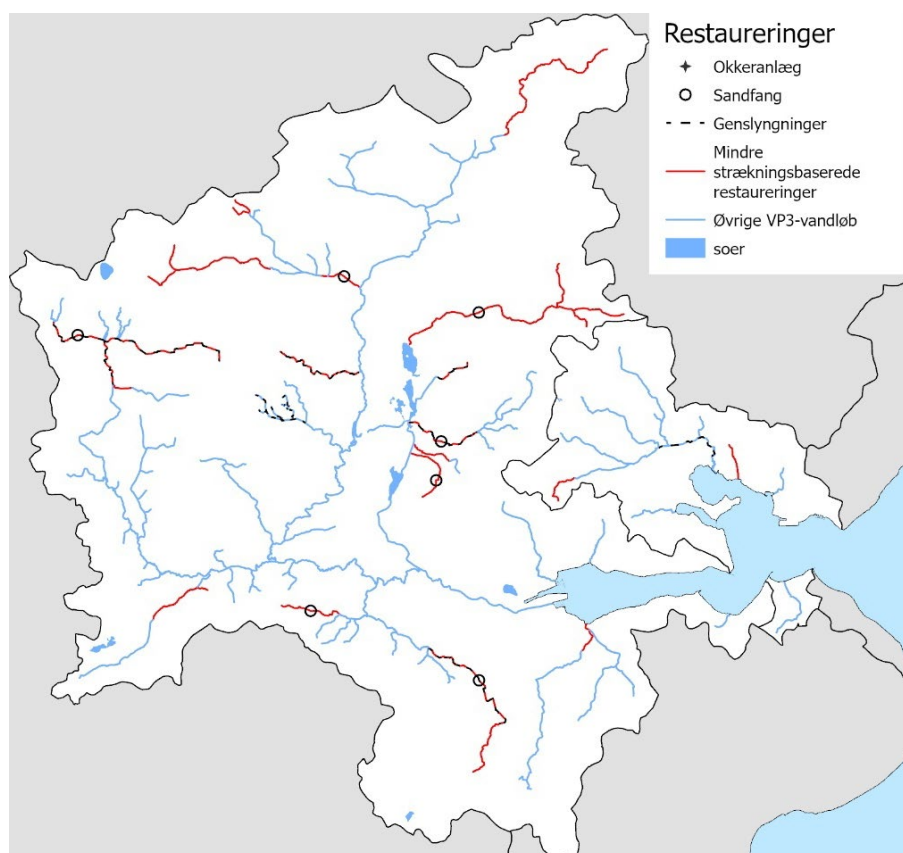
For at bevare sin funktionalitet skal sandfanget jævnligt tømmes for aflejret sediment. Sedimentet indeholder fosfor, hvorfor sandfang har en reducerende effekt på fosfortransporten i vandløbet. I en undersøgelse af sandfangs effekt på fosfortransport i vandløb (Andersen & Nilsson, 2023) er det vist, at den gennemsnitlige størrelse af et sandfang er 75 m², men med stor variation, og at sedimentfjernelsesraten (m³ m⁻² år⁻¹) varierer mellem georegioner: georegion 2 (Nordjylland) 1,1 m³ m⁻² år⁻¹, georegion 3 (Vestjylland) 0,5 m³ m⁻² år⁻¹, øvrige georegioner 0,3 m³ m⁻² år⁻¹. Der er ikke statistisk signifikant forskel mellem georegioner på sedimentets volumenvægt (gennemsnit 1,41 kg l⁻¹) eller sedimentets indhold af totalfosfor (gennemsnit 221 mg P kg⁻¹).

Fosforeffekten af et sandfang findes ved først at gange arealet af sandfanget med sedimentfjernelsesraten. Det beregnede sedimentvolumen omsættes til en vægt ved at gange med volumenvægten (gennemsnit 1,41 t m⁻³). Den mængde fosfor, der fjernes med sedimentet, findes ved at gange sedimentets fosforkoncentration (gennemsnit 221 mg P kg⁻¹ = 0,221 kg P t⁻¹) med vægten af sedimentet. Et sandfang med en størrelse på 75 m² beliggende i Nordjylland vil således kunne fjerne ca. 26 kg P år⁻¹ fra vandløbet, mens de tilsvarende tal for sandfang af samme størrelse i hhv. Vestjylland og i de øvrige georegioner er ca. 12 kg P år⁻¹ og ca. 7 kg P år⁻¹.

Sandfang kan principielt anlægges i alle vandløb og med vilkårlig afstand. Der er således ikke nogen teoretisk øvre grænse for mængden af sandfang. Der findes allerede mere end 1000 sandfang i danske vandløb (Andersen & Nilsson, 2023). Som potentiale for etablering af nye sandfang er anvendt de

foreslåede indsatser i vandområdeplanerne for tredje planperiode (figur 3.3) (data downloadet fra <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3-2022>).

Figur 3.3. Placering af foreslåede sandfang i vandområdeplanerne for tredje planperiode. Desuden er vist placering af eventuelle, foreslåede okkeranlæg samt øvrige foreslåede vandløbsindsatser i form af hhv. genslyngninger og mindre strækningsbaserede restaureringer.



3.5 Mindre strækningsbaserede restaureringer af vandløb

Mindre, strækningsbaserede restaureringer kan ifølge Miljøstyrelsen (2020) omfatte udlægning af groft materiale, udskiftning af bundmateriale, hævning af vandløbsbunden uden genslyngning og plantning af træer langs vandløb. Vi har ikke mulighed for at estimere en eventuel effekt på fosfortransporten i vandløb af hhv. udlægning af groft materiale og udskiftning af bundmateriale. Plantning af træer langs vandløb behandles i nærværende projekt som et selvstændigt virkemiddel mod fosfortab ved brinkerrosion. Hævning af vandløbsbunden har også en reducerende effekt på brinkerrosion ved at mindske den flade, der kan eroderes. I projektet har vi antaget, at alle udpegede strækningsbaserede restaureringer foretages som en hævning af vandløbsbunden. Herved overestimerer vi med stor sandsynlighed potentialet, da kommunerne i mange tilfælde undgår at hæve vandløbsbunden for at overholde vandløbsregulativet. Et forbehold mod hævning af vandløbsbunden er, at det risikerer at øge den laterale erosion medmindre vandløbet allerede har sin naturlige bredde svarende til den hævede vandløbsbund (f.eks. Donelly, 1993).

