



MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL NORSMINDE FJORD

Leverance til Kystvandråd for Norsminde Fjord

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 384

2026



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL NORSMINDE FJORD

Leverance til Kystvandråd for Norsminde Fjord

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 384

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. 384
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Muligheder for reduktion af den diffuse fosfortilførsel til Norsminde Fjord
Undertitel:	Leverance til Kystvandråd for Norsminde Fjord
Forfatter(e):	Hans Estrup Andersen
Institution(er):	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	https://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Maj 2026
Redaktion afsluttet:	4. maj 2026
Faglig kommentering:	Hans Thodsen
Kvalitetssikring, DCE:	Sigine Jung-Madsen, Henriette Hossy
Ekstern kommentering:	Der er ikke modtaget kommentarer til rapporten
Finansiell støtte:	Kystvandrådet for Norsminde Fjord
Bedes citeret:	Andersen, H.E. 2026. Muligheder for reduktion af den diffuse fosfortilførsel til Norsminde Fjord. Leverance til Kystvandråd for Norsminde Fjord. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 30 s. - Teknisk rapport nr. 384
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten opgør den diffuse fosforbelastning af Norsminde 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 Norsminde Fjord i arbejdet med at opstille en lokalt funderet vandplan for Norsminde Fjord.
Emneord:	Fosfor, virkemidler, Norsminde Fjord, kystvandråd
Foto forside:	Den lille Norsminde Havn syd for Aarhus, Colourbox
ISBN:	978-87-7648-057-8
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	30

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 samt effekter af allerede iværksatte initiativer	22
5 Resultater	25
5.1 Kildeopsplitning	25
5.2 Effekter af virkemidler mod diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialet	26
5.3 Effekter ved lokale virkemiddelscenarier samt effekter af allerede iværksatte initiativer	27
6 Konklusion	29
7 Referencer	30

Forord

Rapporten er affødt af et kystvandrådsprojekt omhandlende Norsminde Fjord med Odder 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.

Odder 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 Norsminde 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 Norsminde 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. Kortlægningen viser, at disse kilder udgør 94% af det samlede diffuse fosfortab på nationalt niveau.

Den samlede fosfortilførsel til Norsminde Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 3,6 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 2,7 tons P (76%). Det skal bemærkes, at den diffuse fosforafstrømning i 2023 var ekstraordinært høj, hvilket påvirker 10 års-gennemsnittet. De mest betydende diffuse tabsveje for fosfor er brinkerosion, tab fra dyrket, organisk jord og tab via makroporer til dræn, som udgør hhv. 31%, 24 % og 23 % af den samlede, diffuse tilførsel.

Effekt på fosforudledningen til Norsminde Fjord er beregnet for en række virkemidler. For at beregne effekten anvendes forskellige metoder og modeller. Potentialeområder for disse virkemidler er kortlagt, og effekterne af implementeringen af disse virkemidler på reduktionen af fosfortab er beregnet.

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. 215 kg P og mini-vådområder med en effekt på ca. 390 kg P ved udnyttelse af de fulde potentialer.

Omlægningsplanen for oplandet til Norsminde Fjord omfatter udtag af områder til ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter og skovrejsning. Den samlede effekt af planen er en reduktion i fosforudledningen på ca. 15 kg P.

Lokalt baserede scenarier omfatter træplantning og hævning af vandløbsbunden som virkemiddel mod brinkerosion, etablering af sandfang, ansøgninger om otte mini-vådområder samt et klima-lavbundsprojekt.

Effekten af lokale scenarier og af allerede iværksatte initiativer, inklusiv effekten af omlægningsplanen, er en reduktion i fosfortilførslen til Norsminde Fjord på cirka 215 kg P.

Summary

This project focuses on identifying options to reduce diffuse phosphorus losses from high-risk areas in the catchment of Norsminde 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 flow to drains, losses from cultivated organic soils, and bank erosion. The mapping shows that these sources account for 94% of the total diffuse phosphorus loss at the national level.

To calculate the effect of various mitigation measures—such as afforestation, buffer strips, trees along stream banks, sediment traps, smaller reach-based restorations, stream re-meandering, mini-wetlands, integrated buffer zones, and phosphorus wetlands—different methods and models are applied. Potential areas for these measures have been mapped, and the effects of implementing them on phosphorus reduction have been calculated.

The project first calculates the effect of the mitigation measures under full utilisation of their potential. It then calculates the effect of locally based scenarios involving tree planting and raising of streambeds as a measure against bank erosion, establishment of sediment traps, an expected increase in no-till cultivation, applications for eight mini-wetlands, and a climate-lowland project.

The total phosphorus input to Norsminde Fjord averaged 3.6 tonnes P over the period 2014–2023, of which the diffuse contribution accounts for 2.7 tonnes P (76%). It should be noted that diffuse phosphorus runoff in 2023 was exceptionally high, which affects the 10-year average. The most significant diffuse phosphorus loss pathways are bank erosion, losses from cultivated organic soils, and macropore flow to drains, which account for 31%, 24%, and 23% respectively of the total diffuse input.

The land-use conversion plan for the Norsminde Fjord catchment includes taking areas out of production for extensification, nitrogen wetlands, lowland restoration projects, and afforestation. The total effect of the plan is a reduction in phosphorus emissions of approximately 15 kg P.

The combined effect of local scenarios and already implemented initiatives, including the land-use conversion plan, is a reduction in phosphorus input to Norsminde Fjord of approximately 220 kg P.

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 arealoplægning og evt. nye virkemidler.

I et projekt omhandlende Norsminde Fjord har Odder Kommune, som er sekretariat for Kystvandråd Norsminde 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 Norsminde 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.