Den relative effekt på fosfortab ved brinkerrosion af en hævning af vandløbsbunden beregnes efter Andersen & Nilsson (2023) gennem en sammenligning af fosfortabet før og efter hævning af bunden. Den relative effekt overføres på det forlods beregnede fosfortab ved brinkerrosion på strækningen (beregnet i Andersen & Heckrath, 2020). Der kræves information om landskabstype, vandløbsbredde og længden af vandløbsstykket, hvor bunden hæves. I nærværende projekt er der beregnet effekt af hævning af vandløbsbunden for seks kombinationer af landskabstype og vandløbsbredde: hhv. vandløb i moræne

og vandløb på hedeslette opdelt på små vandløb (0-2 m), mellemstore vandløb (2-10 m) og store vandløb (større end 10 m). Det forudsættes, at vandløbsbunden hæves 40 cm.

Mindre strækningsbaserede restaureringer kan principielt anlægges i alle vandløb og med vilkårlig afstand. Som potentiale for etablering af nye strækningsbaserede restaureringer er anvendt de foreslåede indsatser i vandområdeplanerne for tredje planperiode (figur 3.3) (data downloadet fra <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3-2022>)

3.6 Genslyngning af vandløb

Genslyngning af udrettede vandløb til vandløb med naturligt, slynget forløb kan foretages med det formål, at vandløbets naturlige morfologiske processer kan udfoldes (Miljøstyrelsen, 2020). Genslyngning medfører et længere vandløb, hvorved et større brinkareal kan udsættes for erosion. Ydermere er brinkeroseionsraten (antal mm eroderet brink per år) for vandløb på hedeslette markant større for slyngede vandløb end for udrettede vandløb (Kronvang & Larsen, 2023). Genslyngning af vandløb bør derfor suppleres med hævnning af vandløbsbunden, ændret brinkhældning og/eller plantning af træer på brinken for at reducere brinkeroseion, således at tilførslen af fosfor til vandløbet formindskes fremfor for at øges.

Den relative effekt på fosfortab ved brinkeroseion af en genslyngning af vandløbet beregnes efter Andersen & Nilsson (2023) gennem en sammenligning af fosfortabet før og efter genslyngning. Den relative effekt overføres på det forlods beregnede fosfortab ved brinkeroseion på strækningen (beregnet i Andersen & Heckrath, 2020). Der kræves information om landskabstype, vandløbsbredde og længden af vandløbsstykket, der genslynges. I nærværende projekt er der beregnet effekt af genslyngning af vandløb for seks kombinationer af landskabstype og vandløbsbredde: hhv. vandløb i moræne og vandløb på hedeslette opdelt på små vandløb (0-2 m), mellemstore vandløb (2-10 m) og store vandløb (større end 10 m). Det forudsættes, at slyngningsgraden er 1,4, at brinkanlæg før genslyngning er 1:1, mens det efter genslyngning er 1:1,25 og med anlæg i indersiden af meanderbuer på 1:3, samt at vandløbsbunden hæves 40 cm.

Genslyngning kan principielt foretages på alle udrettede vandløb. Som potentiale for genslyngning er anvendt de foreslåede indsatser i vandområdeplanerne for tredje planperiode (figur 3.3) (data downloadet fra <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3-2022>)

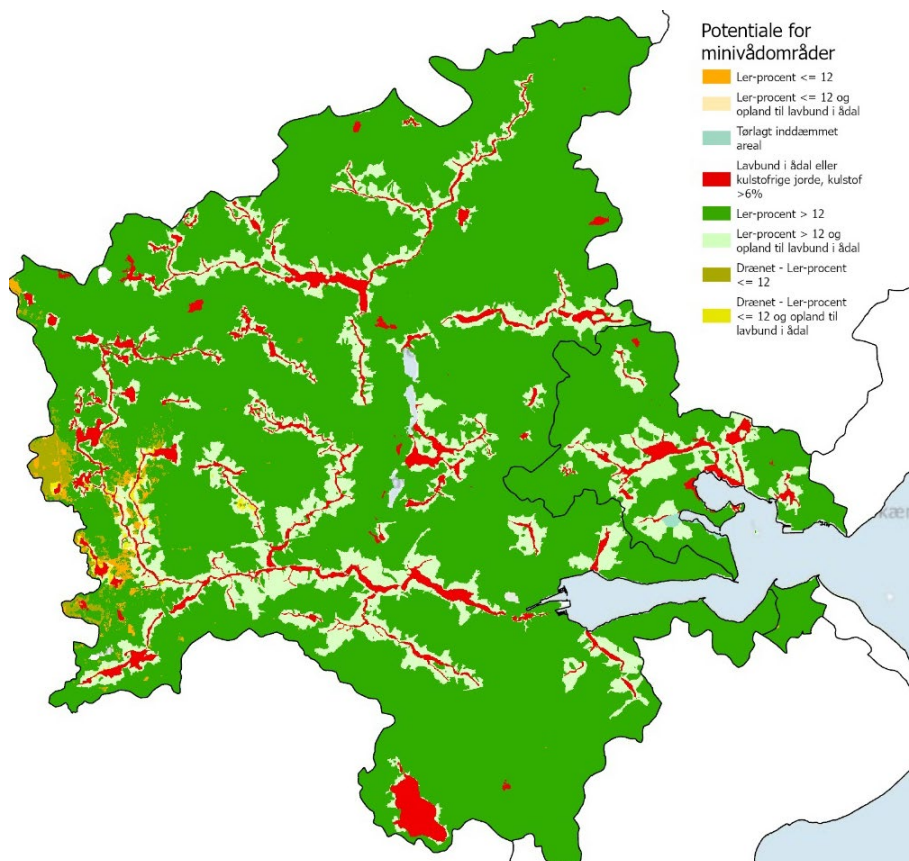
3.7 Mini-vådområder

Minivådområder med åben vandflade er et drænvirkemiddel, som anvendes som en *end-of-pipe*-løsning, der etableres på et areal beliggende umiddelbart før drænets udløb i vandløb. Fosfor på både opløst og partikelbundet form kan tilføres drænvandet via udvaskning og transport gennem makroporer. Et åbent minivådområde består af et sedimentationsbassin efterfulgt af et bassin med skiftende dybe og lavvandede vegetationszoner. Det nuværende design viser god effekt på retention af fosfor. Andersen et al., 2020 (s. 146-155) angiver en tilbageholdelse af den tilførte mængde totalfosfor på 25-65 %.