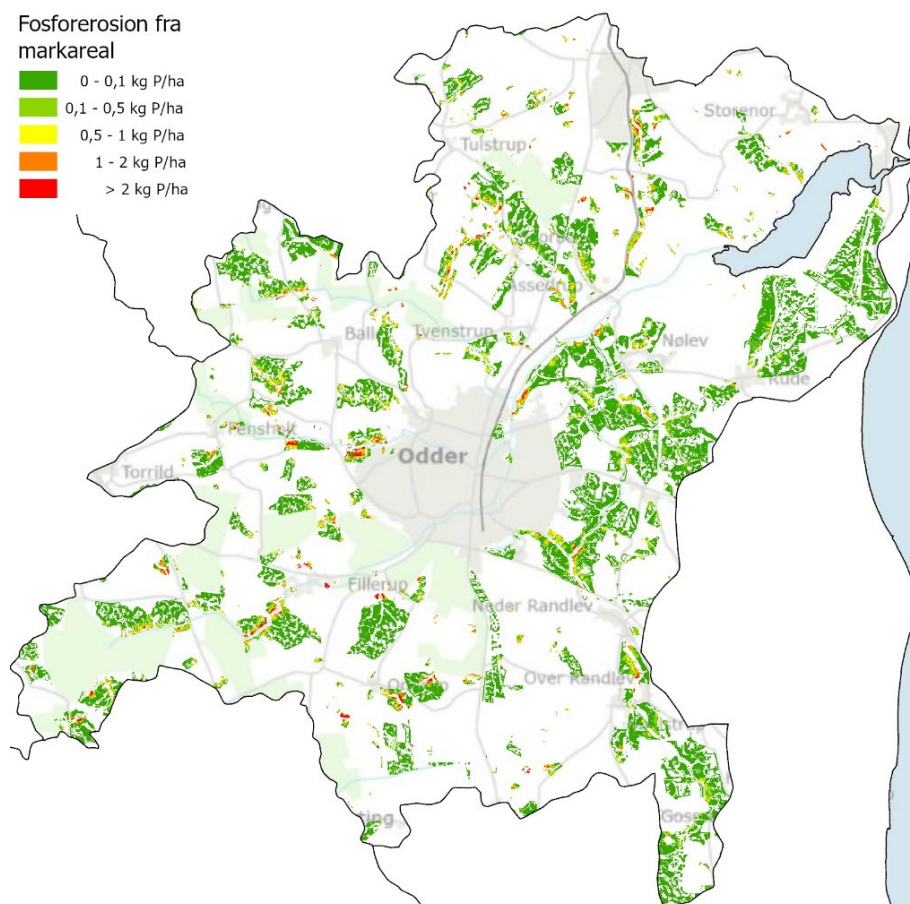
2.2 Kalibrering af beregningen af diffust fosfortab på transportveje

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 %.

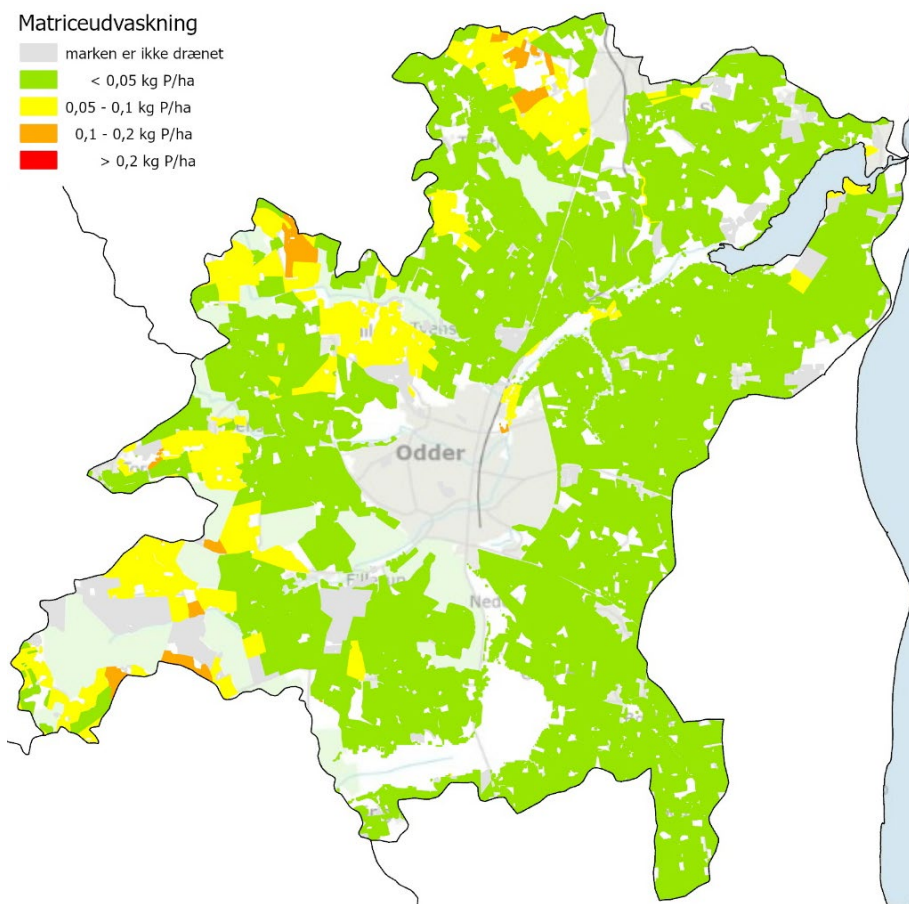
I dette projekt er de modelberegneede fosfortab via de fem diffuse transportveje summeret på ID15-oplandsniveau. Efterfølgende er den modelberegneede fosfortransport justeret, så summen for hvert ID15-opland er identisk med 94 % af den diffuse fosfortransport opgjort ifølge den nationale vandmiljøovervågning NOVANA (Thodsen et al., 2023). 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 Norsminde Fjord (kortene findes også landsdækkende på [Miljøgis](#)).

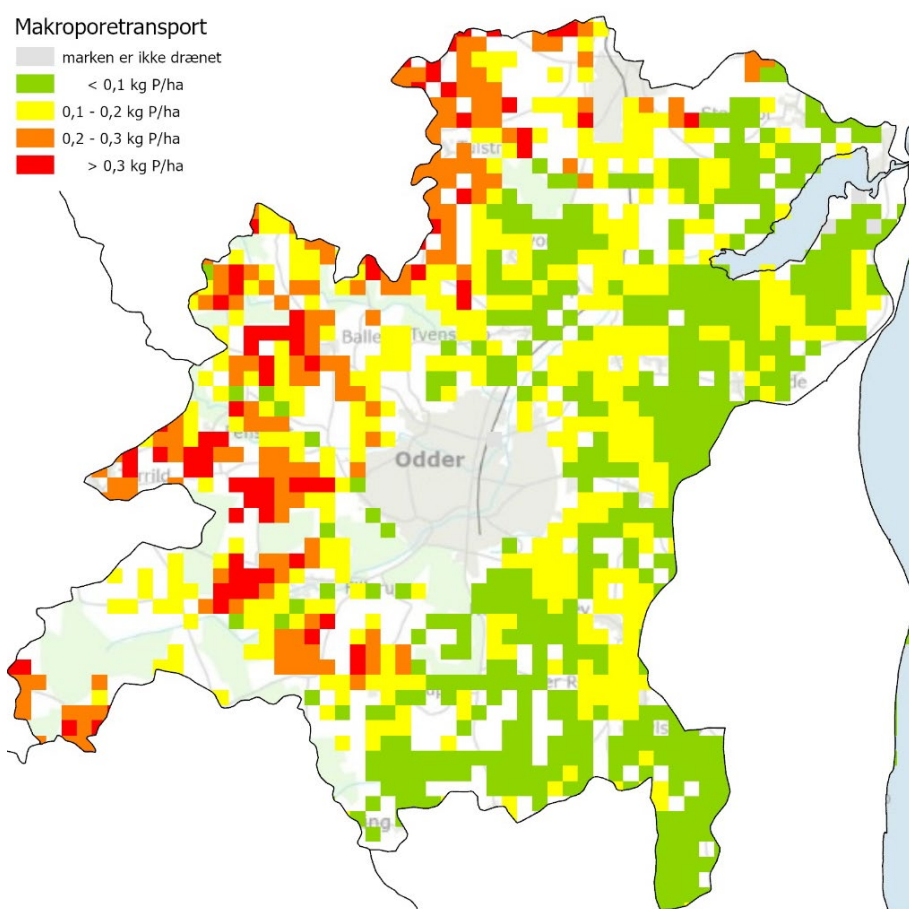
Figur 2.1. Erosionsbetinget fosfortab fra mark til vandløb.



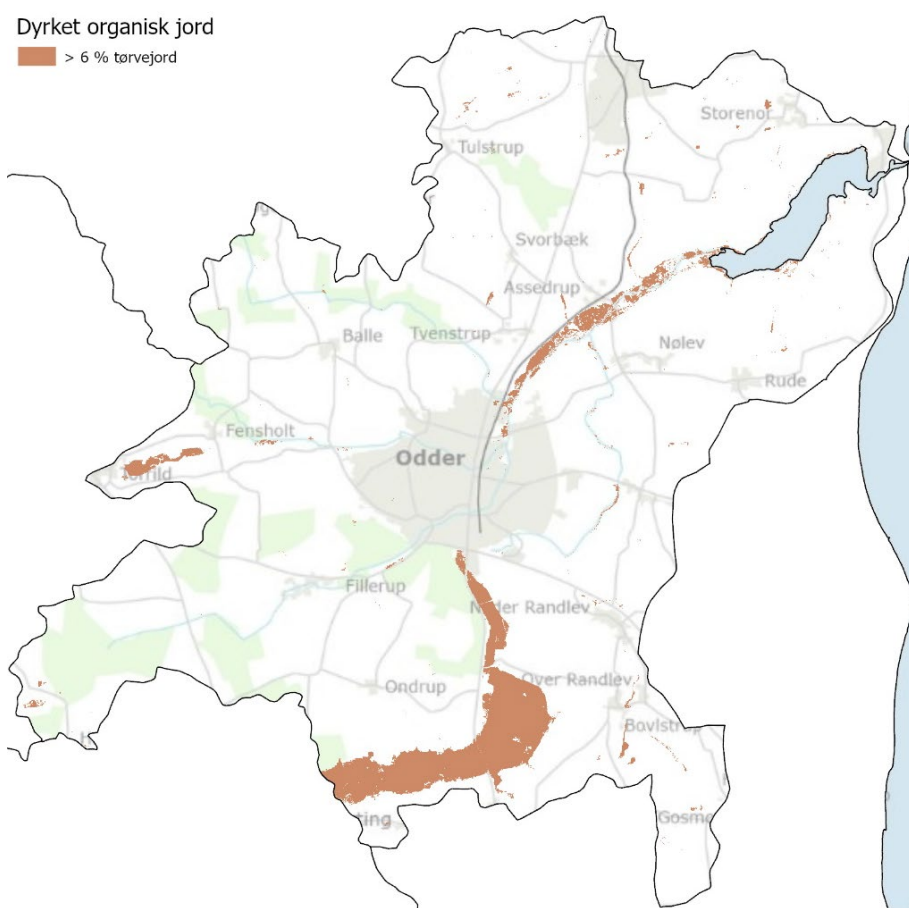
Figur 2.2. Udvaskning af fosfor til drænen.



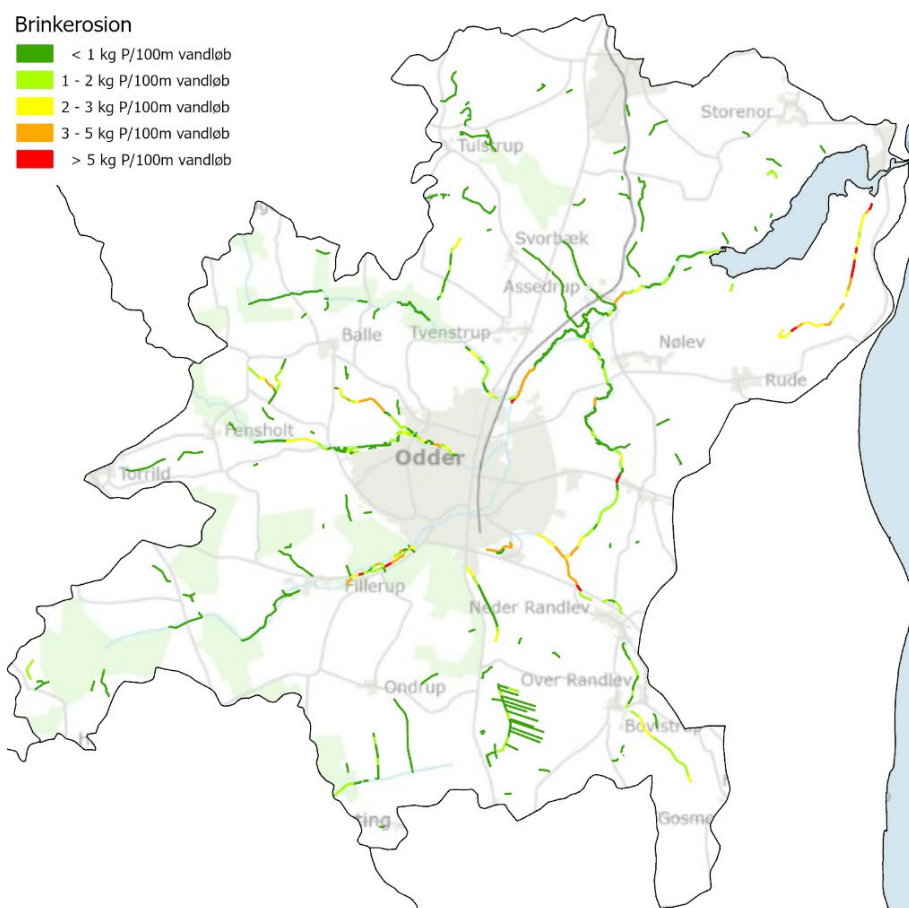
Figur 2.3. Tab af fosfor via makroporer til drænen.