Risikoarealer for fosfortab via udvaskning til dræn og via makroporer til dræn er kortlagt i Andersen & Heckrath (2020). Institut for Agroøkologi, Aarhus

Universitet, har for Landbrugsstyrelsen udarbejdet et potentialekort, der viser områder, hvor minivådområder kan etableres (Børgesen et al., 2024). Det er i nærværende projekt valgt at begrænse potentialet til klasserne 'ler-procent >12' og 'drænet, ler-procent ≤12', figur 3.4. Områderne, som er opland til lavbund, er 'betinget egnede' til mini-vådområder, men kræver at kommunerne frigiver arealerne, der som udgangspunkt er reserveret til de store kommunale vådområdeprojekter. Potentialekortet for minivådområder er overlagt med hhv. kortet, der viser områder med fosforudvaskning til dræn, og kortet, der viser områder, hvor der forekommer fosfortab via makroporer til dræn. Det er i maksimalscenariet antaget, at hele fosfortabet med udvaskning og via makroporer inden for det potentielle minivådområdeareal kan behandles i minivådområder med ovenstående renseseffekt.

Figur 3.4. Potentialet for etablering af mini-vådområder udgøres af de to klasser hhv. "Ler-procent > 12" og "Drænet - lerprocent ≤ 12".

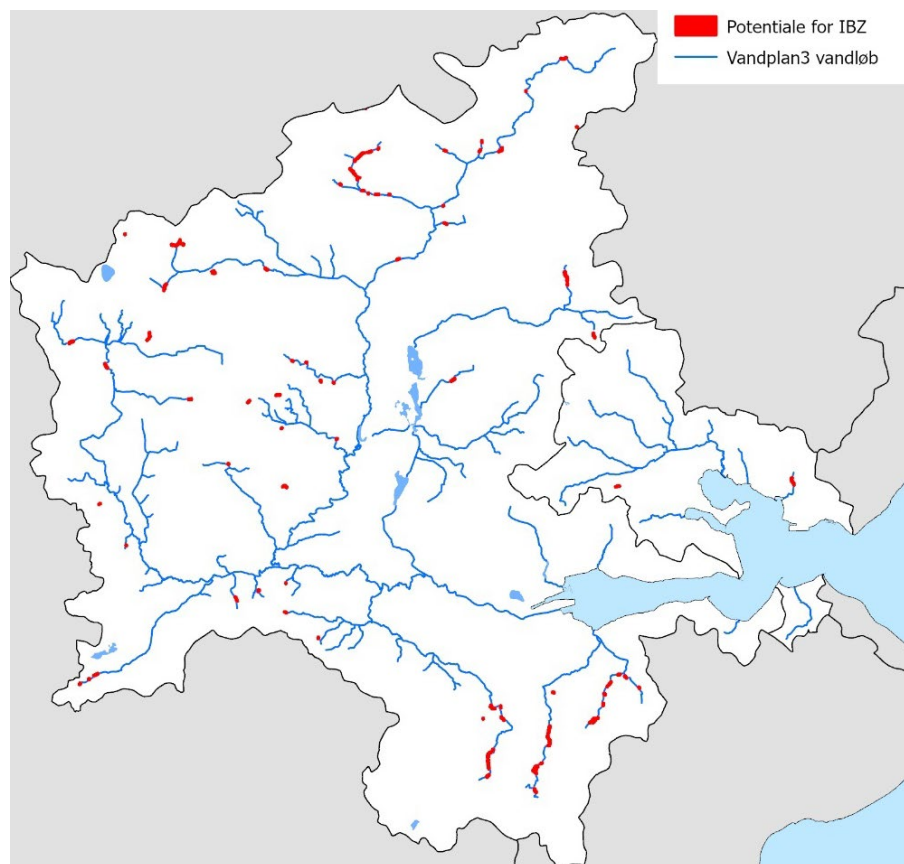


3.8 Integrerede bufferzoner (IBZ)

Integrerede bufferzoner (IBZ) er et drænvirkemiddel, som anvendes i randzonen langs med grøfter og vandløb samt rundt om søer til afskæring af drænvand og eventuelt overfladisk afstrømmende vand fra skrånende marker. En IBZ består af en dybere grøft og en lavvandet infiltrationszone. Den integrerede bufferzone virker ved, at drænvandet samt eventuelt overfladisk afstrømmende vand fra marken skal passere gennem IBZ'ens åbne vanddel, hvorved vandets opholdstid forlænges, og partikelbundet fosfor kan tilbageholdes ved sedimentation. Desuden kan opløst fosfat blive optaget i planter og træer i IBZ-anlægget, og der kan ske en adsorption af opløst fosfat til frie bindingsflader i anlæggets sediment. En del af drænvandet vil fra den åbne vanddel af IBZ'en kunne infiltrere gennem en anlagt infiltrationszone, hvor vandet nedsiver og strømmer gennem jorden i randzonen bag IBZ-anlægget mod vandløb. IBZ-anlæg kan ansues som et supplement til mini-vådområder, da de typisk kan etableres på mindre drænsystemer (<25 ha), og hvor der er en rimeligt stor ter-rænhældning på marken (>4 %) i den nedre del mod vandløb og sø. Andersen

et al. (2020, s. 118-131) vurderer, at et IBZ-anlæg kan tilbageholde 30-70 % af den tilførte fosfor. Potentialet for anlæggelse af IBZ-anlæg er vurderet af Institut for Agroøkologi, figur 3.5 (Heckrath, G., pers. komm.).