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 Norsminde 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 brinkerrosion. 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

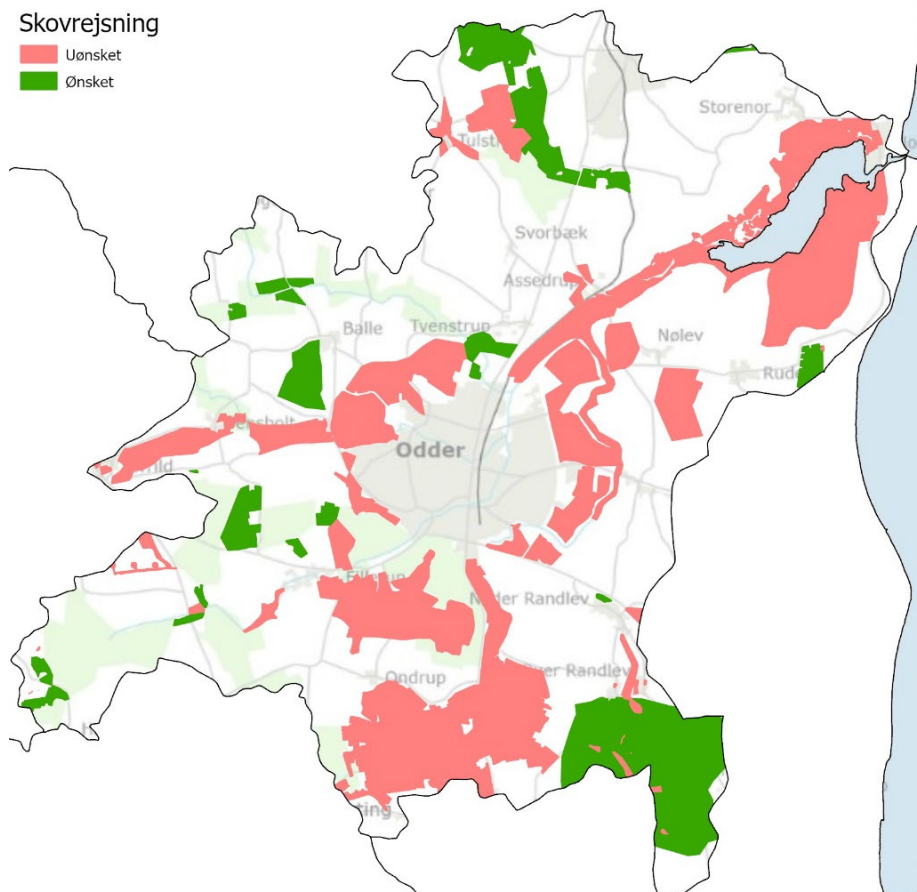
For alle virkemidler gives i det følgende en kort beskrivelse af mekanisme, effekt og potentiale for anvendelse.

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 Norsminde Fjord, hvor skovrejsning er hhv. ønsket og uønsket.



3.2 Randzoner

Målrættede, brede og tørre randzoner 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 - 3 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. vegetationens 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. Andersen et al. (2020, s. 185-197) 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.

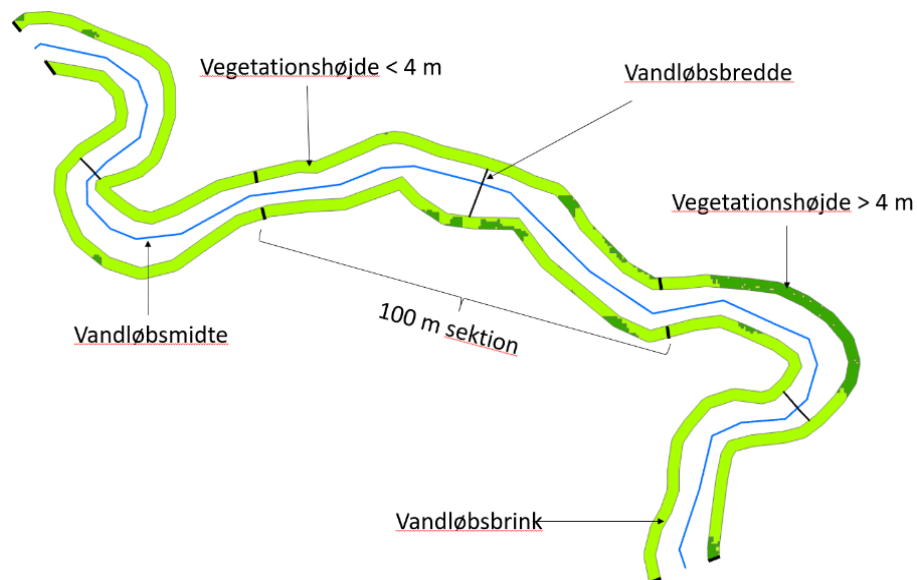
3.3 Træer på vandløbsbrinker

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

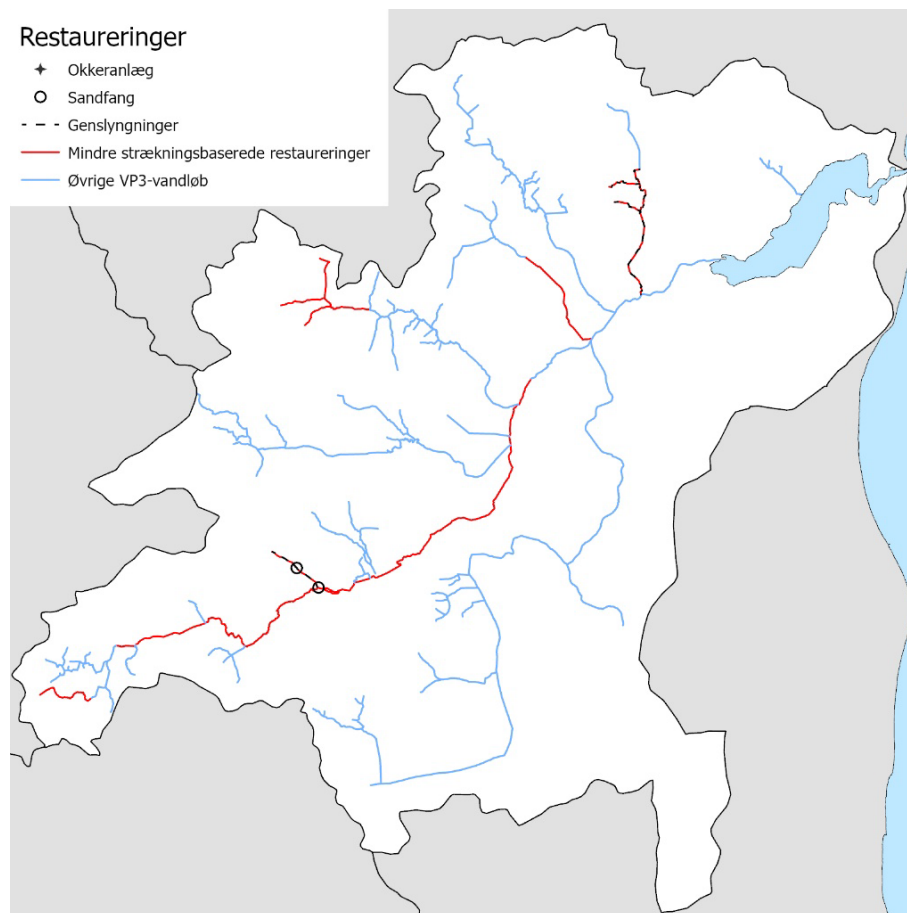
Et sandfang anlægges ved at udvide vandløbets bredde og dybde på en kort strækning. Derved nedsættes vandets hastighed, og sandet transporteres ikke igennem sandfanget under almindelige afstrømningsforhold. Som tommelfingerregel udvides vandløbets bundbredde til 2-3 gange normal bredde, og bunden sænkes 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 strækingsbaserede restaureringer.



3.5 Mindre strækingsbaserede restaureringer af vandløb

Mindre, strækingsbaserede 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 strækingsbaserede 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. Donnelly, 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 (Miljøministeriet, 2021). Genslyngning medfører et længere vandløb, hvorved et større brinkareal kan udsættes for erosion. Ydermere er brinkerrosionsraten (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 hævning af vandløbsbunden, ændret brinkhældning og/eller plantering af træer på brinken for at reducere brinkerrosion, således at tilførslen af fosfor til vandløbet formindskes fremfor for at øges.

Den relative effekt på fosfortab ved brinkerrosion 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 brinkerrosion 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>)

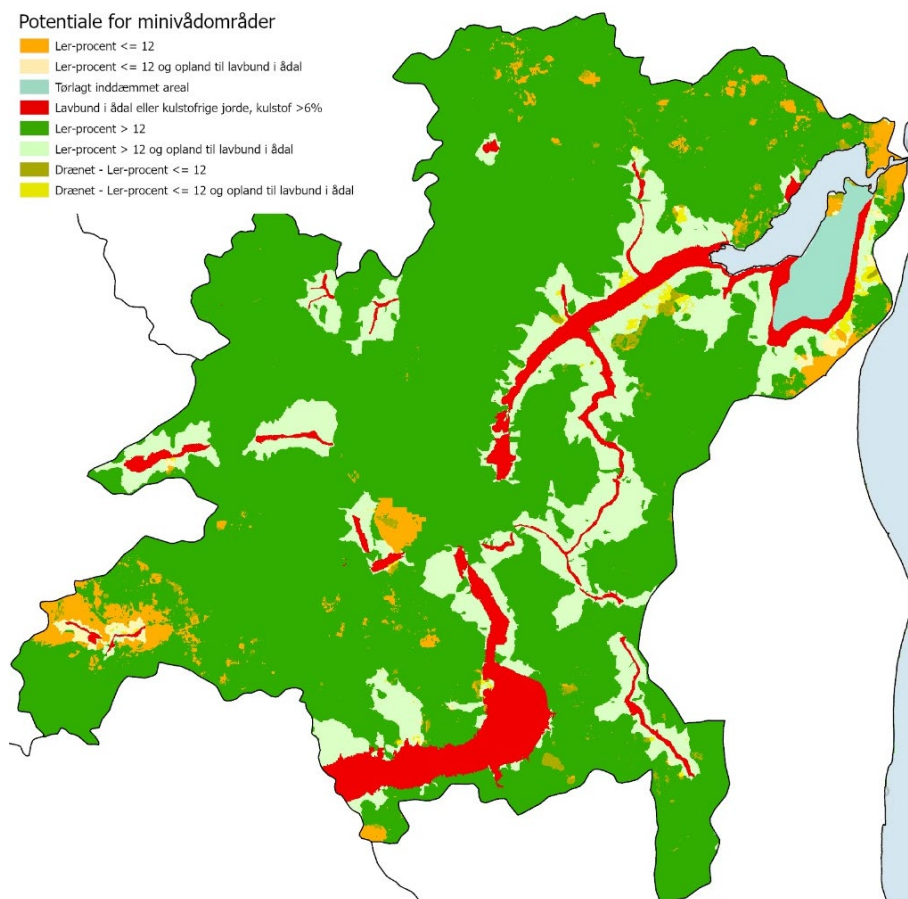
3.7 Mini-vådområder

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 Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø 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 renseeffekt.

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

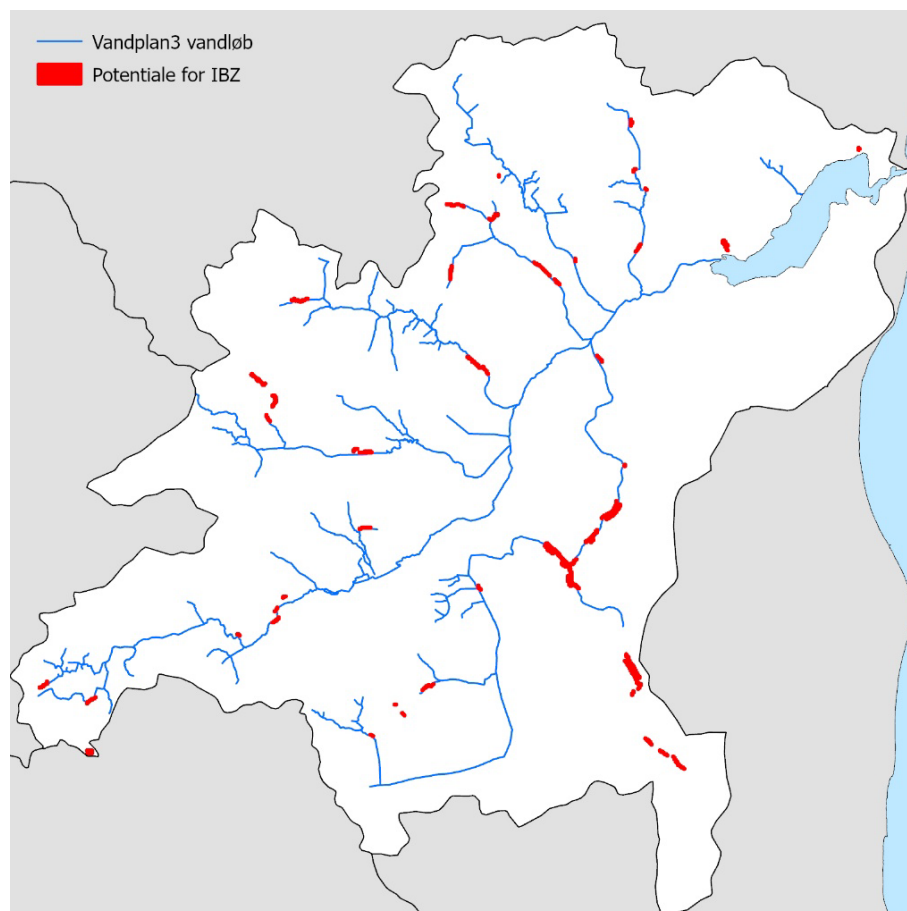


3.8 Integrerede bufferzoner (IBZ)

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 anses som et supplement til mini-vådområder, da de typisk kan etableres på mindre drænsystemer (<25 ha), og hvor der er en rimeligt stor terrænhældning 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, strømningsmønsteret 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 samt effekter af allerede iværksatte initiativer

Kystvandrådet for Norsminde Fjord har ønsket at få beregnet effekterne på fosforudledning til fjorden af en række lokale scenarier og allerede iværksatte initiativer. Det drejer sig om følgende:

Sandfang

Et allerede planlagt sandfang ved Fillerup på 200 m² samt effekt af yderligere at placere et sandfang ved Assedrup, hvor der i Odder Å er konstateret stor sandvandring. Det antages, at dette sandfang etableres med samme størrelse som sandfanget ved Fillerup.