Figur 3.5. Potentiale for anlæggelse af integrerede bufferzoner (IBZ).



3.9 Fosfor-vådområder (P-ådale)

Fosforvådområder eller P-ådale er områder langs vandløb, der etableres med det formål at tilbageholde suspenderet stof og partikulært fosfor via sedimentation, når områderne oversvømmes af vandløbsvand i forbindelse med store afstrømningshændelser. Virkemidlet er først og fremmest tænkt anvendt opstrøms søer, hvor der er behov for at reducere tilførslen af fosfor for at forbedre den økologiske tilstand i søen. Kriteriet for anlæggelse af P-ådale er først og fremmest, at der forekommer perioder med store vandføringer i det pågældende vandløbssystem, og dernæst at der er kendskab til mængden og koncentrationen af suspenderet stof i vandløbet.

Sedimentation på vandløbsnære arealer og ådale er styret af flere faktorer: topografien, sedimentkoncentrationen, oversvømmelsens varighed, antallet af oversvømmelser, udvekslingen af vand mellem å og oversvømmet areal, strømningsmønstret på det oversvømmede areal og åens morfologi (geometri, hældning, sinuositet). Andersen et al., (2020, s. 198-209) angiver vejledende deponeringsrater af partikelbundet fosfor på 0,5-1,5 kg P pr. oversvømmet hektar pr. dag.

For nuværende findes der ikke et kortlagt potentiale for fosfor-vådområder. En beregning af effekten kræver således lokal information om minimumstørrelsen af det oversvømmede areal og længden af oversvømmelser.

4 Beregning af effekter ved lokalt virkemiddelscenario

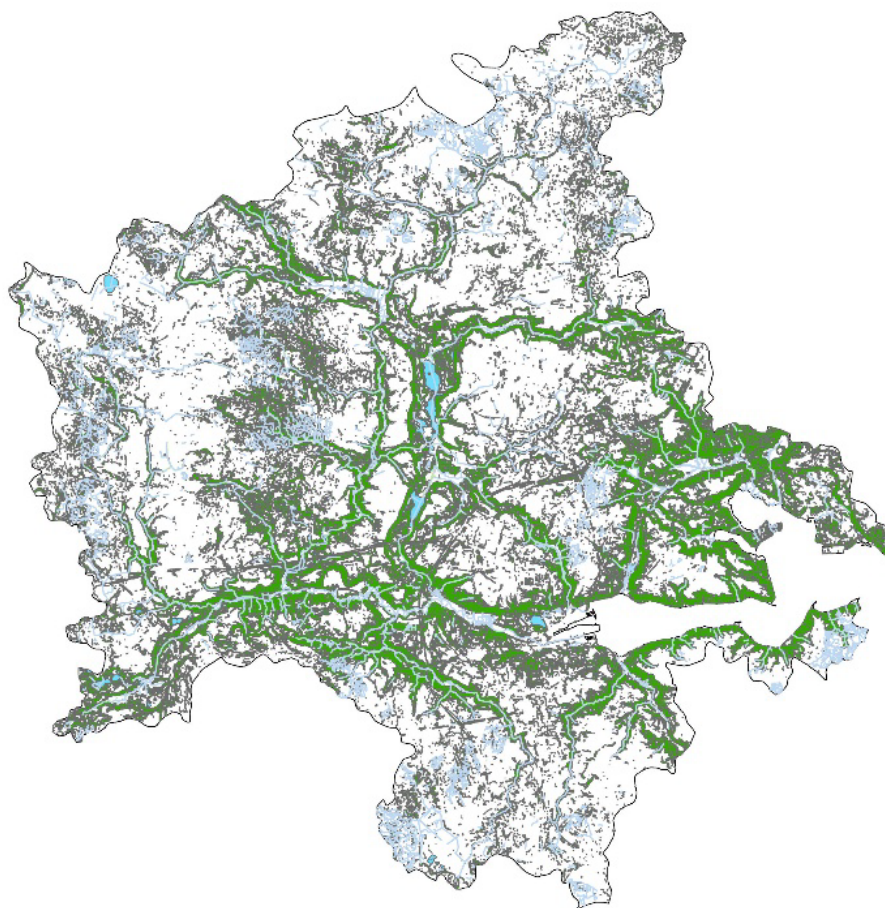
Kystvandrådet for Kolding Fjord har ønsket at få beregnet effekterne af en række scenarier. Det drejer sig om følgende:

- Permanent ekstensivering af skrånende arealer med > 6% hældning indenfor en 300 m bred buffer langs alle vandløb
- Omlægningsplanens effekt på fosforudledning til Kolding Fjord
- Effekten af at udforme alle omlægningsplanens vådområdeprojekter som fosfor-vådområder

Ekstensivering på skrånende arealer

Alle arealer med en hældning > 6% indenfor en 300 m buffer på begge sider af alle vandløb er identificeret (figur 4.1). Effekten af ekstensivering af landbrugsdriften på marker i omdrift er beskrevet nedenfor under omlægningsplanen.

Figur 4.1. Arealer med en hældning > 6% indenfor en 300 m buffer langs alle vandløb, markeret med grøn farve.



Omlægningsplanen

Omlægningsplanen indeholder forslag til etablering af kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning, ekstensivering, øvrigeområder samt mini-vådområder (figur 4.2).

Kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning, ekstensivering og øvrige områder

For områder udpeget til hhv. kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning, ekstensivering samt øvrige områder er der beregnet en fosforeffekt som følge af ekstensivering af landbrugsdriften (permanent udtagning til ugødet brak) under nedenstående forudsætninger:

Ved ekstensivering af erosionstruede omdriftsarealer på højbund kan man forvente, at fosfortabet ved erosion reduceres 100 % (Andersen et al. 2009, Schou et al 2007). Hvor den nuværende arealanvendelse er permanent vegetation (vedvarende græs), vil fosfortab ved erosion allerede være negligibelt. Mht. fosfortab via vandafstrømning i makroporer og dræn (udvaskning) er det også ret sikkert, at der vil være en effekt af ekstensivering på omdriftsmarker, men størrelsen af denne er dårligt belyst. Det er tidligere blevet skønnet, at fosfortabet via udvaskning fra et risikoareal vil kunne reduceres med 25-50 % ved at rejse skov på en risikomark frem for at lade den fortsætte i omdrift (Andersen et al., 2009, Schou et al., 2007). Det skønnes, at effekten af permanent udtagning til ugødet brak for udvaskning vil være af tilsvarende størrelse, 25-50%. I beregningerne er anvendt et gennemsnit på 37,5%. Fosfortabet fra dyrket organisk jord i omdrift er estimeret til gennemsnitligt 1,9 kg P/ha (Andersen og Heckrath, 2020). Ved ophør af dyrkning antages fosfortabet at reduceres til 1 kg P/ha, altså en effekt på 0,9 kg P/ha.

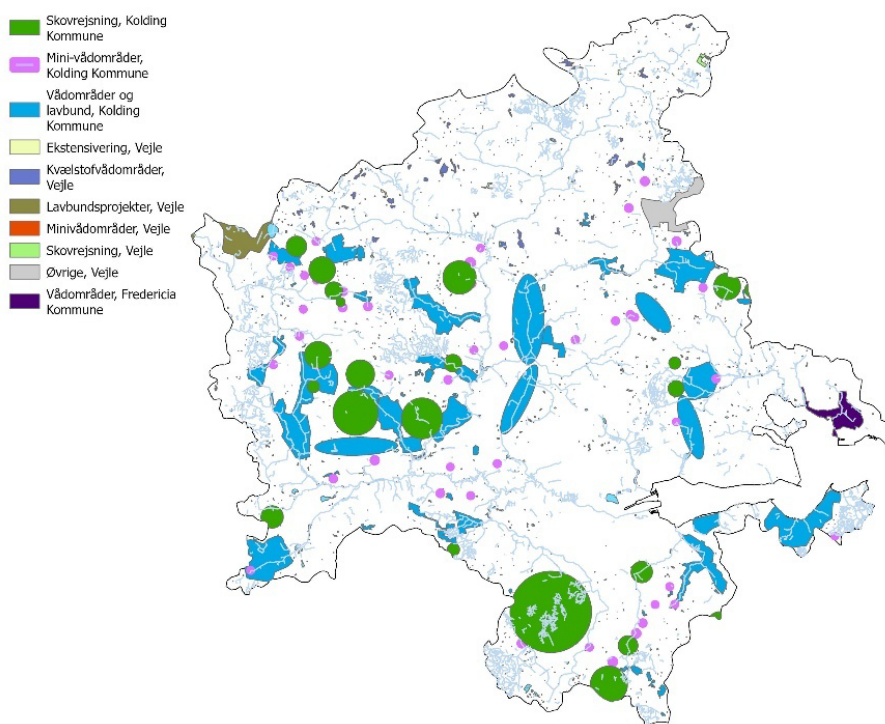
For områder udpeget til kvælstofvådområder og lavbundsprojekter er det desuden antaget, at bunden af vandløbene hæves for at få vandløbene tættere på terræn. Det er her antaget, at vandløbsbunden hæves 40 cm i små vandløb og 60 cm i større vandløb.

Forbehold i forbindelse med vådlægning: ved etablering af kvælstofvådområder og lavbundsprojekter vådlægges arealer, der tidligere var i landbrugsmæssig drift. Afhængigt af fosforindhold og -bindingsformer i jorden kan vådlægning give anledning til en forøget fosforudledning af kortere eller længere varighed. Dette fosfortab er ikke beregnet her, da det kræver detaljeret information, som først indhentes i forundersøgelserne for projekterne. Der findes en række afværgeforanstaltninger, der kan tages i brug for at bremse en eventuel fosformobilisering som følge af vådlægning: høst af biomasse i en årrække før vådlægning, fjernelse af den mest fosforberigede topjord eller etablering af fosforfiltre ved udløb fra lavbundsområdet, f.eks. i form af jerncoated sand. Endvidere er en eventuel fosfortilbageholdelse i forbindelse med overrisling med drænvand eller temporær oversvømmelse med vandløbsvand ikke inkluderet, da omfanget heraf vil afhænge af det aktuelle projekt. Effektberegningen er derfor særdeles usikker og kan være både over-og undervurderet.

Mini-vådområder

Omlægningsplanen indeholder forslag til placering af 50 mini-vådområder.

Figur 4.2. Omlægningsplanen for oplandet til Kolding Fjord med forslag til placering af kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning og mini-vådområder.



Fosfor-vådområder

Der er foreslået et meget stort areal med nye vådområder (figur 4.2), som, hvis de alle gennemføres som fosfor-vådområder, vil 'skygge' for hinanden og dermed ikke reelt have den effekt, som kan estimeres for det enkelte fosfor-vådområde. Andersen et al. (2020, s. 198-209) anfører, at den maksimale effekt af fosfor-vådområder i et opland er tilbageholdelse af 10% af den partikelbundne fosfortransport. En undersøgelse af en række vandløb i oplandene til Kolding og Vejle Fjord viser, at ca. 60% af den totale fosfortransport foregår som partikelbundet fosfor. Da størrelsen af det potentielt oversvømmede areal samt længden af oversvømmelsesperioderne er ukendte for de foreslåede vådområder, er det her valgt overslagsmæssigt at estimere effekten af fosfor-vådområder som 10% af den partikelbundne fosfortransport.

5 Resultater

5.1 Kildeopsplitning

Den samlede fosfortilførsel til Kolding Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 21,1 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 16,2 tons P. Tabel 5.1 og 5.2 viser for Kolding Fjord, hhv. indre del og ydre del, kildeopsplitningen på punktkilder og på diffust bidrag med en yderligere opsplitning på del-bidrag.