Træplantning

Træplantning langs de små vandløb (bredde < 2 m).

Hævning af vandløbsbunden

Hævning af vandløbsbunden på udvalgte vandløbsstrækninger, dvs. udover de strækninger, som er udpeget i vandområdeplanerne (afsnit 3.6 og figur 3.3), også beregning af effekten af hævnings af vandløbsbunden i det foreslåede klima-lavbundsprojekt Ørting-Randlev Moser samt i omlægningsplanens kvælstofvådområder (figur 4.1). Omlægningsplanens lavbundsområde ligger på en vandløbsstrækning, som allerede er omfattet af vandområdeplanernes forslag til mindre vandløbsrestaureringer, her beregnet som en hævnings af vandløbsbunden.

Ansøgte mini-vådområder

Der foreligger ansøgninger til i alt otte mini-vådområder i oplandet. Der er foretaget beregninger for alle otte anlæg.

Klima-lavbundsprojektet Ørting-Randlev Moser

For klima-lavbundsprojektet Ørting-Randlev Moser er der lavet forundersøgelse og udarbejdet et projektforslag (figur 4.1). Forslaget omfatter hhv. 115 ha i Ørting Mose og 131 ha i Randlev Mose. For begge moser har ca. 95% af arealet mere end 6% organisk kulstof, og målinger viser høje fosforindhold. Projektet omfatter genslyngning, hævnings af vandløbsbunden, overrisling med drænvand og temporære oversvømmelser med vandløbsvand på 22 ha ved Ørting Mose og 21 ha ved Randlev Mose.

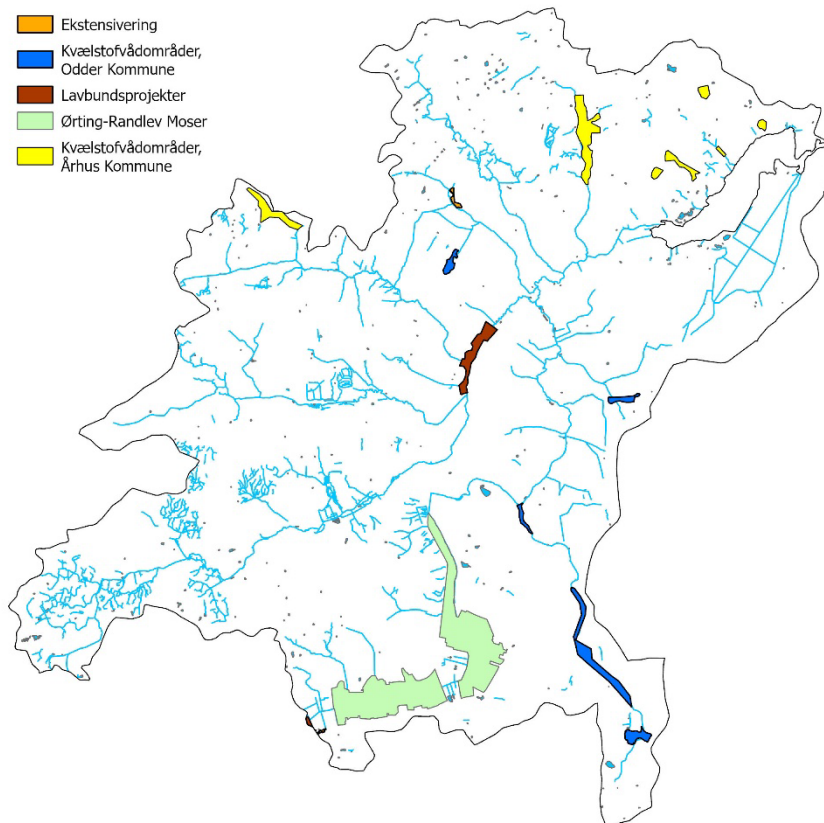
Omlægningsplanen

Omlægningsplanen omfatter ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter og skovrejsning (figur 4.1). For alle områder er beregnet en effekt af ekstensivering af landbrugsdriften 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 (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.

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 jern-coated sand. Desuden 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.

Figur 4.1. Omlægningsplanens forslag til kvælstofvådområder, ekstensivering, lavbundsprojekter samt klima-lavbundsprojektet Ørting-Randlev Moser.