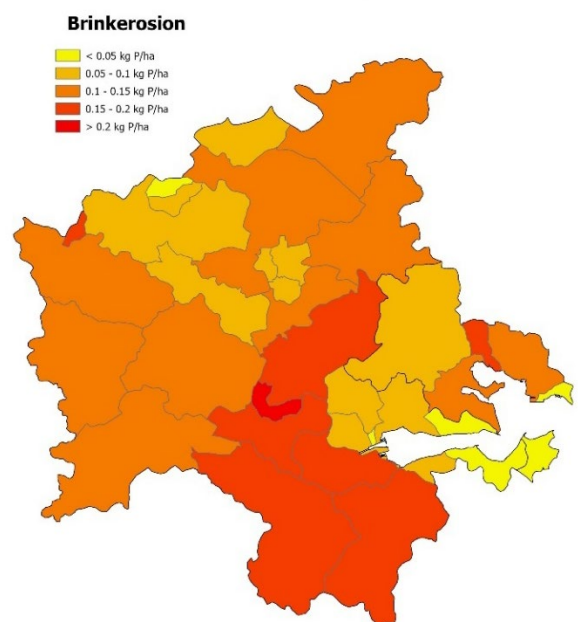
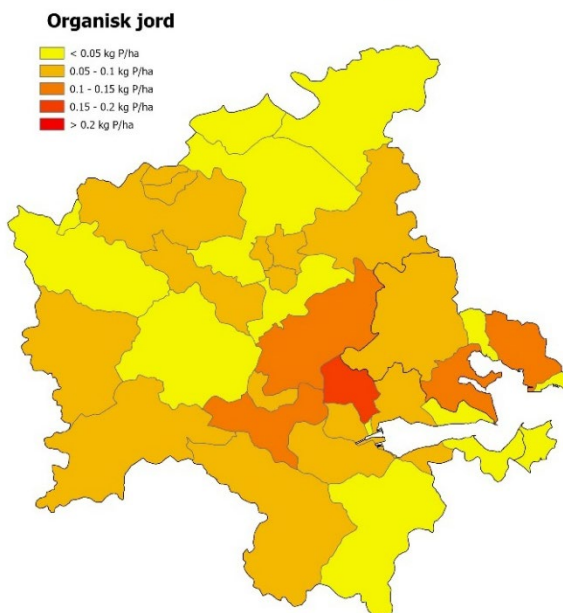
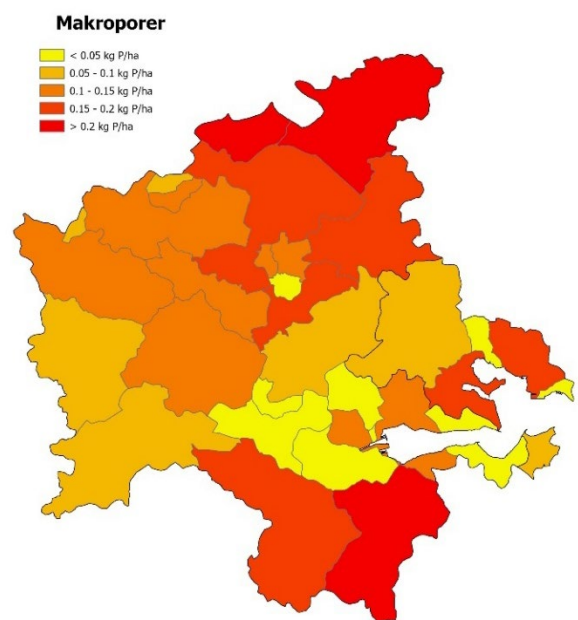
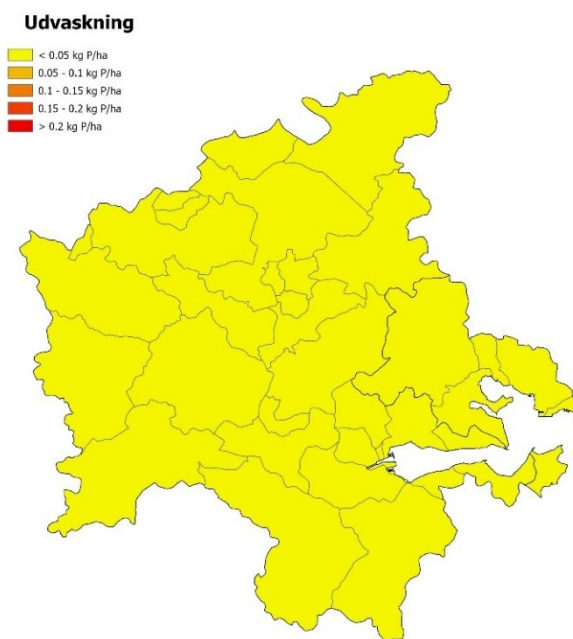
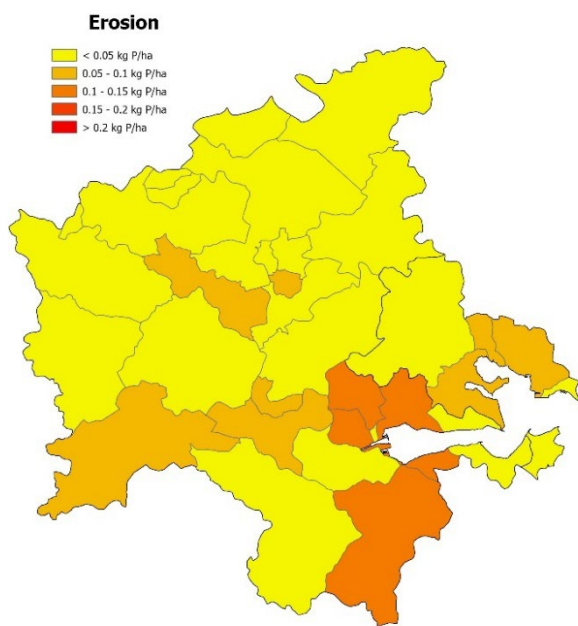
Tabel 5.1. Kildeopsplitning af fosfortilførslen til Kolding Fjord, indre del. Gennemsnit for perioden 2014 – 2023.