5 Resultater

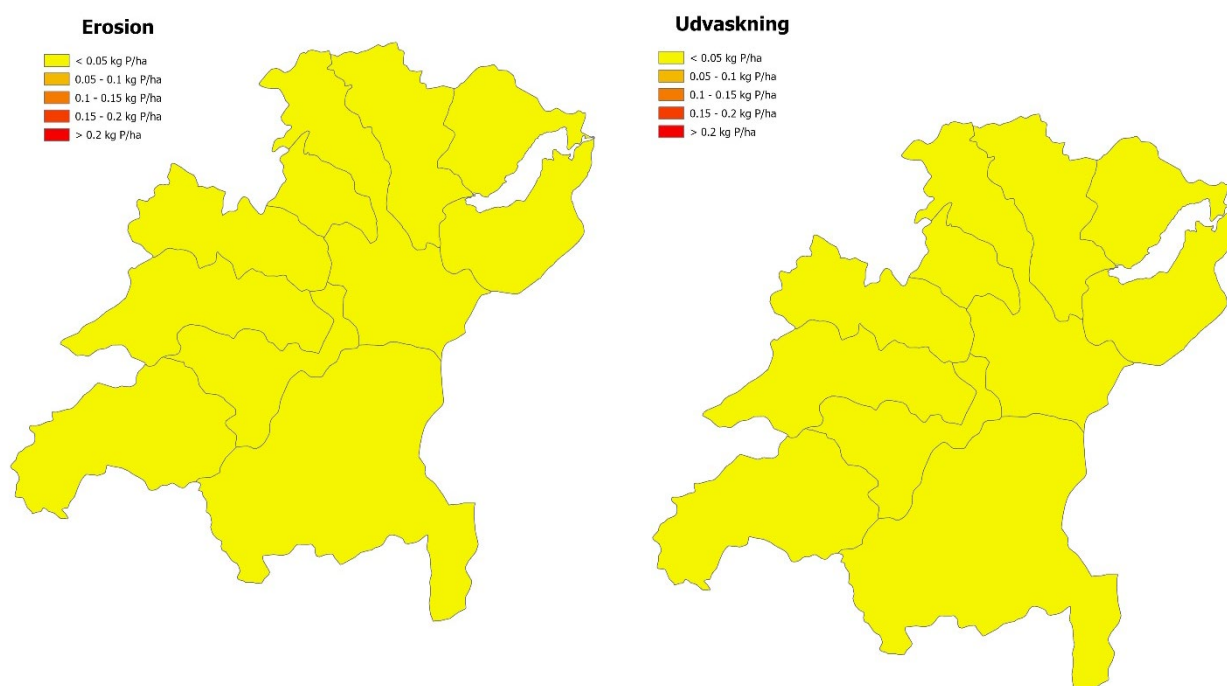
5.1 Kildeopsplitning

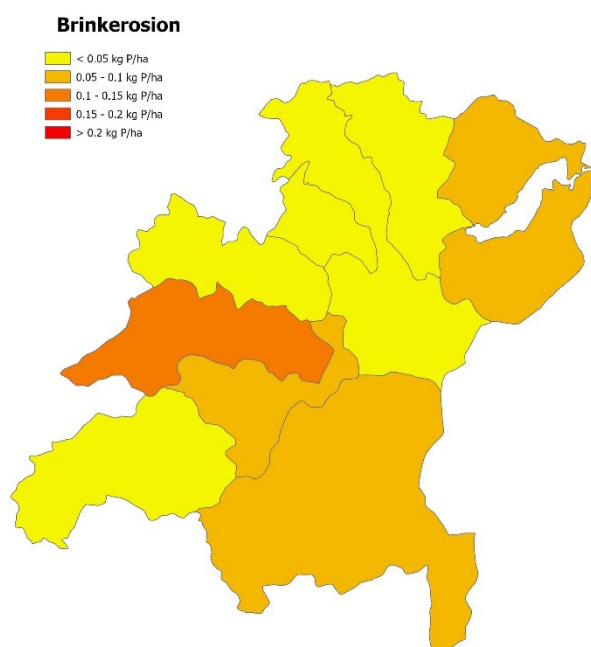
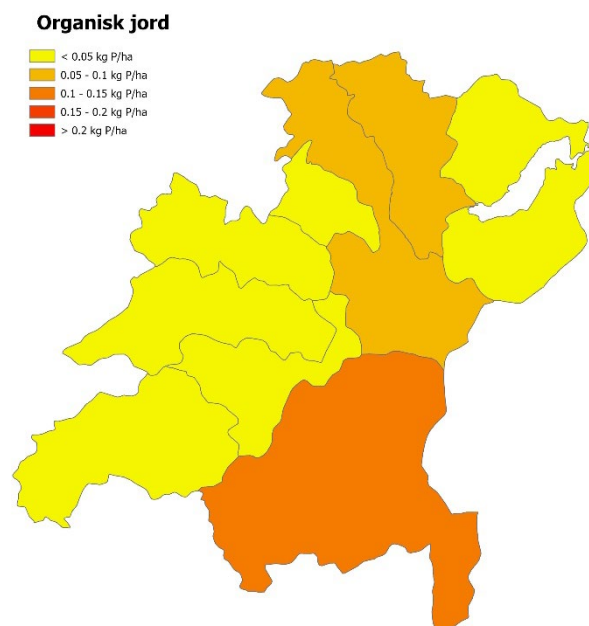
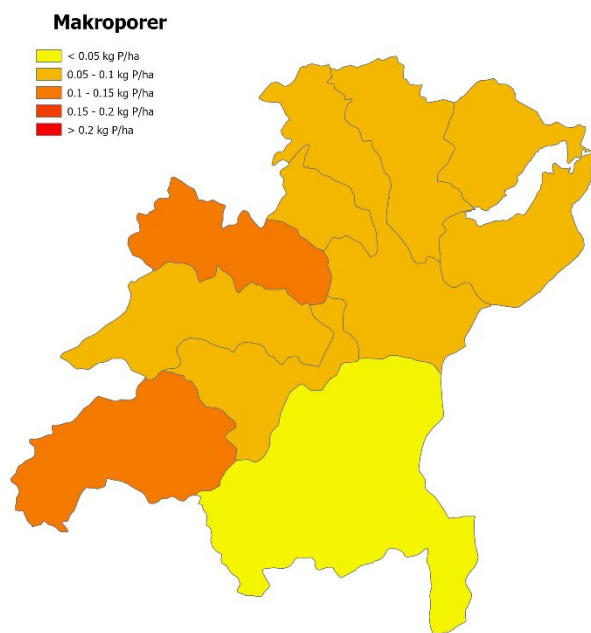
Den samlede fosfortilførsel til Norsminde Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 3,6 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 2,7 tons P. Tabel 5.1 viser for Norsminde Fjord kildeopsplitningen på punktkilder og på diffust bidrag med en yderligere opsplitning på del-bidrag.

Tabel 5.1. Kildeopsplitning af fosfortilførslen til Norsminde Fjord. Gennemsnit for perioden 2014 – 2023.

Total tilførsel		3600 kg P
Punktkilder		850 kg P (24 % af total tilførsel)
Relativ betydning af de enkelte punktkilder		
	Dambrug	0 %
	Industri	0 %
	Regnvandsbetingede udløb	51 %
	Spredt bebyggelse	32 %
	Renseanlæg	16 %
	Direkte udledninger til kystvande	2 %
Diffust bidrag		2700 kg P (76 % af total tilførsel)
Andel af den samlede diffuse tilførsel		
	Tab via makroporer	31 %
	Udvaskning	8 %
	Erosion	8 %
	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 år) og vist med samme legende for at lette sammenligning mellem transportveje og oplande.





Figur 5.1. Arealvægtet tab af fosfor (kg P/ha år) 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 aggregeret og vist for Norsminde Fjord. Beregning af effekter af fosforådale og ekstensivering af dyrkede arealer er ikke foretaget, da dette kræver lokal information om placering og omfang.

Tabel 5.2. Norsminde Fjord. Reduktion i diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialer. Bemærk: effekterne er ikke alle additive.

	Effekt, kg P	Potentiale
Skovrejsning	40	791 ha
20 m randzoner	10	650 m
Træer langs vandløb < 2m	15	30.300 m
Træer langs vandløb 2 – 10 m	190	33.900 m
Træer langs vandløb > 10 m	10	1400 m
IBZ	25	313 ha
Mini-vådområder	390	7970 ha
Hævning af vandløbsbunden	35	9800 m
Genslyngning	0	0 m
Sandfang	15	2
Okkeranlæg	0	0

5.3 Effekter ved lokale virkemiddelscenarier samt effekter af allerede iværksatte initiativer

Effekten af sandfang i Østjylland er i Andersen & Nilsson (2023) angivet til 7 kg fosfor for anlæg på 75 m². Den samlede effekt af de to sandfang på hver 200 m² er derfor ca. 37 kg P.

Træplantning: Der er i alt 30,3 km vandløb med bredde < 2 m i oplandet (tabel 5.3). Effekten af træplantning langs alle 30,3 km vandløb er beregnet til 14 kg P. Imidlertid er cirka 25% af disse vandløb allerede omfattet af enten vandområdeplanerne, omlægningsplanen eller klima-lavbundsprojektet Ørting-Randlev Moser, hvorfor der kun kan forventes en mindre effekt af træplantning på disse. Effekten anslås derfor til ca. 10 kg P.

Beregningerne af effekter af hævnning 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, og i store vandløb (> 10 m) er vandløbsbunden hævet 80 cm. Vandområdeplanerne foreslår allerede hævnning af vandløbsbunden på 9,8 km med en anslået effekt på ca. 34 kg P (tabel 5.3) Omlægningsplanens kvælstofvådområder omfatter 4,6 km vandløbsstrækning. Effekten af at hæve vandløbsbunden på disse vandløb er ca. 27 kg P. Ørting-Randlev Moser-projektet omfatter 8,8 km vandløb. Effekten af at hæve vandløbsbunden på disse vandløb er ca. 21 kg P.

Ansøgte mini-vådområder omfatter otte anlæg med et samlet drænoplandsareal på ca. 470 ha. Effekten er regnet forholdsmæssigt til effekten af det fulde potentiale (tabel 5.3) og er på ca. 23 kg P.

I forundersøgelsen til klima-lavbundsprojektet Ørting-Randlev Moser indregnes fosfortab som følge af vandmætning og fosfortilbageholdelse ved overrisling med drænvand og ved oversvømmelse med vandløbsvand. Der er ikke indregnet en effekt i form af reduceret brinkerrosion som følge af hævnning af vandløbsbunden, hvorfor denne effekt er beregnet separat ovenfor. Forundersøgelsen angiver nettotab fra Ørting Mose på 16,1 kg P/år og 18,4 kg P/år fra Randlev Mose. Disse fosfortab forventes at klinge af over en kortere årrække og kan desuden minimeres ved afværgeforanstaltninger, f.eks. i form af slæt i et eller flere år før vådlægning. I forundersøgelsen er der ikke taget hensyn til det fosfortab, der allerede foregår ved den nuværende arealanvendelse. Fosfortabet fra dyrket organisk jord 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. I de to områder er hhv. 48,4 ha og 45,5 ha i omdrift, og effekten af ophør af dyrkning af disse områder kan derfor skønnes til ca. 85 kg P.

Effekter af omlægningsplanen er beregnet for de (dele af) marker, der er omfattet af de udpegede områder. Ekstensivering omfatter 2,8 ha markareal og effekten er 0,2 kg P. Kvælstofvådområder omfatter 43,5 ha markareal og effekten er 4 kg P. Lavbundsprojekter omfatter 18,5 ha markareal og effekten er 11 kg P. Skovrejsning omfatter 71 ha markareal, og effekten er 4 kg P.

Den samlede effekt af lokale scenarier samt allerede iværksatte initiativer er sammenfattet i tabel 5.3. Der skal dog gøres opmærksom på et vådområdeprojekt langs Rævs Å opstrøms Assedrup Bro. Det blev gennemført omkring 2015-2020 og virker i princippet som et fosfor-ådalprojekt, hvor åen hurtigt oversvømmer egnene ved store afstrømninger og afsætter partikulært stof. Målingerne ved Assedrup Bro er inklusiv effekten af vådområdet, men i fremtidige fosforprojekter opstrøms kan man ikke forvente den fulde effekt af de foreslåede fosfortiltag på 215 kg P/år i Norsminde Fjord, da en del i dag fjernes i Assedrup Enge.

Tabel 5.3. Sammenstilling af effekter på fosfortab af lokale scenarier og allerede igangsatte initiativer.

Scenarie	Effekt
Sandfang	37 kg P
Træplantning langs små vandløb	10 kg P
Hævning af vandløbsbunden – vandområdeplanerne	34 kg P
Hævning af vandløbsbunden – omlægningsplanen	26 kg P
Hævning af vandløbsbunden – klima-lavbundsprojekt	21 kg P
Ansøgte mini-vådområder	23 kg P
Ørting Mose-projekt	- 16,1 kg P
Randlev Mose-projekt	- 18,4 kg P
Ophør af dyrkning af omdriftsjord i Ørting og Randlev Moser	85 kg P
Omlægningsplanen - ekstensivering	0 kg P
Omlægningsplanen – kvælstofvådområder	4 kg P
Omlægningsplanen - lavbundsprojekter	1 kg P
I alt	ca. 215 kg P

6 Konklusion

Den samlede fosfortilførsel til Norsminde Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 3,6 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 2,7 tons P (76 %). Det skal bemærkes, at den diffuse fosforafstrømning i 2023 var ekstraordinært høj, hvilket påvirker 10 års-gennemsnittet. De mest betydende diffuse tabsveje for fosfor er brinkerosion, tab fra dyrket, organisk jord og tab via makroporer til dræn, som udgør hhv. 31%, 24 % og 23 % af den samlede, diffuse tilførsel.

Effekt på fosforudledningen til Norsminde 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. 215 kg P og mini-vådområder med en effekt på ca. 390 kg P.

Omlægningsplanen for oplandet til Norsminde Fjord omfatter udtag af områder til ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter og skovrejsning. Den samlede effekt af planen er en reduktion i fosforudledningen på ca. 15 kg P.

Lokale scenarier og allerede iværksatte initiativer omfatter træplantning langs alle små vandløb, etablering af to sandfang, hævning af vandløbsbunden på vandløb udpeget i vandområdeplanerne samt på vandløb i en række projektområder, ansøgninger om otte mini-vådområder samt et klima-lavbundsprojekt. Den samlede effekt, inklusive effekten af omlægningsplanen, er en reduktion i fosfortilførslen til Norsminde Fjord på cirka 215 kg P.

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 brinkerosion 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., Rasmussen, J.J., Kronvang, B., Andersen, H.E., Nielsen, A., Larsen, S.E. 2019. Suspended matter and associated contaminants in Danish streams: a national analysis. *J. Soil and Sediments*, 19, 3068-3082.

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. Norsminde Amt.

MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL NORSMINDE FJORD

Leverance til Kystvandråd for Norsminde Fjord

Rapporten opgør den diffuse fosforbelastning af Norsminde 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 Norsminde Fjord i arbejdet med at opstille en lokalt funderet vandplan for Norsminde Fjord.