Total tilførsel		18.900 kg P
Punktkilder		3900 kg P (21 % af total tilførsel)
Relativ betydning af de enkelte punktkilder		
	Dambrug	5 %
	Industri	0 %
	Regnvandsbetingede udløb	52 %
	Spredt bebyggelse	5 %
	Renseanlæg	27 %
	Direkte udledninger til kystvand	11 %
Diffust bidrag		15.000 kg P (79 % af total tilførsel)
Andel af den samlede diffuse tilførsel		
	Tab via makroporer	32 %
	Udvaskning	6 %
	Erosion	10 %
	Tab fra dyrket, organisk jord	15 %
	Brinkerosion	30 %

Tabel 5.2. Kildeopsplitning af fosfortilførslen til Kolding Fjord, ydre del. Gennemsnit for perioden 2014 – 2023.

Total tilførsel		2.150 kg P
Punktkilder		900 kg P (42 % af total tilførsel)
Relativ betydning af de enkelte punktkilder		
	Dambrug	0 %
	Industri	0 %
	Regnvandsbetingede udløb	15 %
	Spredt bebyggelse	9 %
	Renseanlæg	0 %
	Direkte udledninger til kystvand	76 %
Diffust bidrag		1.250 kg P (58 % af total tilførsel)
Andel af den samlede diffuse tilførsel		
	Tab via makroporer	28 %
	Udvaskning	6 %
	Erosion	12 %
	Tab fra dyrket, organisk jord	24 %
	Brinkerosion	23 %

I figur 5.1 er fosfortabene ad de fem transportveje vist på ID15-oplandsniveau. Tabene er arealvægtede (kg P/ha) og vist med samme legende for at lette sammenligning mellem transportveje og oplande.



Figur 5.1. Arealvægtet tab af fosfor (kg P/ha) via hhv. erosion, udvaskning, makroporer, dyrket organisk jord og brinkerosion opgjort på ID15-oplandsniveau.

5.2 Effekter af virkemidler mod diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialet

Reduktion i diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialet er beregnet for alle virkemidler og opgjort på ID15-niveau. Disse data er i tabel 5.3 og 5.4 aggregeret og vist for Kolding Fjord, hhv. indre del og ydre del. Beregning af effekter af fosfor-ådale og ekstensivering af dyrkede arealer er ikke foretaget, da dette kræver lokal information om placering og omfang.

Tabel 5.3. Kolding Fjord, indre del. Reduktion i diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialet. Bemærk: effekterne er ikke alle additive.

	Effekt, kg P	Potentiale
Skovrejsning	225	2885 ¹ ha
20 m randzoner	210	13,5 km
Træer langs vandløb < 2m	70	69,8 km
Træer langs vandløb 2 – 10 m	1.150	205,3 km
Træer langs vandløb > 10 m	180	14,2 km
IBZ	45	440 ha
Mini-vådområder	1.600	25.700 ha
Hævning af vandløbsbunden	310	48,8 km
Genslyngning	< 5	1,2 km
Sandfang	50	7

¹Omfatter både Kolding Fjord indre og ydre del

Tabel 5.4. Kolding Fjord, ydre del. Reduktion i diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialet. Bemærk: effekterne er ikke alle additive.

	Effekt, kg P	Potentiale
Skovrejsning	10	2885 ¹ ha
20 m randzoner	20	1,1 km
Træer langs vandløb < 2m	10	8,7 km
Træer langs vandløb 2 – 10 m	95	16,3 km
Træer langs vandløb > 10 m	-	-
IBZ	-	-
Mini-vådområder	70	2.900 ha
Hævning af vandløbsbunden	5	1,0 km
Genslyngning	5	1,7 km
Sandfang	-	-

¹Omfatter både Kolding Fjord indre og ydre del

5.3 Effekter ved lokale virkemiddelscenarier

Ekstensivering af arealer med hældning > 6% indenfor en 300 m buffer på begge sider af alle vandløb

Det samlede markareal indenfor 300 m fra vandløb og med en hældning > 6% er 3.567 ha for hele Kolding Fjord-oplandet. Heraf er 2.260 ha (63%) i omdrift. Effekten af at ekstensivere omdriftsarealet er ca. 300 kg P.

Omlægningsplanen

Ekstensivering

Ekstensivering af landbrugsdriften på omdriftsarealer omfattet af omlægningsplanen, i parentes er angivet det omfattede markareal, både marker i omdrift og allerede ekstensiverede marker:

- Ekstensivering: 0 kg P (7 ha)
- Kvælstofvådområder og lavbundsprojekter: ca. 210 kg P (2.675 ha)
- Skovrejsning: ca. 130 kg P (1.422 ha)
- Øvrige områder: ca. 15 kg P (108 ha)

Hævning af vandløbsbunden

Beregningerne af effekter af hævnings af vandløbsbunden er foretaget under følgende forudsætninger: i mindre vandløb (< 2 m) er vandløbsbunden hævet 40 cm, i mellemstore vandløb (2 - 10 m) er vandløbsbunden hævet 60 cm. Omlægningsplanens kvælstofvådområder og lavbundsprojekter omfatter 70,7 km vandløbsstrækning. Effekten af at hæve vandløbsbunden på disse vandløb er ca. 385 kg P. Det skal understreges, at i praksis vil vandløbsbunden ikke blive hævet på alle strækninger omfattet af omlægningsplanens kvælstofvådområder og lavbundsprojekter, hvorfor de her beregnede værdier er absolutte maksimumværdier.

Mini-vådområder

Omlægningsplanen angiver kun placering af selve anlægget, men ikke placering af drænoplandet til anlægget, som er afgørende for at kunne beregne fosfortransporten til anlægget. Størrelsen af de enkelte drænoplande er dog angivet; gennemsnitsstørrelsen på et drænopland er 47 ha og i alt indgår 2.353 ha drænopland. Da den præcise placering af drænoplandene ikke kendes, er effekten beregnet på grundlag af den gennemsnitlige effekt for hele mini-vådområde-potentialet (tabel 5.3 og 5.4). Den samlede effekt for de 50 mini-vådområder kan således estimeres til ca. 135 kg P.

Fosfor-vådområder

Den samlede fosfortilførsel til Kolding Fjord er 21,1 t P, hvoraf partikelbundet fosfor udgør ca. 12,6 t P, hvilket betyder, at den maksimale effekt af fosfor-vådområder i oplandet til Isefjord er ca. 1.260 kg P. Effekten af fosfor-vådområder vil reduceres, hvis der kombineres med andre tiltag opstrøms for fosfor-vådområdet rettet mod en reduktion af sedimenttransporten (tiltag mod erosion på marker, træplantning på brinker eller hævnings af vandløbsbund for at reducere brinkerose, etablering af sandfang).

6 Konklusion

Den samlede fosfortilførsel til Kolding Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 21,1 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 16,2 tons P (78 %). De mest betydende diffuse tabsveje for fosfor i oplandet er brinkerosion og tab via makroporer til dræn, som udgør hhv. 30 % og 32 % af den samlede, diffuse tilførsel.

Effekt på fosforudledningen til Kolding Fjord er beregnet for en række virkemidler. For virkemidlerne randzoner, træer langs vandløb, IBZ og mini-vådområder er der regnet på det fulde potentiale. For virkemidlerne skovrejsning, hævning af vandløbsbunden, genslyngning og sandfang er der regnet på det omfang, de er omfattet af vandområdeplanerne eller for skovrejsnings vedkommende kommuneplanen. Virkemidlerne med størst effekt er hhv. træplantning på vandløbsbrinker med en samlet effekt på ca. 1.500 kg P og mini-vådområder med en effekt på ca. 1.670 kg P ved udnyttelse af de fulde potentialer. Det skal understreges, at der er tale om en teoretisk beregning, der har til formål at belyse reduktionsmulighederne i oplandet. Det er ikke realistisk at hele potentialet udnyttes.

Omlægningsplanen for oplandet til Kolding Fjord omfatter udtag af områder til kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning, ekstensivering, øvrige områder samt mini-vådområder. De 50 foreslåede mini-vådområder vil have en samlet effekt på ca. 135 kg P. Den samlede effekt af planens ekstensivering (permanent udtagning til ugødet brak) af de omfattede områder er en reduktion i fosforudledningen på ca. 355 kg P. Fosfortabet kan reduceres med yderligere ca. 385 kg P under antagelse af, at vandløbsbunden hæves på alle vandløb i forbindelse med etablering af kvælstofvådområder og lavbundsprojekter. En eventuel fosformobilisering (et fosfortab) som følge af vådlægning har det ikke været muligt at kvantificere. Det samme gør sig gældende for en eventuel fosfortilbageholdelse i forbindelse med overrisling med drænvand eller temporære oversvømmelser med vandløbsvand, da omfanget heraf vil afhænge af de enkelte projekters udformning. Den samlede effekt af omlægningsplanen er under de angivne forudsætninger ca. 875 kg P.

Et selvstændigt scenarie omfattende ekstensivering af landbrugsdriften på omdriftsmarker med en hældning større end 6% indenfor en buffer på 300 m langs alle vandløb giver en reduktion i fosfortabet på ca. 300 kg P.

Etablering af en række af de foreslåede vådområder som fosfor-vådområder med temporære oversvømmelser er estimeret til maksimalt at kunne reducere fosfortabet til Kolding Fjord med ca. 1.260 kg P. Effekten vil reduceres, hvis der kombineres med andre tiltag opstrøms for fosfor-vådområdet rettet mod en reduktion af sedimenttransporten.

7 Referencer

Andersen, H.E. & Heckrath, G. (redaktører). 2020. Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 340 s. - Videnskabelig rapport nr. 397.

Andersen, H.E. & Nilsson, I-E.F. 2023. Fosforeffekt af vandløbsvirkemidler. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 108 s. - Teknisk rapport nr. 272

Andersen, H.E., Rubæk, G.H., Hasler, B. & Jacobsen, B.H. (redaktører). 2020. Virkemidler til reduktion af fosforbelastningen af vandmiljøet. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 284 s. - Videnskabelig rapport nr. 379.

Bartholdy, J. og Hasholt, B. 1992. Fluvialmorfologi. Kompendium, Geografisk Institut, København Universitet.

Børgesen, C.D., Bach, E.O., Iversen, B.V & Hoffmann, C.C. 2024. Opdatering af minivådområdeordningens potentialekort. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet. <https://pure.au.dk/portal/da/publications/opdatering-af-miniv%C3%A5domr%C3%A5deordningens-potentialekort/>

Donnelly, T.W. 1993. Impoundment of rivers – sediment regime and its effect on benthos. *Aquat Conserv-Mar Freshw Ecosyst*, 3, 331-342.

Kronvang, B. & Larsen, S.E. 2023. Virkemiddel for brinkerrosion og fosfortab ved restaurering af vådområder og vandløb. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. - Teknisk rapport nr. 263 <http://dce2.au.dk/pub/TR263.pdf>

Miljøstyrelsen. 2020. Vandløbsrestaurering – national ordning. Vejledning og tilskud til kommunale projekter vedrørende vandløbsrestaurering. Miljø- og Fødevareministeriet.

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Larsen, S.E., Conradsen, A.R., Muff, E. & Blicher-Mathiesen, G. 2024. Vand- & Stoftransport 2023. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 71 s. - Videnskabelig rapport nr. 629

Trolle, D., Søndergaard, M. & Bjerring, R. 2015. Sammenhænge mellem næringsstofftilførsel og søkoncentrationer i danske søer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 34 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 138 <http://dce2.au.dk/pub/SR138.pdf>

Wandall, K., Levesen, B., Landsfeldt, P & Frandsen, S.B. 2000. Bedre vandløb – en praktisk håndbog. Kolding Amt.

MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL KOLDING FJORD

Rapporten opgør den diffuse fosforbelastning af Kolding Fjord fordelt på tabsveje, vurderer potentialet i en række virkemidler til reduktion af belastningen og estimerer de forventede effekter. Arbejdet er input til Kystvandrådet for Kolding Fjord i arbejdet med at opstille en lokalt funderet vandplan for Kolding Fjord.